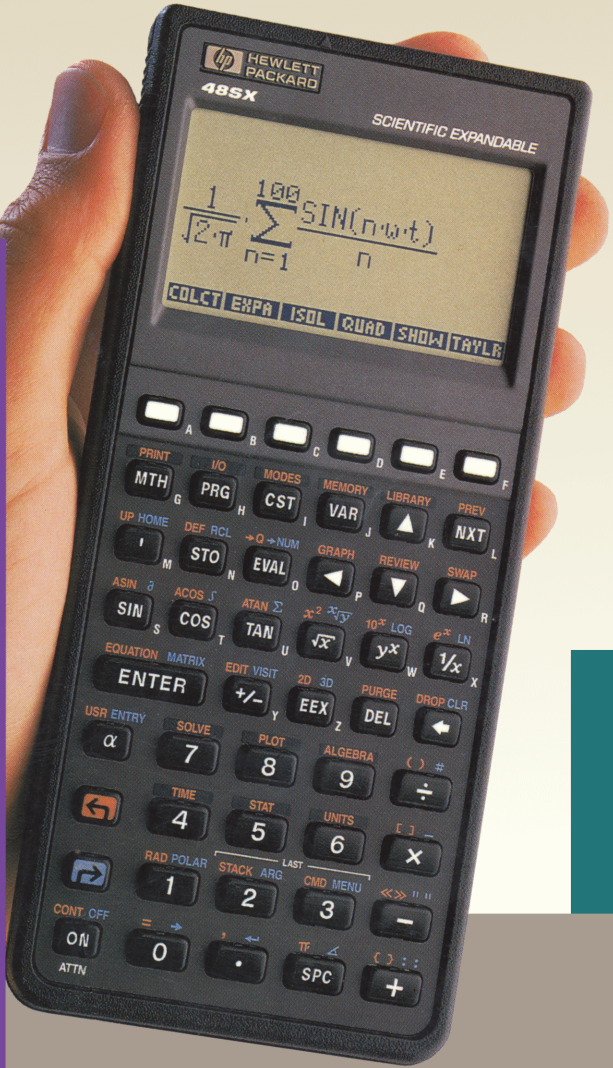
HEWLETT PACKARD

HP 48
Manuel d'utilisation



Conformité aux règlements

Europe

Déclaration de conformité (norme EN 45014)

Nom du fabricant:	Hewlett-Packard	
Adresse du fabricant:	Corvallis Division	Singapore Mfg. Div.
	1000 NE Circle Blvd.	1150 Depot Road
	Corvallis, OR 97330 - Etats-Unis	Singapore 0410
	déclare que le produit suivant:	
Nom du produit:	HP 48	
	est en conformité avec les spécifications suivantes	
EMC:	CISPR 22 / EN 55022 classe B, prEN 55101-2, prEN55101-3	
Sécurité:	IEC 950 / EN 60950	

U.S.A.

Le HP 48 génère et utilise de l'énergie sur les fréquences radio et peut interférer avec la réception des émissions de radio et de television. Le HP 48 est en conformité avec les limitations imposées aux calculateurs de Classe B telles que spécifiées dans la partie 15 des règles de la FCC, qui offrent une protection relative contre ces interférences dans une installation résidentielle.

Commentaires sur le Manuel d'utilisation HP 48

Votre évaluation de ce manuel nous aide à améliorer nos publications. Veuilez bien *entourer d'un cercle* la response qui vous parait la plus appropriée pour chacune des affirmations figurant ci-dessous.

HP 48 Manuel d'utilisation

Pas du tout d'accord 1	Pas d'accord 2	Sans opinion 3	D'accord 4	Tout à fait d'accord 5

Je suis satisfait de la documentation de ce produit	1	2	3	4	5
Les informations sont faciles à trouver	1	2	3	4	5
Les informations du manuel sont exactes	1	2	3	4	5
Les informations sont faciles à comprendre . . .	1	2	3	4	5
Le manuel comporte assez d'exemples	1	2	3	4	5
Les exemples sont adéquats et efficaces	1	2	3	4	5
Le texte a été bien rédigé par l'auteur	1	2	3	4	5
La qualité de la traduction est bonne	1	2	3	4	5
J'aurais acheté ce produit meme si cet ouvrage n'avait pas été traduit en français	1	2	3	4	5

Nom : _____

Adresse : _____

Ville/Province/Code postal : _____

Profession : _____

Numéro de téléphone : (_____) _____

ABF 3/92

TNT JMV
SEA/PDX/700468/NO. 1
BOITE POSTALE 28
93601 AULNAY-S-BOIS Cédex

Manuel d'utilisation HP 48

Numéro de référence 00048-90015
Imprimé en Espagne Mars 1992

Edition 2

Avertissement

En raison de la complexité des techniques informatiques, ce document est remis au lecteur dans le seul but de faciliter sa compréhension du produit dont il traite. Hewlett-Packard France décline en conséquence toute responsabilité pour tout dommage pouvant résulter des informations et des programmes contenus dans ce document.

1. HPF ne garantit, ni la fiabilité, ni les conséquences d'utilisation de ses produits logiciels lorsqu'ils sont utilisés sur du matériel dont elle n'a pas assuré la fourniture.
2. Les informations contenues dans ce manuel sont originales. Elles ont été conçues et mises au point par Hewlett-Packard. L'acheteur s'interdit en conséquence, sauf accord écrit de HPF :
   - de les divulguer ou d'en faciliter la divulgation ;
   - de les copier ou de les reproduire tout ou en partie ;
   - de les traduire dans toute autre langue.

© Hewlett-Packard Company 1992. Tous droits réservés.

© Trustees of Columbia University in the City of New York, 1989. Permission d'utilisation, de copie et de redistribution du logiciel Kermit est donnée à toute personne, pour autant que ce logiciel ne soit pas vendu, et qu'il soit accompagné de cette notice de copyright.

Hewlett-Packard Company
Corvallis Division
1000 N.E. Circle Blvd.
Corvallis, OR 97330, Etats-Unis d'Amérique.

Historique de l'impression

Edition 1 ..... Avril 1990
Edition 2 ..... Mars 1992

Table des matires

Partie 1. Fondations

1. Premiers essais

Premier examen 1-2
Mise en route 1-5
Faire fonctionner le calculateur 1-5
Utiliser la mémoire 1-14
Résoudre des problèmes 1-18
Effectuer des calculs numériques au clavier 1-18
Algèbre 1-24
Rechercher des valeurs inconnues 1-31
Obtenir des réponses de manière graphique 1-35
Créez vos propres fonctions 1-40
Programmer sur le HP 48 1-42
Utiliser des nombres avec des unités 1-45
Date et heure 1-49

2. Clavier et affichage

Organisation de l'affichage 2-1
Zone d'état, témoins et messages 2-1
Pile 2-4
La ligne de commande 2-4
Labels de menu 2-4
Organisation du clavier 2-5
Utiliser clavier et affichage 2-6
Touche Attention 2-6
Saisir des nombres 2-7
Saisie de caractères (clavier alpha) 2-8
Saisir des objets avec délimiteurs 2-12
Travailler avec les menus 2-12
Définir le mode d'affichage 2-15

3. Pile et ligne de commande

Utiliser la pile pour effectuer des calculs 3-2
Faire des calculs 3-2
Manipulations dans la pile 3-4
Rappel des derniers arguments 3-6
Retrouver l'état précédent de la pile 3-6
Afficher des objets 3-7
Ligne de commande et menu EDIT 3-8
Pile interactive 3-10
Utiliser la ligne de commande 3-15
Accumuler des données dans la ligne de commande . 3-15
Choisir les modes de saisie en ligne de commande . . 3-16
Récupérer des lignes de commandes précédentes . . 3-18
Autres commandes PRG STK 3-18

4. Objets

Nombres réels 4-2
Nombres complexes 4-2
Entiers binaires 4-3
Tableaux 4-4
Noms 4-5
Objets algébriques 4-6
Programmes 4-6
Chaînes 4-7
Listes 4-7
Objets graphiques 4-8
Objets identifiés 4-8
Objets-unités 4-9
Objets-répertoires 4-10
Fonctions intégrées et commandes 4-10
Autres types d'objets 4-12
Commandes manipulant des objets 4-12
Détermination des types d'objet 4-19
Séparation des noms de variables par type d'objet . . . 4-20
Evaluation des objets 4-20

5. Mémoire du calculateur
Types de mémoire 5-1
Comment connaître la quantité de mémoire disponible . 5-2
Sauvegarde et restauration de la pile 5-3
Effacement total de la mémoire 5-3
Lorsque la mémoire est insuffisante 5-4

6. Variables et menu VAR
Nommer les variables 6-1
Créer des variables 6-3
Utiliser le contenu des variables 6-4
Evaluer les noms de variables 6-4
Rappel du contenu des variables 6-5
Changer le contenu des variables 6-6
Utilisation de noms de variables avec ou sans parenthèses 6-7
Utiliser le menu VAR et le catalogue REVIEW 6-7
Purger les variables 6-9
Récupérer après une erreur 6-10
Opérations arithmétiques sur les variables 6-10

7. Répertoires
Hiérarchie des répertoires 7-1
Créer des sous-répertoires 7-3
Accéder aux variables de répertoires 7-4
Changer de répertoire 7-5
Effacer variables et répertoires 7-6
Utiliser les objets-répertoires 7-7

8. Des objets algébriques
Saisie d'expressions algébriques 8-1
Evaluer des expressions algébriques 8-2
Processus d'évaluation 8-2
Evaluation pas à pas 8-3
Résultats symboliques et numériques 8-3
Simplification automatique 8-5
Respect de l'ordre de priorité 8-5
Expressions et équations 8-6
Sujets connexes 8-7

Partie 2. Outils de base

9. Fonctions mathématiques courantes

Syntaxe algébrique et syntaxe de la pile 9-1
Fonctions d'arithmétique et de mathématiques 9-3
Fonctions de conversion en fractions 9-4
Fonctions exponentielles, logarithmiques et hyperboliques 9-6
Fonctions de pourcentage 9-7
Fonctions trigonométriques, mode d'angle, pi 9-8
Sélection du mode d'angle 9-8
Fonctions trigonométriques 9-8
Constante pi 9-9
Fonctions de conversion d'angles 9-11
Factorielle, probabilité et nombres aléatoires 9-13
Autres fonctions sur les nombres réels 9-14
Utiliser les constantes symboliques 9-15
Valeurs et constantes symboliques 9-16
Utiliser les indicateurs pour interpréter les constantes symboliques 9-17
Arguments symboliques et fonctions mathématiques courantes 9-19

10. Fonctions-utilisateur

Créer une fonction-utilisateur 10-1
Exécuter une fonction-utilisateur 10-2
Différentier une fonction-utilisateur 10-3
Fonctions-utilisateurs imbriquées 10-4
Structure d'une fonction-utilisateur 10-6

11. Nombres complexes

Affichage des nombres complexes 11-2
Saisir des nombres complexes 11-3
Mise en forme et séparation de nombres complexes . . 11-5
Calculs avec les nombres complexes 11-6
Utiliser les nombres complexes dans la pile 11-7
Utiliser les nombres complexes dans les expressions algébriques 11-8
Résulats complexes à partir d'opérations sur des nombres réels 11-10
Autres commandes pour nombres complexes 11-11
Nombres complexes ou vecteurs ? 11-13

12. Vecteurs
Affichage de vecteurs 2D et 3D 12-1
Saisie de vecteurs 2D et 3D 12-4
Mise en forme et séparation des vecteurs 2D et 3D . . 12-5
Calculs avec les vecteurs à deux et trois dimensions . . 12-8
Autres commandes vectorielles 12-14
Choisir entre nombres complexes et vecteurs 12-15

13. Gestion des unités
Comment l'application Units est organisée 13-1
Unités et objets-unités 13-2
Menu de Catalogue unités 13-2
Créer un objet-unité 13-3
Utiliser les objet-unités dans les expressions algébriques 13-7
Convertir des unités 13-8
Utiliser le menu de Catalogue UNITS 13-8
Utiliser CONVERT 13-9
Utiliser le menu CST 13-10
Utiliser UBASE (pour les 7 unités de base SI) . . . 13-11
Convertir des unités d'angles sans dimension 13-12
Factoriser des expressions-unités 13-13
Calculs avec les unités 13-14
Unités de température 13-18
Convertir des unités de température 13-18
Calcul avec les unités de température 13-19
Créer des unités-utilisateur 13-22
Autres commandes pour objets-unités 13-23

14. Arithmétique binaire
Définition de la taille de mot 14-1
Choix de la base 14-2
Saisie d'entiers binaires 14-3
Calcul avec les entiers binaires 14-3
Autres commandes manipulant les entiers binaires . . 14-4

15. Personnalisation du calculateur
Menus-utilisateurs (CST) 15-1
Créer un menu personnalisé 15-1
Perfectionner les menus personnalisés 15-4
Créer un menu temporaire 15-5
Redéfinir le clavier utilisateur 15-5
Modes utilisateur 15-5
Définir et annuler des touches utilisateur 15-6
Inactiver des touches utilisateur 15-9
Rappeler et modifier des redéfinitions de touches . . 15-10
Définir les modes du calculateur 15-11
Utiliser le menu MODES 15-11
Utiliser les indicateurs système 15-12

Partie 3. Outils spécialisés

16. Application EquationWriter
Structure de l'application EquationWriter 16-2
Construire une équation 16-4
Saisir des équations 16-4
Contrôler les parenthèses implicites 16-11
Exemples EquationWriter 16-12
Modifier des équations 16-16
Modifier par recul du curseur 16-16
Comment modifier en ligne de commande 16-17
Insérer un objet à partir de la pile 16-21
Remplacer une sous-expression par un objet algébrique 16-23
Examiner et modifier des objets dans l'application EquationWriter 16-23

17. Application HP Solve
Structure de l'application HP Solve 17-2
Utiliser équations, expressions et programmes 17-3
Spécifier l'équation en cours 17-3
Saisir une nouvelle équation en cours 17-4
Utiliser une équation existante 17-6
Sommaire des opérations du menu SOLVE 17-11
Résoudre l'équation en cours 17-12
Trouver une solution 17-12
Vérifier la solution 17-16
Trouver d'autres solutions 17-17

Utiliser des estimations 17-17
Résumé des opérations du menu SOLVR 17-18
Interpréter les résultats 17-19
Lorsqu'une solution a été trouvée 17-19
Aucune solution n'a été trouvée 17-21
Choisir entre HP Solve et l'application Plot 17-22
Utiliser HP Solve avec des objets-unités 17-23
Personnaliser le menu SOLVR 17-25
Résoudre deux ou plusieurs équations 17-27
Trouver la solution d'un programme 17-31
Fonctionnement de l'application HP Solve 17-32
Comment l'extracteur de racines utilise les estimations 17-33
Arrêter l'extracteur de racines 17-33
Affichage d'estimations intermédiaires 17-34
Comment est créé le menu de variables 17-34

18. Tracés élémentaires et analyse de fonctions
Structure de l'application Plot 18-2
Utiliser équations, expressions et programmes 18-4
Spécification de l'équation en cours et du type de tracé 18-5
Changer d'équation en cours et de type de tracé . . 18-5
Définir les paramètres de traçage et tracer la courbe . . 18-8
Spécifier la variable indépendante 18-9
Spécifier gamme d'affichage et échelle 18-9
Redéfinir les paramètres de tracé 18-11
Tracer la courbe 18-11
Choisir entre tracés reliés et non reliés 18-15
Résumé sommaire des fonctions de base du menu PLOTR 18-15
Comment DRAW trace les points 18-18
Tracer deux ou plusieurs équations 18-19
Travailler dans l'environnement graphique 18-20
Exploiter le tracé 18-23
Utiliser le Zoom 18-24
Analyser des fonctions 18-27
Autres notions sur l'analyse de fonctions 18-34
Résumé des opérations 18-36

19. Tracés de haut niveau et objets graphiques
Raffinements apportés aux tracés 19-1
Gamme de tracé et gamme d'affichage 19-2
Spécifier axes et libellés 19-3
Spécifier la résolution 19-4
Résumé des opérations du menu PLOTR 19-5
Comprendre la variable PPAR 19-6
Utiliser des coordonnées de tracé 19-8
Changer la taille de PICT 19-9
Choisir des types de tracé 19-12
Tracés de fonctions 19-13
Fonctions coniques 19-14
Tracés polaires 19-15
Tracés paramétriques 19-17
Tracés de vérité (relationnels) 19-18
Tracés de programmes et de fonctions-utilisateur . . . 19-20
Tracés avec des unités 19-21
Tracés statistiques 19-21
Ajouter des éléments graphiques à PICT 19-23
Ajouter des éléments graphiques 19-23
Ajouter des éléments en utilisant des commandes . . 19-25
Travailler avec les objets graphiques placés dans la pile 19-27
Utiliser les opérations de la pile dans l'environnement graphique 19-27
Utiliser les commandes de la pile pour les objets graphiques 19-28
Utiliser les commandes de la pile avec PICT 19-30

20. Tableaux
Afficher des tableaux 20-1
Saisir des tableaux 20-2
Utiliser l'application MatrixWriter 20-2
Utiliser la ligne de commande 20-6
Afficher et modifier des tableaux 20-7
Arithmétique et tableaux 20-10
Calcul avec des tableaux complexes 20-14
Calculer en respectant la syntaxe algébrique 20-16
Autres opérations sur les matrices 20-17
Considérations liées aux matrices 20-19

21. Statistiques

Organiser les données statistiques 21-1
Définir la matrice statistique en cours 21-2
Saisie de données statistiques 21-2
Modifier des données statistiques 21-4
Résumé des opérations d'introduction de données du menu STAT 21-5
Utiliser le catalogue statistiques 21-6
Calculer des statistiques sur un seul échantillon 21-9
Statistiques sur échantillon 21-9
Obtenir des statistiques sur une population 21-10
Calculer des statistiques sur deux échantillons 21-11
Tracer des données statistiques 21-14
Tracer des nuages de points 21-15
Tracer des diagrammes à barres 21-16
Tracer des histogrammes 21-18
Résumé des commandes de tracé 21-19
Calculer les cumuls statistiques 21-21
Effectuer des tests statistiques 21-21
Comprendre la variable des paramètres statistiques . . 21-24

22. Algèbre

Solutions symboliques 22-1
Isoler une variable 22-2
Résoudre des équations quadratiques 22-3
Obtenir des solutions générales et principales 22-5
Afficher des variables cachées 22-7
Résumé des commandes de résolution symbolique . . 22-8
Ré-arranger les termes 22-8
Regrouper les termes identiques 22-9
Développement des produits et des puissances . . . 22-9
Résumé de commandes de regroupement et de développement 22-11
Transformations Rules 22-11
Effectuer des transformations-utilisateur 22-25
Utiliser la fonction | (Recherche) 22-27

23. Calcul
Différentier des expressions 23-1
Différentiation pas à pas 23-1
Différentiation complète 23-4
Différentier des fonctions-utilisateur 23-4
Créer des dérivées-utilisateur 23-4
Sommations 23-5
Dériver des approximations du polynôme de Taylor . . 23-8
Intégrer des expressions 23-11
Intégration symbolique 23-11
Intégration numérique 23-15
Autres considérations sur l'intégration 23-19
Comment le HP 48 effectue l'intégration symbolique . 23-19
Facteur de précision et incertitude d'intégration . . . 23-19

24. Heure, alarmes et calculs de dates
Utiliser l'horloge (date et heure) 24-1
Afficher la date et l'heure 24-2
Définir la date et l'heure 24-2
Résumé des opérations de date et d'heure 24-3
Définir des alarmes 24-4
Utiliser les alarmes de rendez-vous 24-5
Utiliser les alarmes de contrôle 24-8
Arrêter une alarme à répétition 24-9
Résumé des opérations sur les alarmes 24-10
Revoir et modifier des alarmes 24-12
Utiliser les alarmes dans les programmes 24-15
Calculer avec dates et heures 24-17
Arithmétique des dates 24-17
Calculer temps et angles 24-18

Partie 4. Programmation

25. Programmation : concepts de base
Comprendre la programmation 25-1
Contenu d'un programme 25-2
Calculs dans un programme 25-4
Programmation structurée 25-5
Où trouver plus d'informations 25-5
Saisie et exécution de programmes 25-6
Passer en revue et modifier un programme 25-11

Créer des programmes sur un ordinateur 25-12
Utiliser des variables locales 25-13
Créer des variables locales 25-13
Evaluer les noms locaux 25-15
Définir le rôle des variables locales 25-16
Créer des fonctions-utilisateur qui agissent comme des programmes 25-17
Manipuler des données dans la pile 25-18
Utiliser des sous-programmes 25-19
Exécuter un programme pas à pas 25-22

26. Tests et structures conditionnelles
Tests conditionnels 26-1
Utiliser des fonctions de comparaison 26-2
Utilisation de fonctions logiques 26-3
Test de types d'objets 26-4
Utiliser des structures et des commandes conditionnelles 26-5
La structure IF...THEN...END 26-5
La commande IFT 26-6
La structure IF...THEN...ELSE...END 26-6
La fonction IFTE 26-7
La structure CASE...END 26-7
Exemples conditionnels 26-8

27. Structures de boucles
Utiliser des structures de boucles finies 27-1
La structure START...NEXT 27-2
La structure START...STEP 27-4
La structure FOR...NEXT 27-6
La structure FOR...STEP 27-8
Utiliser des boucles indéfinies 27-10
La structure DO...UNTIL...END 27-10
La structure WHILE...REPEAT...END 27-12
Utiliser des compteurs de boucles 27-13
Utiliser des sommations au lieu de boucles 27-15

28. Indicateurs
Types d'indicateurs 28-1
Armer, désarmer et tester les indicateurs 28-2
Rappeler et stocker l'état des indicateurs 28-4

29. Programmes interactifs
Arrêt d'un programme en attente de données 29-1
Utiliser PROMPT...CONT pour la saisie 29-1
Utiliser DISP FREEZE HALT...CONT 29-4
Utiliser INPUT...ENTER pour la saisie 29-5
Attirer l'attention 29-13
Arrêter le programme pour permettre l'utilisation de certaines touches 29-14
Utiliser WAIT pour attendre l'appui sur une touche . 29-14
Utiliser KEY pour la saisie d'une frappe 29-15
Afficher les sorties de programme 29-16
Identifier les sorties 29-16
Identifier et afficher les sorties sous forme de chaînes . 29-17
Arrêter le programme et afficher son résultat 29-18
Sommaire 29-19
Utiliser des menus dans les programmes 29-20
Utiliser les menus pour la saisie 29-21
Utiliser les menus pour exécuter des programmes . . 29-22
Eteindre le HP 48 à partir d'un programme 29-25

30. Interception d'erreurs
Intercepter les erreurs 30-4
La structure IFERR...THEN...END 30-4
La structure IFERR...THEN...ELSE...END 30-5

31. Autres exemples de programmation
Nombres de Fibonacci 31-2
FIB1 (nombres de Fibonacci, version récurrente) . . 31-2
FIB2 (nombres de Fibonacci, version en boucle) . . 31-3
FIBT (comparaison du temps d'exécution) 31-5
Affichage d'un entier binaire 31-7
PAD (justification à droite d'une chaîne de caractères) 31-7
PRESERVE (sauvegarde et rétablissement de l'état antérieur) 31-9
BDISP 31-10
Moyenne de données statistiques 31-14
SORT (tri d'une liste de nombres) 31-14

LMED (moyenne d'une liste) 31-16
MEDIAN (moyenne de données statistiques) 31-18
Développement et regroupement complets 31-21
MULTI (exécution multiple) 31-21
EXCO (utilisation répétée de Expand et de Collect) . 31-23
Rechercher l'élément minimum ou maximum d'un tableau 31-25
MNX (Elément minimum ou maximum—Version 1) . 31-25
MNX2 (élément minimum ou maximum—Version 2) . 31-28
Vérification des arguments du programme 31-31
NAMES (Exactement deux noms dans une liste ?) . 31-32
VFY 31-34
Fonctions de Bessel 31-36
Animation d'une suite de polynômes de Taylor 31-38
SINTP (conversion d'un tracé en objet graphique) . 31-39
SETTS (superposition de polynômes de Taylor) . . . 31-40
TSA (animation de polynômes de Taylor) 31-41
Fonctions statistiques et graphiques dans un programme 31-43
Impression automatique 31-47
Solver pour fonctions inverses 31-49
Animation d'une image graphique 31-50

Partie 5. Impression, transfert de données, accessoires

32. Impression
Comment installer votre imprimante 32-1
Imprimer à partir du HP 48 32-3
Impression de haut niveau 32-7
Installer une imprimante série 32-9
Comprendre la variable PRTPAR 32-11

33. Transfert de données avec le HP 48
Comment le HP 48 transfère des données 33-1
Types de données que vous pouvez transférer 33-2
Choisir un modèle de transfert 33-3
Définir les paramètres I/O 33-3
Transfert de données entre deux HP 48 33-8
Transfert de données entre ordinateur et HP 48 33-10
Préparer l'ordinateur et le HP 48 33-11
Transfert de variables et de fichiers 33-12
Sauvegarder la totalité de la mémoire du HP 48 . . . 33-14

Choisir et utiliser des noms de fichiers 33-16
Recevoir des données d'autres calculateurs 33-17
Envoyer des commandes Kermit 33-17
Obtenir plus d'informations sur les erreurs Kermit . . 33-18
Résumé des commandes Kermit 33-18
Envoyer et recevoir des données sans protocole Kermit . 33-20
Réaliser une connexion série 33-23
Comprendre les transferts ASCII 33-23
Comprendre la variable IOPAR 33-25

34. Utilisation de cartes enfichables et de bibliothèques
Types de mémoire 34-1
Installation et retrait de cartes enfichables 34-2
Préparer une nouvelle carte RAM 34-3
Installer et retirer des cartes RAM et ROM 34-5
Utiliser des cartes enfichables (sauf pour le HP 48S) . . 34-9
Utiliser des cartes RAM 34-9
Utiliser des cartes d'applications 34-10
Utiliser le port 0 34-10
Fusionner, libérer et protéger la mémoire (sauf pour le HP 48S) 34-11
Augmenter la mémoire disponible à l'utilisateur (impossible pour le HP 48S) 34-15
Sauvegarder des données 34-15
Sauvegarder des objets isolés 34-16
Sauvegarde de toute la mémoire 34-19
Utiliser des objets-bibliothèques 34-21
Créer des bibliothèques 34-21
Configurer des bibliothèques 34-22
Comment utiliser les bibliothèques 34-24
Résumé des commandes gérant les bibliothèques . . 34-25

Partie 6. Annexes

A. Assistance, piles et service
En cas de problème A-1
Réponses aux questions le plus souvent posées A-3
Conditions d'environnement A-6
Quand remplacer les piles A-6
Changement des piles A-7
Tester le fonctionnement A-11

Auto-test A-12
Test du clavier A-13
Test des RAM et des ports A-14
Test en boucle de l'infrarouge A-15
Test en boucle série A-16
Garantie A-17
Modifications A-18
Coût de la maintenance A-18
Garantie des réparations effectuées après la période garantie A-18
Informations A-18
Instructions d'expédition A-19
Maintenance A-19
Où envoyer votre calculateur pour réparations . . . A-20
Sécurité - conformité aux normes A-20
Interférences radio: France A-20
Utilisation en avion A-21

B. Messages

C. Codes de caractères du HP 48

D. Numéros de menus et organigrammes

E. Indicateurs binaires du HP 48

F. Comparer le HP 48 et le HP 41
Ce qui n'a pas changé F-1
La pile F-2
Calculs F-5
Commandes F-6
Mémoire F-8
Programmation F-10

G. Index des opérations

Index

Partie 1

Fondations

1

Premiers essais

Vous aurez, si vous lisez ce chapitre, l'occasion d'essayer plusieurs manipulations élémentaires sur votre nouveau calculateur. Vous verrez comment exécuter quelques tâches simples avec les outils qu'apporte le HP 48.

Si vous connaissez déjà le HP 41 ou tout autre calculateur RPN, vous pouvez désirer passer à l'annexe F, « Comparaison du HP 48 et du HP 41 ».

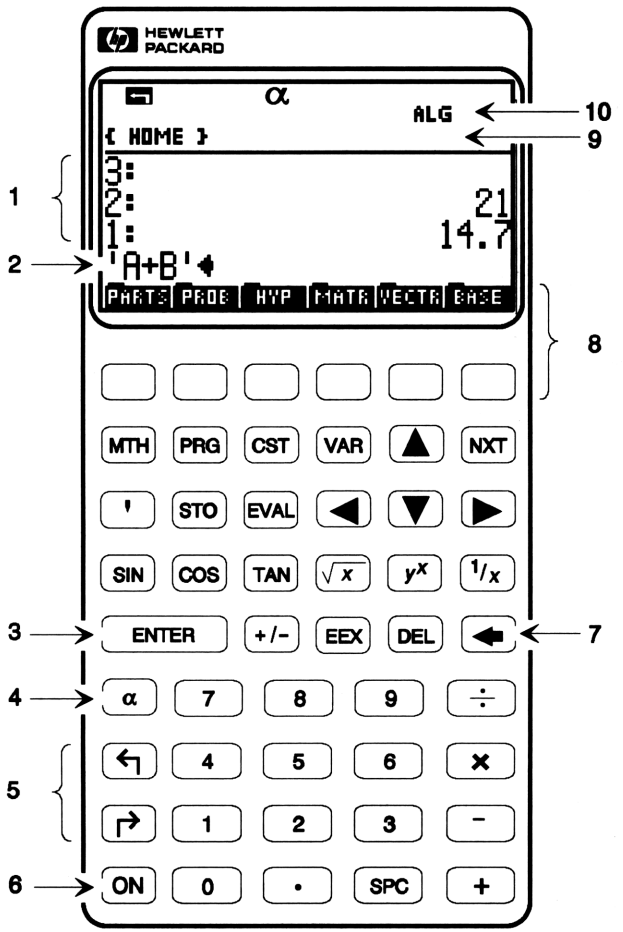
Voici quelques suggestions :

- Exécutez les exemples. Ils vous familiariseront rapidement avec le calculateur.
- Les en-têtes peuvent vous guider à suivre les étapes d'une opération - mais les exemples vous guident pas à pas.
- Le calculateur, même si vous l'avez éteint, est toujours prêt à continuer l'opération qui était en cours lorsque vous l'avez interrompue.
- Si vous rencontrez des problèmes imprévus, consultez « En cas de problème » en page A-1.

Remarque

Ce chapitre ne vous donne que certaines informations de base sur le HP 48. Les autres chapitres présentent des informations plus complexes.

1 Premier examen



1. Niveaux de la pile
2. Ligne de commande
3. Saisie des commandes
4. Mode alpha
5. Touches préfixe
6. Marche, arrêt.
7. Espace arrière
8. Labels de menu et touches
9. Zone de messages
10. Témoins

1. **Niveaux de la pile.** La pile contient les données que vous utilisez dans vos calculs. Chaque niveau numéroté de la pile contient un article, nommé *objet*. La pile peut compter plus de niveaux que n'en montre l'affichage.
2. **Ligne de commande.** Les nombres et le reste du texte que vous introduisez ne s'affichent que losque vous les utilisez.
3. **Enter et la ligne de commande.** La touche [ENTER] introduit le texte dans la ligne de commande.
4. **Mode Alpha.** La touche [α] active ou inactive le clavier alphanumérique.
5. **Les touches préfixe.** La touche orange [◀] (shift gauche) active les opérations imprimées en orange au-dessus de la plupart des touches. La touche bleue [▶] (shift droite) active les opérations imprimées en bleu, plus d'autres opérations non indiquées sur le clavier.
6. **Marche, arrêt, « Attention ».** La touche [ON] met le HP 48 sous tension. Dès lors, elle devient la touche « Attention » - elle vide la ligne de commande et arrête toute opération en cours. Cette même touche, utilisée avec [▶] met le HP 48 hors tension.
7. **Espace arrière.** Si une ligne de commande existe à ce moment, [←] supprime le caractère placé à gauche du curseur. Si aucune ligne de commande n'est présente, cette touche supprime le contenu du niveau 1 de la pile.
8. **Labels de menus et touches.** La dernière ligne de l'affichage indique les fonctions prises par les six touches de menus blanches placées en-dessous.
9. **Zone de messages.** Indique le nom du répertoire en cours ainsi que les messages de sollicitation et les messages.
10. **Témoins.** Indiquent l'état du calculateur à un instant donné, y compris l'état des touches shift et si le clavier alpha est activé ou non.

Bien des opérations sont indiquées sur, et au-dessus des touches du clavier. Celles qui sont indiquées sur les touches elles-mêmes sont les opérations principales du calculateur. D'autres sont imprimées en orange et bleu au-dessus des touches—les fonctions « shiftées » des touches.

Le tableau suivant dresse une liste des libellés des fonctions de touches, fonctions primaires et « shiftées » (accessibles grâce aux deux touches « shift », touches préfixe)—et il indique en plus la rangée et la position de chaque libellé, en partant du coin supérieur gauche du clavier. Cela vous sera utile au cours de votre familiarisation avec le clavier du HP 48—les exemples du manuel feront appel à cette topographie.

Les touches et leur emplacement sur le clavier

ACOS	4,2	LAST STACK	8,3	STAT	7,3	α	6,1
ALGEBRA	6,4	LIBRARY	2,5	STO	3,2	π	9,4
ASIN	4,1	LN	4,6	SWAP	3,6	Σ	4,3
ATAN	4,3	LOG	4,5	TAN	4,3	∂	4,1
ATTN	9,1	MATRIX	5,1	TIME	7,2	$\int$	4,2
CLR	5,5	MEMORY	2,4	UNITS	7,4	$\measuredangle$	9,4
CONT	9,1	MODES	2,3	UP	3,1	←	5,5
COS	4,2	MTH	2,1	USR	6,1	→	9,2
CST	2,3	→NUM	3,3	VAR	2,4	↵	9,3
DEF	3,2	NXT	2,6	VISIT	5,2	'	3,1
DEL	5,4	OFF	9,1	x^2	4,4	.	9,3
DROP	5,5	ON	9,1	$\sqrt{x}$	4,4	,	9,3
EDIT	5,2	PLOT	6,3	$\sqrt[x]{y}$	4,4	#	6,5
EEX	5,3	POLAR	8,2	y^x	4,5	_	7,5
ENTER	5,1	PREV	2,6			( )	6,5
ENTRY	6,1	PRG	2,2	$1/x$	4,6	[ ]	7,5
EQUATION	5,1	PRINT	2,1	10^x	4,5	« »	8,5
EVAL	3,3	PURGE	5,4	2D	5,3	" "	8,5
e^x	4,6	→Q	3,3	3D	5,3	{ }	9,5
GRAPH	3,4	RAD	8,2	+/−	5,2	::	9,5
HOME	3,1	RCL	3,2	+	9,5	▲	2,5
I/O	2,2	REVIEW	3,5	−	8,5	▼	3,5
LAST ARG	8,3	SIN	4,1	×	7,5	◀	3,4
LAST CMD	8,4	SOLVE	6,2	÷	6,5	▶	3,6
LAST MENU	8,4	SPC	9,4	=	9,2		

Mise en route

Pour allumer et éteindre le HP 48 :

- Pour l'allumer, appuyez sur [ON].
- Pour l'éteindre, appuyez sur [→][OFF]—appuyez sur la touche préfixe (*shift*) [→] bleue, puis sur la touche au-dessus de laquelle est imprimé le mot « OFF » (la touche [ON]).

Pour régler le contraste :

- Pour assombrir l'affichage, allumez le HP 48, puis maintenez l'appui sur la touche [ON] et appuyez sur [+].
- Pour éclaircir l'affichage, allumez le HP 48, puis maintenez appuyée la touche [ON] et appuyez sur [−].

Les exemples de ce chapitre supposent que le HP 48 est dans son état initial, par défaut—ils supposent que vous n'avez changé *aucun* des modes de fonctionnement du HP 48. (Pour réinitialiser le calculateur et rétablir cet « état par défaut », voir « En cas de problème » en page A-1.)

Faire fonctionner le calculateur

Lorsque vous utilisez le HP 48, vous utilisez des *commandes* pour traiter des nombres ou d'autres *objets* et obtenir des résultats. La plupart de ces actions se font dans la *ligne de commande* et la *pile*.

Certaines commandes sont indiquées sur le clavier—d'autres sont disponibles dans des *menus* que vous pouvez afficher. Vos données peuvent être numériques—ou bien contenir des variables pour expressions algébriques ou du texte.

Règles générales d'exécution des commandes :

1. Saisissez les arguments de la commande, s'il y en a.
2. Exécutez la commande.

Un *argument* est un élément des données—un objet—qui est utilisé par une commande pour obtenir un résultat. Le nombre des arguments dépend de la commande—certaines n'utilisent pas

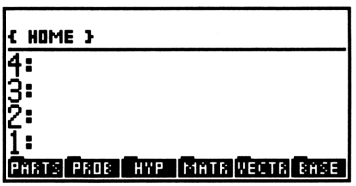
d'arguments du tout, d'autres en utilisent deux ou plusieurs : deux pour une addition, un seul pour « tangente », etc.

Peut-être serez-vous surpris d'avoir d'abord à saisir deux nombres, et seulement *ensuite* d'exécuter la commande « addition », ou bien de saisir une valeur d'angle et *puis* d'exécuter « tangente ». Cette « notation » est la « notation polonaise inverse », en anglais « Reverse Polish Notation » ou *RPN*. Cette syntaxe se fonde sur le concept de la « pile ». Les données sont placées dans ses registres et les commandes viennent les y chercher.

Pour introduire plusieurs arguments, vous pouvez appuyez sur ENTER après avoir introduit chaque argument—ou bien vous pouvez séparer les arguments par un espace (SPC) pour inclure plus d'un argument en ligne de commande.

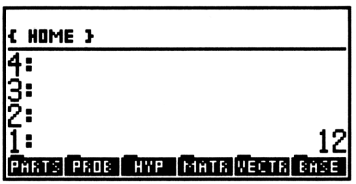
Exemple : Allumez le HP 48, puis additionnez 12 et 35.

ON



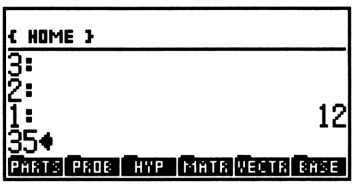
Tapez le premier nombre et introduisez-le dans la pile.

12 ENTER



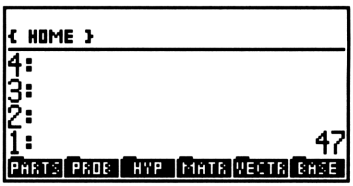
Tapez le second.

35



Additionnez les deux nombres.

⊞



Lorsque vous commencez à taper les nombres ou les données, la *ligne de commande* apparaît automatiquement au bas de l'affichage—et vos saisies y sont affichées.

Lorsque vous exécutez une commande—telle que ENTER ou ⊞ dans l'exemple précédent—la ligne de commande disparaît et le résultat s'affiche dans la *pile*. La pile est une suite d'emplacements (registres) de stockage dans la mémoire et les premiers de ces emplacements sont visibles sur l'affichage :

- Au fur et à mesure que vous saisissez des nombres ou des objets, les objets précédents « remontent » à des niveaux plus élevés de la pile.
- De même, au fur et à mesure que vous les supprimez, vous voyez les objets restants « redescendre » vers la ligne de commande.
- Lorsque vous exécutez les commandes, elles prennent les objets placés en partie inférieure de la pile et les remplacent par des résultats.
- Le nombre de niveaux de la pile change selon le nombre d'objets présents—de 0 à des centaines—ou plus encore.

Pour supprimer le contenu de la ligne de commande :

- Appuyez sur ATTN. (Le nom que prend la touche ON une fois que le calculateur est allumé.)

Pour supprimer l'objet placé au niveau 1 de la pile :

- Appuyez sur ◀ ou sur ↶ DROP, mais seulement s'il n'y a pas de ligne de commande. (DROP se trouve au-dessus de la touche ◀.)

Pour effacer la pile :

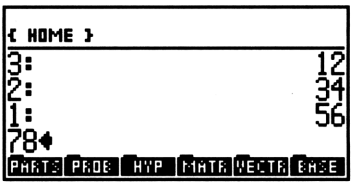
- Appuyez sur ↷ CLR. (CLR se trouve au-dessus de la touche ◀.)

Les objects sont conservés dans la pile jusqu'à ce que vous les utilisiez ou les supprimiez. De temps en temps, il est bon d'effacer la pile pour libérer de l'espace-mémoire.

Exemple : Saisissez quatre nombres et additionnez les deux derniers, puis supprimez ce résultat et effacez la pile.

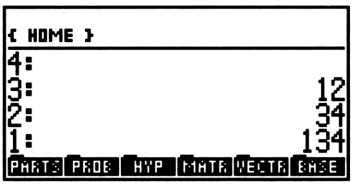
Effacez la pile et saisissez 12, 34, 56 et 78.

→ CLR
12 ENTER 34 ENTER 56 ENTER 78



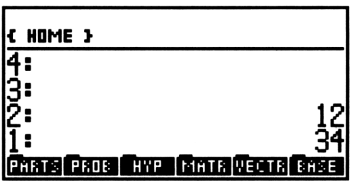
Ajoutez les deux derniers nombres.

+



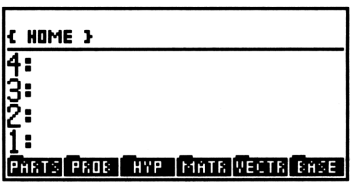
Supprimez le résultat.

←



Effacez toute la pile.

→ CLR



Pour corriger ce que vous avez tapé en ligne de commande :

1. Commencez à taper un autre objet.

2. Si nécessaire, appuyez sur ◀ ou sur ▶ pour déplacer le curseur ↓ sur l'erreur. (Vous pouvez utiliser ▲ et ▼ si une ligne de commande compte plus d'une ligne—si la ligne de commande disparaît quand vous appuyez sur ▲ ou ▼, appuyez sur ATTN pour la récupérer.)
3. Supprimez l'erreur :
   - Pour supprimer le caractère à gauche du curseur, appuyez sur ⌫.
   - Pour supprimer le caractère placé sous le curseur, appuyez sur DEL.
4. Tapez les caractères corrects.

Pour modifier l'objet placé au niveau 1 de la pile :

1. Appuyez sur ↩ EDIT.
2. Modifiez l'information de l'affichage. Appuyez sur ◀ ou ▶ pour déplacer le curseur. Appuyez sur DEL ou ⌫ pour supprimer des caractères. (Vous pouvez utiliser ▲ ou ▼ si l'objet occupe plus d'une ligne.)
3. Appuyez sur ENTER pour sauvegarder les modifications (ou appuyez sur ATTN pour les abandonner).

Exemple : Saisissez le nombre 5045,661, puis changez le « 04 » en « 40 ».

Saisissez le nombre.

5045.661 ENTER

Commencez la modification du nombre.

↩ EDIT

Faites les changements.

▶ DEL DEL 40

Sauvegardez les modifications.

ENTER

Pour revenir dans la pile d'affichage, à n'importe quel moment:

- Appuyez sur ATTN. Dans certaines situations, il se peut que vous ayez à appuyer plus d'une fois sur cette touche.

Pour visualiser l'ensemble de la pile:

1. Appuyez sur ▲ lorsque la pile est affichée, et qu'aucune ligne de commande n'est présente.
2. Pour visualiser d'autres niveaux de la pile, appuyez sur ▲ et sur ▼.
3. Appuyez sur ATTN pour revenir au fonctionnement normal.

Prendre connaissance du contenu de la pile de cette façon ne modifie son contenu en aucune manière.

Pour utiliser une commande de menu:

1. Appuyez sur la touche ou les touches du menu désiré.
2. Si nécessaire, appuyez sur NXT ou ↶ PREV pour arriver à la commande désirée.
3. Si la commande nécessite des données, saisissez-les. (Vous pouvez le faire *avant* d'accéder au menu, si vous le désirez.)
4. Appuyez sur la touche de menu blanche placée sous le libellé (nous l'appellerons aussi « label » dans ce manuel) de la commande. (Dans ce manuel, les labels et les touches de menu sont imprimés comme CECI.)

Bien des commandes du HP 48 sont placées dans des *menus*—des groupes de fonctions affichées en dernière ligne de l'affichage. Les touches MTH, PRG, CST et VAR appellent certains menus. De plus, les touches shiftées portant des inscriptions orange en appellent d'autres, par exemple ↶ MODES.

Certains menus contiennent eux-mêmes d'autres menus, des « sous-menus »—par exemple le menu MTH (math). Si un label de menu porte un trait sur le coin supérieur gauche, il comporte un sous-menu. Par exemple, dans le menu MTH, PARTS appelle un sous-menu. Certains menus comptent plus de rubriques qu'il n'y a de touches sur la rangée (six)—ils comptent donc plusieurs « pages ». Par exemple, le menu MTH PARTS en compte quatre—appuyez sur NXT pour les voir.

Pour passer d'un sous-menu à n'importe quel autre menu, allez directement au nouveau menu—nul besoin de « remonter ».

Exemple : Calculez les 15 pour-cent de 145. La commande % fait partie du menu MTH PARTS.

Effacez la pile et saisissez 145 et 15. Ensuite appelez le menu MTH.

→ CLR
145 ENTER 15
MTH

Allez au sous-menu PARTS, trouvez la commande % et faites le calcul.

PARTS NXT %

Exemple : Trouvez 6! (factorielle 6). La commande ! se trouve dans le menu MTH PROB.

Effacez la pile et tapez 6. Ensuite allez au menu MTH PROB.

→ CLR
6 MTH PROB

Exécutez la commande !, le résultat est 6!.

!

Pour taper les lettres et les autres caractères :

- Pour taper une lettre isolée, appuyez sur α, puis appuyez sur la touche près de laquelle la lettre est imprimée en blanc.
- Pour taper une suite de lettres, appuyez sur α α, appuyez tour à tour sur les lettres, puis appuyez sur α. (Si vous appuyez sur ENTER pour saisir immédiatement une ligne de commande, vous n'avez pas besoin de taper le α final.)
- Pour taper quelques lettres, maintenez appuyée α, appuyez sur les touches des lettres dont vous avez besoin, puis relâchez α.

Le témoin **α** du haut de l'affichage s'allume lorsque le clavier « alpha » est actif. Si vous appuyez deux fois sur α, le témoin **α** reste affiché jusqu'à ce que vous appuyiez à nouveau sur α, ou que vous traitiez une ligne de commande.

Les touches de lettres sont indiquées en caractères blancs à la droite des touches. Lorsque α est présent, ces touches impriment des lettres à l'écran. Vous pouvez taper des nombres à tout moment, que α soit présent ou non.

Vous pouvez taper des commandes ou d'autres informations lettre par lettre, comme vous le verrez dans le reste de ce chapitre. Dans les exemples, les caractères que vous tapez sont indiquez sous la forme « ABC »—mais pour les introduire, souvenez-vous qu'il faut utiliser le mode [α], comme dans

[α] A [α] B [α] C → ABC
[α] [α] A B C [α] → ABC
[α] (maintenez) A B C (relâchez) → ABC

Pour introduire tout type d'objet:

1. Tapez les *délimiteurs* qui correspondent au type d'objet (si nécessaire).
2. Saisissez les informations en appuyant sur les touches de commande ou en tapant les caractères.
3. Appuyez sur [ENTER].

Chaque type d'*objet* représente une catégorie d'informations différente. Voici une liste partielle des différents types d'objet et de leurs *délimiteurs*—la ponctuation qui les identifie pour le HP 48.

Objets	Délimiteurs	Exemples
Nombre réel	Aucun	14.75
Nombre complexe	( ) (parenthèses)	(8.25,12.1)
Chaîne	" " (guillemets)	"Hello"
Tableau	[ ] (crochets)	[4.8 -1.3 2.1]
Unité	_ (soulignement)	11.5_ft
Programme	« » (chevrons)	« √ DUP NEG »
Expression algébrique	' ' (apostrophes)	'A-B'
Liste	{ } (accolades)	{ 6.8 5 "CINQ" }
Commande intégrée	Aucun	FIX
Nom	Aucun *ou* ' ' (apostrophes)	VOL *ou* 'VOL'

La plupart des commandes utilisent plusieurs types d'objets—il y a donc moins de commandes à mémoriser. Par exemple, vous pouvez ajouter des nombres réels, des nombres complexes, des tableaux, chaînes, expressions algébriques et d'autres encore.

Exemple : Saisissez deux chaînes de texte "HELLO" et " AMI", puis combinez-les.

Effacez la pile et saisissez la première chaîne. (N'oubliez pas : Utilisez (α) pour taper les lettres ci-dessous.)

(→)(CLR)
(→)(" ") HELLO (ENTER)

Saisissez la deuxième chaîne—notez qu'elle commence par un espace.

(→)(" ") (SPC) AMI (ENTER)

Combinez (additionnez) les chaînes.

(+)

1 Utiliser la mémoire

Bien que la pile soit capable de contenir beaucoup d'éléments d'information—beaucoup d'objets—il est pratique de stocker des informations dans les *variables*. Une variable est un endroit de la mémoire dans lequel un objet est stocké—*tout* type d'objet. Une variable peut contenir un seul nombre—ou un long programme.

Chaque variable porte un nom. Il l'identifie et permet l'accès à l'objet stocké dans la variable.

(Une variable est comparable aux « registres » des calculateurs HP plus anciens, comme le HP 41—avec cette différence que les variables ont un nom et peuvent contenir n'importe quel type d'objet, même un programme.)

Pour stocker n'importe quel type d'objet dans une variable :

1. Saisissez l'objet.
2. Appuyez sur ⍞ et tapez un nom de variable. (Utilisez la touche (α) si nécessaire—assurez-vous que le témoin α disparaît lorsque vous avez terminé.)
3. Appuyez sur (STO).

Vous pouvez utiliser des noms faciles à mémoriser. Un nom de variable peut être court (une seule lettre) ou long de 127 caractères. Les noms peuvent être les mêmes que ceux de commandes intégrées et peuvent commencer ou comporter des chiffres.

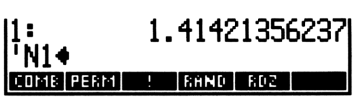
Exemple : Cherchez la racine carrée de 2 et stockez cette valeur dans une variable nommée *N1*.

Effacez la pile et trouvez la racine carrée de 2.

(→) (CLR)
2 (√x)

Saisissez le nom *N1*. (Utilisez (α) pour taper la lettre ci-dessous. Assurez-vous que le témoin α n'est plus affiché à la fin de cette étape.)

⍞ N1



Stockez le résultat.

(STO)

Pour stocker n'importe quel type d'objet dans une variable existante :

1. Saisissez l'objet.
2. Appuyez sur (VAR).
3. Appuyez sur la touche ◀ nom qui porte le nom de la variable.

Le menu VAR (variables) contient les noms des variables existantes.

Pour récupérer un objet stocké dans une variable :

- Appuyez sur (VAR), puis appuyez sur la touche de menu portant son ▶ nom.

  ou
- Appuyez sur ' et tapez le nom de la variable, puis appuyez sur ▶(RCL).

Pour utiliser un objet stocké dans une variable :

- Appuyez sur (VAR), puis appuyez sur la touche de menu portant le nom de la variable.

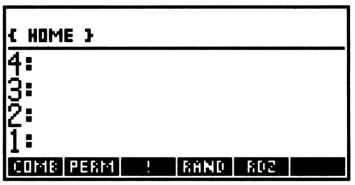
  ou
- Saisissez le nom de la variable (sans apostrophes ') et appuyez sur (ENTER).

Pour les nombres et les autres types d'objets, « l'utiliser » signifie simplement rappeler son contenu. Pour un programme, « l'utiliser » signifie l'exécuter.

Exemple : Stockez la largeur et la longueur d'un rectangle de 3 m sur 5 dans *W* et *L*, puis utilisez ces valeurs pour trouver sa surface. Stockez le résultat dans la variable existante *N1*.

1 Saisissez et stockez la largeur « W » et la longueur. (Utilisez (α) pour taper les lettres ci-dessous.)

3 (ENTER)
(') L (STO)
5 (ENTER)
(') W (STO)



Rappelez les deux valeurs.

(VAR) L W

Multipliez pour trouver la surface.

(×)

Stockez la surface dans la variable existante *N1*.

(←) N1

Rappelez la surface se trouvant dans *N1*.

N1

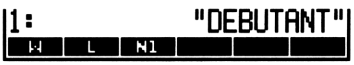
Pour modifier (ou « examiner ») un objet stocké :

1. Appuyez sur (').
2. Appuyez sur (VAR), puis appuyez sur la touche de menu qui porte le nom de la variable.
3. Appuyez sur (→)(VISIT).
4. Modifiez les données affichées. Appuyez sur (◀), (▶), (▲) et (▼) pour déplacer le curseur. Appuyez sur (DEL) ou (←) pour supprimer des caractères.
5. Appuyez sur (ENTER) pour sauvegarder les modifications (ou appuyez sur (ATTN) pour les abandonner).

Exemple : Stockez la chaîne de texte « DEBUTANT » dans le nom *TEXTE*. Ensuite, changez-la en « EXPERT ».

Effacez la pile et saisissez la chaîne entre apostrophes. (Utilisez [α] pour taper les lettres ci-dessous.)

[→][CLR]
[→][" "] DEBUTANT [ENTER]



Stockez le texte dans *TEXTE*. (Utilisez [α] pour taper les lettres ci-dessous.)

[↑] TEXTE [STO]

Préparez-vous à modifier l'objet stocké. (Appuyez sur [VAR] si vous ne voyez pas le label TEXTE.)

[↑] TEXTE
[→][VISIT]

Placez le curseur sur la première lettre, puis supprimez les sept autres ; insérez les autres. (Utilisez [α] pour taper les lettres ci-dessous.)

[▶] [DEL] [DEL] [DEL] [DEL] [DEL] [DEL] [DEL] E X P E R

Sauvegardez les modifications.

[ENTER]

Pour supprimer un objet stocké (la variable) :

1. Appuyez sur [↑].
2. Appuyez sur [VAR], puis appuyez sur la touche qui porte le nom de la variable.
3. Appuyez sur [←][PURGE].

Exemple : Supprimez la chaîne de caractères logée dans *TEXTE*.

Saisissez le nom de la variable. (Appuyez sur [VAR] si vous ne voyez pas le label de menu *TEXTE*.)

[↑] TEXTE

Supprimez l'objet—et le nom disparaît du menu.

◀ PURGE

Pour supprimer tous les objets stockés (toutes les variables) :

1. *Ne faites pas ceci si vous avez stocké des données.*
2. Appuyez sur ▶ PURGE (shift *droite*).
3. Appuyez sur ENTER pour les supprimer (ou appuyez sur ATTN pour *ne pas* les détruire.)

Résoudre des problèmes

Vous pouvez utiliser le HP 48 de plusieurs manières pour résoudre des problèmes ; vous en trouverez quelques-unes ci-dessous :

- Effectuer des calculs numériques au clavier (page 1-18).
- Faire de l'algèbre (page 1-24).
- Trouver les inconnues d'équations (page 1-31).
- Obtenir des réponses sous forme de graphes (page 1-35).
- Créer vos propres fonctions (page 1-40).
- Programmer (page 1-42).

Effectuer des calculs numériques au clavier

Les calculs numériques effectués au clavier sont pratiques pour les calculs utilisés une seule fois, impliquant uniquement des résultats numériques. Vous pouvez effectuer des calculs basés sur la *pile* (décrits dans les pages qui suivent) et des calculs impliquant des *expressions algébriques* (ils sont décrits juste après). Ces calculs illustreront aussi la syntaxe de base des autres commandes du HP 48.

Voir « Utiliser la mémoire » en page 1-14 pour apprendre comment stocker et rappeler des objets tels que des nombres.

Pour effectuer des calculs avec deux nombres :

1. Saisissez le premier nombre.
2. Appuyez sur ENTER (ou sur SPC).
3. Saisissez le deuxième nombre.
4. Appuyez sur la touche de commande.

Exemple : Calculez 45 × 78.

45 ENTER 78 ×

Exemple : Calculez 20^{-2}.

20 SPC 2 +/- y^x

Exemple : Calculez le pourcentage de changement de 88 à 99.

88 ENTER 99
MTH PARTS NXT %CH

Pour effectuer des calculs avec un nombre :

1. Saisissez ce nombre.
2. Appuyez sur la touche de commande.

Exemple : Calculez $\frac{1}{62{,}5}$.

62.5 1/x

Exemple : Calculez $\sqrt{166}$.

166 √x

Pour utiliser les résultats précédents (sans ligne de commande) :

- Pour utiliser le résultat au niveau 1 dans un calcul sur un seul nombre, appuyez sur la touche de commande.
- Pour utiliser le résultat au niveau 1 dans un calcul sur deux nombres, saisissez le second nombre, puis appuyez sur la touche de la commande.
- Pour utiliser le résultat présent dans les niveaux 1 et 2 dans un calcul sur deux nombres, appuyez sur la touche de la commande.

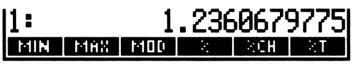
- Pour permuter les nombres des niveaux 1 et 2, appuyez sur ▶ ou sur ↩ SWAP.

Exemple : Calculez $12 + 13 + 14$.

12 ENTER 13 + 14 +

Exemple : Calculez $\sqrt{5} - 1$.

5 √x 1 −



Exemple : Calculez $\frac{15}{0{,}06 \times 14{,}5}$. (Appuyez sur ▶ pour permuter numérateur et dénominateur avant d'appuyer sur ÷.)

.06 ENTER 14.5 ×
15 ENTER ▶ ÷

Pour taper des nombres grands et petits (puissances de 10) :

1. Saisissez la mantisse. Appuyez sur +/− si la mantisse est négative.
2. Appuyez sur EEX. (Vous obtenez un E pour « exposant ».)
3. Saisissez l'exposant—la puissance de 10. Appuyez sur +/− si l'exposant est négatif.

Pour un nombre tel que $-1,602 \times 10^{-19}$, la *mantisse* est $-1,602$ et l'*exposant* -19.

Exemple : Trouvez le nombre de molécules présentes dans 13,5 grammes d'hydroxyde de sodium (NaOH). La solution est $N_A \times m / PA$, où N_A est le nombre d'Avogadro ($6,022 \times 10^{23}$), m est 13,5 et MW est la somme des masses atomiques du sodium, de l'oxygène et de l'hydrogène (23, 16 et 1).

Effacez la pile, puis saisissez le nombre d'Avogadro.

↪ CLR
6.022 EEX 23 ENTER

Multipliez par 13,5.

13.5 ×

Ajoutez les deux premières masses atomiques.

23 ENTER 16 +

```
2:                  8.1297E24
1:                         39
MIN MAX MOD   %   %CH   %T
```

Ajoutez le troisième masse atomique au résultat précédent.

1 +

```
2:                  8.1297E24
1:                         40
MIN MAX MOD   %   %CH   %T
```

Divisez les deux valeurs déjà présentes dans la pile.

÷

```
2:
1:              2.032425E23
MIN MAX MOD   %   %CH   %T
```

Pour introduire la valeur de pi:

1. Appuyez sur ◀ π.
2. Appuyez sur ▶ →NUM.

π est normalement exprimé en tant que symbole—il faut appuyer sur ▶ →NUM pour obtenir sa valeur numérique.

Exemple: Calculez la valeur de 2π.

Effacez la pile, saisissez 2 et saisissez la valeur de π. (Pas besoin d'appuyer sur ENTER.)

▶ CLR
2
◀ π ▶ →NUM

```
2:                          2
1:          3.14159265359
MIN MAX MOD   %   %CH   %T
```

Multipliez les deux nombres.

×

```
2:
1:          6.28318530718
MIN MAX MOD   %   %CH   %T
```

Pour faire un calcul algébrique:

1. Appuyez sur '.
2. Saisissez les nombres, opérateurs et parenthèses de la gauche vers la droite. Appuyez sur ▶ pour passer au-delà des parenthèses de droite.

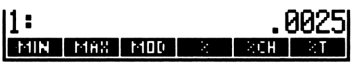
3. Appuyez sur EVAL (ou appuyez sur ▶ →NUM si l'expression contient π ou une autre constante symbolique).

Exemple : Calculez 20^{-2}.

' 20 y^x − 2

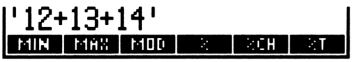
Evaluez l'expression.

EVAL



Exemple : Calculez $12 + 13 + 14$.

' 12 + 13 + 14



Evaluez l'expression.

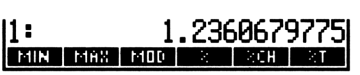
EVAL

Exemple : Calculez $\sqrt{5} - 1$.

' $\sqrt{x}$ 5 − 1

Evaluez l'expression.

EVAL

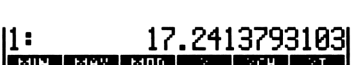


Exemple : Calculez $\frac{15}{0{,}06 \times 14{,}5}$.

' 15 ÷ ◀ () .06 × 14.5

Evaluez l'expression.

EVAL



Pour définir les unités d'angle pour les fonctions trigonométriques :

- Pour passer des degrés aux radians, appuyez sur ◀ RAD.
- Pour revenir aux degrés, appuyez sur ◀ RAD.

En haut de l'affichage, RAD montre que c'est le mode radians qui est actif—pas de témoin signifie que ce sont les degrés qui sont actifs.

Pour changer le format d'affichage des nombres :

- Pour le format « standard », appuyez sur ◀ (MODES) STD .
- Pour n décimales, saisissez le nombre n, puis appuyez sur ◀ (MODES) FIX .
- Pour le format scientifique, saisissez le nombre de décimales, puis appuyez sur ◀ (MODES) SCI .
- Pour le format ingénieur, saisissez le nombre de chiffres après le premier, puis appuyez sur ◀ (MODES) ENG .
- Pour changer le séparateur décimal en virgule (,) ou en point (.), appuyez sur ◀ (MODES) ◀ (PREV) FM, .

En format « standard », tous les nombres sont montrés en pleine précision—tous les chiffres significatifs après le séparateur décimal (le point) sont affichés. De manière interne, la pleine précision est toujours maintenue, sans égard au format d'affichage.

Exemple : Calculez e^5. Ensuite affichez-le avec 2 décimales, en format scientifique avec 4 décimales et en pleine précision.

Effacez la pile et trouvez e^5.

▶ (CLR)
5 ◀ (e^x)

Changez le format en 2 Fix.

2 ◀ (MODES) FIX

Changez le format en 4 Sci.

4 SCI

Revenez au format Standard.

STD

1 Algèbre

Vous pouvez utiliser les *mathématiques symboliques* avec le HP 48, ce qui signifie que vous pouvez incorporer des symboles dans vos calculs, comme vous le faites en algèbre. Vous pouvez donc écrire des équations sur l'affichage du HP 48, vous pouvez résoudre des équations pour certaines variables, et vous pouvez introduire des valeurs et obtenir des résultats numériques.

Une notation algébrique contenant un signe = est nommée une *équation*. Si elle n'en contient pas, nous la nommons *expression*. Par exemple, $x^2 + y^2 = r^2$ est une équation, et $1 + x^2$ est une expression.

Vous utilisez des *objets algébriques* pour représenter des expressions et équations. Vous les créez comme décrit ci-dessous. Les objets algébriques sont stockés et rappelés comme les nombres—voir « Utiliser la mémoire » en page 1-14.

Pour introduire une expression ou équation avec EquationWriter:

1. Appuyez sur ◀ EQUATION.
2. Saisissez les nombres, variables, opérateurs et parenthèses de l'expression ou équation.
   - Pour taper une fraction, appuyez sur ▲ pour introduire le numérateur en premier. Appuyez sur ▶ pour le terminer—et une fois de plus pour terminer le dénominateur.
   - Pour terminer les sous-expressions d'un opérateur, appuyez sur ▶. (Voir l'explication ci-dessous.)
   - Pour corriger une faute frappe, appuyez sur ◀ une ou deux fois. (Le témoin ⧖ pourrait apparaître.)
   - Pour corriger une erreur majeure, appuyez sur ATTN et recommencez.
3. Appuyez sur ENTER (ou appuyez sur ATTN pour abandonner la saisie).

Dans l'application EquationWriter, les arguments des fonctions algébriques sont nommés *sous-expressions*. La plupart sont placées entre parenthèses—certaines sont affichées de manière graphique, comme la sous-expression correspondant à « racine carrée ». Pour terminer une sous-expression, et continuer le reste de l'expression ou équation, appuyez sur ▶.

Exemple : Utilisez EquationWriter pour saisir cette équation d'étude de résistance des matériaux

$$\sin(2a) = \frac{t}{\sqrt{\left(\frac{sx-sy}{2}\right)^2 + t^2}}$$

Effacez la pile et lancez EquationWriter. (Si vous faites une erreur de saisie de l'équation, voir le point 2 ci-dessus.)

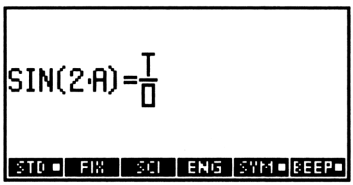
→ CLR
← EQUATION

Saisissez le membre gauche de l'équation. (Utilisez α pour taper les lettres dans l'équation.)

SIN 2A ▶

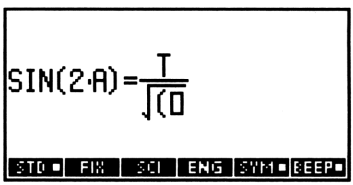
Saisissez le signe égal et le numérateur de la fraction.

← =
▲ T ▶



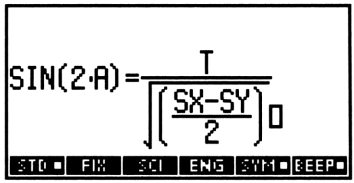
Saisissez la racine carrée et ouvrez la parenthèse.

√x
← ( )



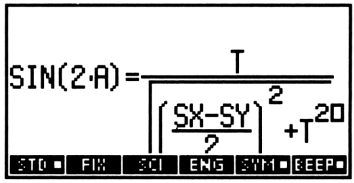
Terminez la fraction entre parenthèses refermez-les.

▲ SX − SY ▶
2 ▶ ▶



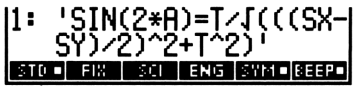
Saisissez la puissance et terminez l'équation.

y^x 2 ▶
+ T y^x 2



Saisissez l'équation dans la pile—elle apparaît sous sa forme symbolique.

ENTER



Stockez l'équation sous le nom *MOHR*. (Utilisez α pour taper les lettres ci-dessous.)

' MOHR STO

Appuyez sur VAR pour voir le label *MOHR*.

Pour introduire une expression ou équation dans la ligne de commande :

1. Appuyez sur '.
2. Saisissez les nombres, variables, opérateurs et parenthèses dans l'expression ou équation, de la gauche vers la droite. Appuyez sur ▶ pour passer au-delà de la parenthèse de droite.
3. Appuyez sur ENTER.

Exemple : Utilisez la ligne de commande pour saisir l'expression $1/(2\pi) \times \sqrt{G/L}$.

Saisissez la première fraction.

' 1 ÷
◀ ( ) 2 × ◀ π ▶

Saisissez le terme de racine carrée.

× √x ◀ ( ) G ÷ L

Saisissez l'expression dans la pile, puis stockez-la sous le nom *FREQ*.

ENTER
' FREQ STO

Pour modifier une expression ou une équation :

- Si elle se trouve au niveau 1, appuyez sur ◀ EDIT. Après modification, appuyez sur ENTER pour sauvegarder les modifications (ou appuyez sur ATTN pour les abandonner).
- Si elle est stockée, appuyez sur ' et sur VAR nom pour le nom et enfin sur ▶ VISIT. La modification terminée, appuyez sur ENTER pour sauvegarder les modifications (ou appuyez sur ATTN pour les abandonner).

Vous pouvez modifier expressions et équations comme les autres objets. Voir « Faire fonctionner le calculateur » en page 1-5 et « Utiliser la mémoire » en page 1-14.

Pour faire des mathématiques symboliques :

- Pour utiliser une commande avec un seul argument, tapez l'objet algébrique (expression ou équation), appuyez sur ENTER et appuyez sur la touche de la commande.
- Pour utiliser une commande avec deux arguments, tapez le premier objet algébrique, appuyez sur ENTER, tapez le second, appuyez sur ENTER et appuyez sur la touche de la commande.
- Pour utiliser des objets algébriques déjà introduits dans la pile, appuyez sur la touche de commande.

Les calculs symboliques se font de la même manière que les calculs numériques—à l'exception près que vous utilisez des objets algébriques au lieu de nombres.

Exemple: Utilisez les mathématiques symboliques pour créer l'équation $y = 1 - e^{-ax}$.

Partant de la gauche, saisissez y et le nombre 1. (Utilisez (α) pour taper les lettres dans l'équation.)

(') Y (ENTER)
1 (ENTER)

Saisissez l'argument $-ax$.

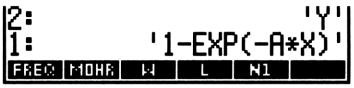
(') (−) A (×) X (ENTER)

Calculez e^{-ax}.

(↶)(eˣ)

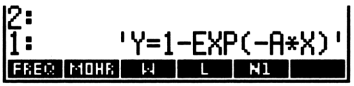
Soustrayez pour calculer $1 - e^{-ax}$.

(−)



Formez une équation à partir des deux expressions.

(↶)(=)



Pour résoudre une équation à une inconnue (variable):

1. Saisissez ou rappelez l'expression ou l'équation au niveau 1 de la pile.
2. Appuyez sur (') , saisissez le nom de la variable cherchée.
3. Appuyez sur (↶)(ALGEBRA) ISOL .
4. Optionnel: pour créer une variable nommée du côté gauche de l'équation et y stocker l'expression du membre de droite, appuyez sur (↶)(DEF).

ISOL exige que la variable n'apparaisse qu'une seule fois dans l'équation. (Si la variable apparaît plus d'une fois, il se peut que vous soyez en mesure de simplifier l'équation—voir les instructions qui suivent le prochain exemple. Si l'équation est linéaire ou du second

degré, placée dans une variable qui apparaît plus d'une fois dans l'équation, vous pouvez utiliser QUAD pour trouver la valeur de la variable.)

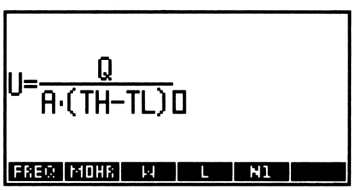
Les inverses de beaucoup de fonctions ont plus d'une valeur. Si votre équation contient de telles fonctions, vous obtenez normalement la *solution générale*—elle peut comporter des variables telles que *n1* ou *s1* représentant des entiers arbitraires ou des signes.

Exemple : Recherchez T_H dans cette équation de transfert de chaleur, puis créez variable *TH* contenant l'expression qui en résulte :

$$U = \frac{q}{A\,(T_H - T_L)}$$

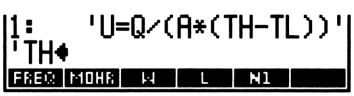
Effacez la pile et tapez l'équation. (Utilisez (α) pour taper les lettres ci-dessous.)

(→)(CLR)
(←)(EQUATION)
U (←)(=)(▲) Q (▶)
A (×)(←)(( )) TH (−) TL (▶)



Saisissez l'équation et spécifiez le nom de la variable à chercher. (Utilisez (α) pour taper les lettres ci-dessous.)

(ENTER)
(')TH



Calculez la valeur de la variable.

(←)(ALGEBRA) ISOL

Faites une variable *TH* de cette équation, puis rappelez-la.

(←)(DEF)
(VAR) TH

Pour simplifier une expression ou équation :

1. Appuyez sur (←)(ALGEBRA).
2. Simplifiez l'expression ou l'équation :
   - Pour développer produits et puissances pour la simplification, appuyez sur EXPA une ou plusieurs fois.

- Pour rassembler et combiner les facteurs identiques, appuyez sur COLCT.

Pour évaluer une expression ou une équation :

1. Saisissez ou rappelez l'expression ou équation au niveau 1 de la pile.
2. Appuyez sur EVAL. (Pour obtenir un résultat strictement numérique, appuyez en lieu et place sur → →NUM —ou après EVAL.)

Lorsque vous évaluez une expression ou une équation, les valeurs des variables existantes sont substituées à leurs noms. Si un nom n'existe pas en tant que variable, il n'est pas remplacé. Normalement, les constantes intégrées du HP 48, telles que π, ne sont évaluées que si vous appuyez sur → →NUM.

Exemple : Exprimez $\sin(2\pi ft)$ en termes de π et en tant que valeurs numériques, où f=2100 et t=0,0003. (Le calcul suppose que le mode d'angle est « radians ».)

Effacez la pile et saisissez l'expression. (Utilisez α pour taper les lettres ci-dessous.)

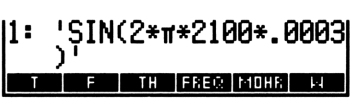
→ CLR
' SIN 2 × ← π × F × T
ENTER

Créez les variables F et T avec les valeurs données. (Utilisez α pour taper les lettres ci-dessous.)

2100 ENTER ' F STO
.0003 ENTER ' T STO

Définissez le mode Radians, puis évaluez l'expression.

← RAD
EVAL



Simplifiez l'expression.

← ALGEBRA COLCT

Exprimez la réponse sous forme de valeur numérique. (Si vous n'aviez pas eu besoin d'une réponse en termes de π, vous auriez pu omettre EVAL et COLCT.) Revenez ensuite au mode Degrés.

→NUM
RAD

Rechercher des valeurs inconnues

Si vous désirez obtenir des solutions numériques pour une inconnue dans une équation, vous pouvez utiliser l'application HP Solve. Vous pouvez chercher la valeur de n'importe quelle variable sans changer l'équation : ce qui signifie que vous n'avez pas à la résoudre symboliquement.

Si vous résolvez une *équation*, le HP 48 essaie de faire en sorte que la différence entre les deux membres soit égale à zéro. Si vous résolvez une *expression*, il essaie de lui faire atteindre la valeur zéro.

Pour préparer la résolution d'une nouvelle équation ou expression :

1. Saisissez l'équation ou expression dans la pile.
2. Appuyez sur SOLVE.
3. Appelez l'équation ou expression :
   - Pour stocker une copie de l'équation ou de l'expression pour usage ultérieur, appuyez sur NEW, tapez un nom pour elle sans appuyer sur α et appuyez sur ENTER.
   - Pour ne pas conserver de copie, appuyez sur STEQ.
4. Appuyez sur SOLVR.

Le menu SOLVR qui a été créé présente des labels de menu « blancs » pour afficher les variables de l'équation ou de l'expression. Les labels blancs marquent la différence entre les menus SOLVR et VAR— comme expliqué ci-dessous.

Pour stocker une valeur dans une variable :

1. Saisissez la valeur.
2. Appuyez sur la touche de menu nom de la variable.

Pour trouver la valeur d'une inconnue :

1. Assurez-vous que vous avez stocké des valeurs dans toutes les variables connues.
2. Appuyez sur ◀ nom (le nom de la variable inconnue).

Le message Zero ou Sign Reversal au-dessus de l'affichage signifie qu'une solution a été trouvée. Un message différent signifie que vous avez à évaluer plus avant.

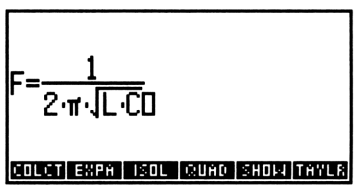
Vous pouvez résoudre une équation ou expression un grand nombre de fois—pour des toutes sortes de valeurs connues, et pour différentes combinaisons de valeurs connues et inconnues—comme le démontre l'exemple suivant.

Exemple : Trouvez l'inductance nécessaire pour qu'un circuit inducteur-capaciteur atteigne une fréquence de résonance de 18,000 Hz si la capacitance est de 33×10^{-6} farads. L'équation est la suivante

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

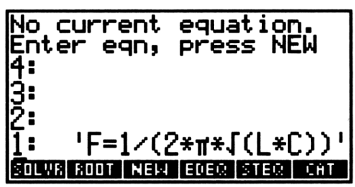
Effacez la pile et utilisez EquationWriter pour introduire l'équation. (Utilisez α pour taper les lettres ci-dessous.)

▶ CLR
◀ EQUATION
F ◀ = ▲ 1 ▶
2 ◀ π √x L × C



Placez l'équation dans la pile et appelez le menu SOLVE.

ENTER
◀ SOLVE

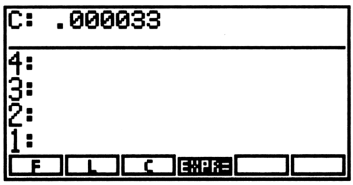


Nommez l'équation *CKT*, puis appelez le menu SOLVR. (Le témoin **α** est déjà présent, nul besoin d'appuyer sur (α).)

NEW CKT (ENTER)
SOLVR

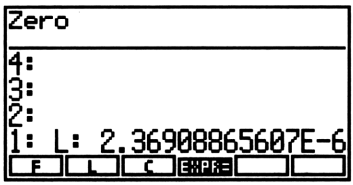
Stockez les deux valeurs connues.

18000 F
33 (EEX) (+/-) 6 C



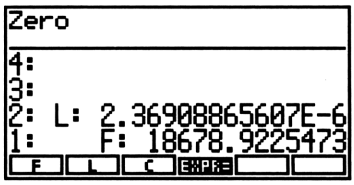
Cherchez l'inductance.

(←) L



Si la valeur la plus proche est $2{,}2\times10^{-6}$, cherchez la fréquence de résonance.

2.2 (EEX) (+/-) 6 L
(←) F



Pour trouver certaines solutions parmi plusieurs :

1. Introduisez une estimation de la variable. La valeur devrait être proche de la solution cherchée—plus près de celle que vous désirez que d'autres solutions également possibles.
2. Appuyez sur le nom de cette variable pour stocker l'estimation.
3. Appuyez sur (←) et le nom de cette même variable.

L'équation ou expression possède plus d'une solution, mais le calculateur s'arrête quand il en trouve une seule. Vous pouvez aboutir à une autre solution en stockant une autre estimation dans la variable cherchée—elle indique à HP Solve où commencer les recherches.

Toutefois, si votre problème possède plusieurs solutions, vous pourriez aussi envisager de le résoudre de manière graphique. Voyez à ce propos la section suivante, « Obtenir des réponses de manière graphique ».

Pour prendre connaissance de la valeur des variables en cours :

1. Appuyez sur ← REVIEW.
2. Appuyez sur ATTN quand vous avez terminé.

Pour obtenir le menu des variables HP Solve après une interruption :

- Appuyez sur → SOLVE (shift *droite*).

Pour résoudre à nouveau une ancienne équation ou expression :

1. Appuyez sur ← SOLVE.
2. Appuyez sur CAT.
3. Appuyez sur ▼ et ▲ pour placer le pointeur sur l'équation ou expression désirée.
4. Appuyez sur SOLVR pour la préparer.

Vous pouvez aussi attacher des unités aux valeurs que vous introduisez ou que vous calculez. Voir « Utiliser des nombres avec des unités » en page 1-45.

Obtenir des réponses de manière graphique

Si vous désirez étudier le comportement graphique d'une expression ou d'une équation et obtenir des solutions numériques pour une variable particulière, vous pouvez utiliser l'application Plot. Vous n'avez pas besoin de chercher la variable symboliquement.

Les information de cette section assumes supposent que vous effectuez des tracés de « fonctions »—y comme fonction de x. D'autres types de tracé sont possibles.

Pour préparer une nouvelle expression ou équation pour le traçage :

1. Saisissez l'expression ou l'équation dans la pile.
2. Appuyez sur ◀ PLOT.
3. Appelez l'expression ou équation :
   - Pour sauvegarder une copie de l'expression ou de l'équation pour utilisation ultérieure, appuyez sur NEW, tapez un nom sans appuyer sur α et appuyez sur ENTER.
   - Pour ne pas en conserver de copie, appuyez sur STEQ.
4. Vérifiez que l'indication FUNCTION figure au sommet de l'affichage. Si ce n'est pas le cas, appuyez sur PTYPE FUNC.
5. Appuyez sur PLOTR.

Pour stocker une valeur pour une constante :

1. Appuyez sur ▶ SOLVE (shift *droite*).
2. Saisissez la valeur.
3. Appuyez sur le nom de la variable.
4. Appuyez sur ▶ PLOT (shift *droite*).

Seule la variable de la variable indépendante change pendant le tracé. Toutes les autres variables sont considérées constantes.

Pour tracer une expression ou une équation :

1. Préparez l'expression ou l'équation que vous désirez tracer :
2. Appuyez sur ', tapez le nom de la variable indépendante de votre expression ou équation et appuyez sur INDEP.
3. Saisissez une valeur pour l'extrémité gauche de l'axe des x, appuyez sur SPC ou ENTER, tapez la valeur de l'extrémité droite et appuyez sur XRNG.
4. Appuyez sur ERASE.
5. Appuyez sur AUTO.

La gamme de l'axe vertical est calculée automatiquement.

Si vous tracez une équation comportant une expression à gauche du signe égal, deux courbes sont tracées—elles représentent les deux moitiés de l'équation. Si vous tracez une expression—ou une équation avec un seul nom de variable placé à gauche du signe égal, une seule courbe est tracée.

Pour activer et inactiver l'affichage graphique :

- Pour mettre fin à l'affichage graphique, appuyez sur ATTN. Ensuite, si vous désirez revenir à l'écran de préparation de tracé, appuyez sur → PLOT (shift *droite*).
- Pour définir l'affichage graphique, appuyez sur ← (ou sur ↑ GRAPH) en l'absence de toute ligne de commande.

Exemple : Tracez la résistamce totale d'un circuit résistif parallèle

$$\frac{1}{\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}}$$

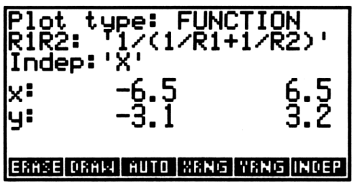
où R_2 vaut 1 500 ohms et R_1 varie de 10 à 5 000 ohms.

Effacez la pile et tapez l'expression. (Utilisez α pour taper les lettres ci-dessous.)

→ CLR
↑ EQUATION
1 ÷ 1 ÷ R1 ▶ + 1 ÷ R2

Placez l'équation dans la pile et faites-en l'équation en cours. (Le témoin **α** apparaît automatiquement.) Assurez-vous que le type d'affichage est bien FUNCTION. Ensuite préparez-la au tracé.

ENTER
◀ PLOT NEW R1R2 ENTER
PTYPE FUNC (si nécessaire)
PLOTR

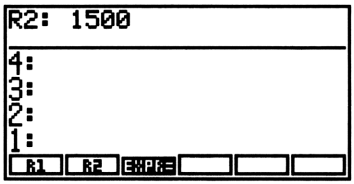


Faites de *R1* la variable indépendante et définissez sa gamme de 10 à 5 000. (Utilisez α pour taper la lettre ci-dessous.)

' R1 INDEP
10 SPC 5000 XRNG

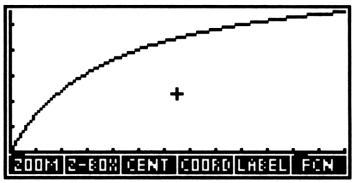
Définissez un *R2* de 1 500. (Notez le shift *droite*.)

▶ SOLVE 1500 R2



Faites le tracé. (Notez le shift *droite*.)

▶ PLOT ERASE AUTO



Revenez à l'affichage de la pile.

ATTN

Pour estimer les coordonnées :

1. Examinez le tracé dans l'affichage graphique.
2. Appuyez sur ▲, ▼, ◀ et ▶ pour placer le curseur + sur le point désiré.
3. Appuyez sur + ou sur COORD pour voir les coordonnées (x et y) du curseur.
4. Appuyez sur + ou sur toute touche de menu pour arrêter l'affichage des coordonnées.
5. Optionnel : appuyez sur ENTER pour placer les coordonnées dans la pile.

Pour résoudre l'équation pour un point précis de la courbe :

1. Visualisez le tracé dans l'affichage graphique.
2. Appuyez sur ▲, ▼, ◀ et ▶ pour déplacer le curseur + vers le point qui vous intéresse.
3. Appuyez sur FCN.
4. Résolvez :
   - Pour trouver une valeur x où la courbe rencontre l'axe des x, appuyez sur ROOT.
   - Pour trouver le point d'intersection de deux courbes, appuyez sur ISECT.
   - Pour trouver un point critique, appuyez sur EXTR (Extremum).
5. Appuyez sur ATTN.
6. Appuyez sur EXIT.

Une fois calculées, les valeurs de ces fonctions sont placées dans la pile.

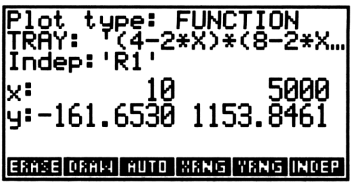
Exemple : Le volume d'un plateau formé par une feuille métallique de dimensions 4 sur 8 est donné par l'équation $(4 - 2x)(8 - 2x)x$ où x est la hauteur du plateau (entre 0 et 2). Trouver le volume maximum et la valeur x correspondante.

Saisissez l'expression. (Utilisez α pour taper les lettres ci-dessous.)

' ( ) 4 − 2 × X ▶
× ( ) 8 − 2 × X ▶ × X
ENTER

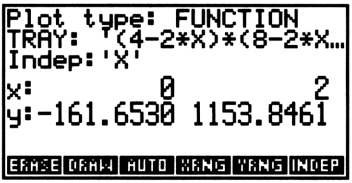
Préparez l'expression pour le tracé. (Le témoin α s'active automatiquement.)

◀ PLOT NEW TRAY ENTER
PLOTR



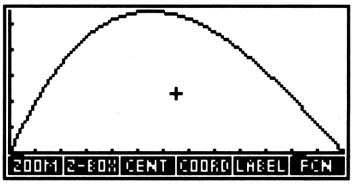
Faites de X la variable indépendante et définissez une gamme de 0 à 2. (Utilisez α pour taper la lettre ci-dessous.)

' X INDEP
0 SPC 2 XRNG



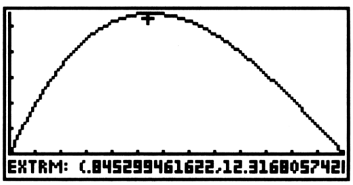
Tracez l'expression.

ERASE AUTO



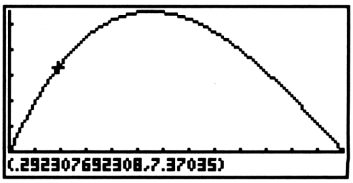
Placez le curseur près du maximum et trouvez ses coordonnées. (OFF SCREEN est affiché juste avant le résultat.)

(◀ et ▲ autant que nécessaire)
FCN EXTR



Placez le curseur sur un autre point de la courbe, cherchez les coordonnées du curseur et placez-les dans la pile. (La position de votre curseur peut différer légèrement de celle qui est illustrée ici.)

(▼ et ◀ autant que nécessaire)
+ ENTER



Revenez à l'affichage de la pile. Les coordonnées (x et y) des deux points sont dans la pile.

ATTN

Pour revenir au menu de préparation après une interruption:

- Appuyez sur → PLOT (shift *droite*).

Pour refaire le tracé d'une ancienne équation ou expression:

1. Appuyez sur ← PLOT.
2. Appuyez sur CAT.
3. Appuyez sur ▼ et ▲ pour placer le pointer sur l'équation ou l'expression que vous désirez retracer.
4. Appuyez sur PLOTR pour préparer l'équation ou l'expression.

Créez vos propres fonctions

Si vous faites souvent un certain calcul qui n'est pas intégré au HP 48, vous pouvez créer une fonction *définie par l'utilisateur*, ou fonction-utilisateur. Vous pouvez ensuite l'utiliser pour les calculs numériques *et* symboliques.

Pour créer une fonction-utilisateur:

1. Saisissez une équation qui spécifie le nom de la fonction nom et ses arguments du côté gauche et l'expression définissant le calcul du côté droit.
2. Appuyez sur ← DEF.

La syntaxe est '*nom*(*arg1*, *arg2*...)=*expression*'. Par exemple, 'AVG3(A,B,C)=(A+B+C)/3' est une définition correcte.

Pour utiliser une fonction-utilisateur avec la pile:

1. Saisissez les valeurs de l'argument dans la pile, dans l'ordre où elles apparaissent dans le membre gauche de la définition de la fonction. (Le dernier argument devrait être au niveau 1.)

2. Appuyez sur [VAR] [nom], celui de la fonction-utilisateur.

Pour utiliser une fonction-utilisateur dans une expression:

1. Appuyez sur [']
2. Appuyez sur [VAR] et sur le [nom] de la fonction-utilisateur.
3. Appuyez sur [←][()].
4. Saisissez les arguments de l'expression algébrique dans leur ordre et séparez-les par des virgules.
5. Appuyez sur [ENTER] (ou appuyez sur [▶] pour continuer l'expression).

Exemple: Definissez une fonction *KE* qui calcule l'énergie cinétique d'un corps en mouvement, calculée par $\frac{1}{2}mv^2$. Trouvez l'énergie correspondant à m=14,5 et v=127,9. Ecrivez une expression pour l'énergie totale de deux cops avec les masses m_1 et m_2 et les vitesses v_1 et v_2.

Effacez la pile et saisissez l'équation qui définit la fonction. (Utilisez [α] pour taper les lettres ci-dessous.)

[→][CLR]
['] KE [←][()] M [←][,] V [▶]
[←][=] .5 [×] M [×] V [y^x] 2 [ENTER]

```
1: 'KE(M,V)=.5*M*V^2'
ERASE DRAW AUTO HANG VANG INDEP
```

Créez la fonction-utilisateur.

[←][DEF]

```
1:
ERASE DRAW AUTO HANG VANG INDEP
```

Calculez l'énergie cinétique pour le premier problème.

[VAR] 14.5 [ENTER] 127.9 [KE]

```
1:                    118598.4725
 KE   X   TRAN   R1   R2   R1R2
```

Ecrivez l'expression de l'énergie cinétique totale. (Utilisez [α] pour taper les lettres ci-dessous.)

['] [KE] [←][()] M1 [←][,] V1 [▶]
[+] [KE] [←][()] M2 [←][,] V2
[ENTER]

```
2:                    118598.4725
1: 'KE(M1,V1)+KE(M2,V2
   )'
 KE   X   TRAN   R1   R2   R1R2
```

Si vous avez stocké des valeurs dans les variables *M1*, *M2*, *V1* et *V2*, vous pouvez évaluer cette expression.

1 Programmer sur le HP 48

Pour les problèmes répétitifs auxquels les expressions symboliques ou les autres techniques ne conviennent pas, vous pouvez créer des programmes. Vous pouvez utiliser les programmes pour exécuter toutes les suites d'opérations que vous désirez. Les touches sur lesquelles vous appuyez pour exécuter un calcul au clavier peuvent être incluses dans un programme pour effectuer le même calcul.

Les « programmes », sont simplement des suites de commandes, de nombres et d'autres objets qui sont traités tour à tour. Un programme est lui aussi un objet - il occupe un niveau de la pile et il peut être stocké dans une variable. Toutefois, un programme complet consiste souvent en une suite de « programmes » qui travaillent ensemble.

La création de programmes est expliquée ci-dessous. Il est possible de les stocker en mémoire et de les rappeler, tout comme un simple objet. Voyez à ce sujet « Utiliser la mémoire », en page 1-14.

Pour saisir un programme :

1. Appuyez sur ◀ (« »).
2. Introduisez les commandes, nombres et autres objets dans l'ordre où vous voulez qu'ils soient traités par le programme.
   - Pour une commande, appuyez sur la touche qui y correspond ou tapez son nom.
   - Pour un nombre, tapez ce nombre ; appuyez sur SPC pour séparer deux nombres qui se suivent.
   - Pour une variable, appuyez sur VAR nom ou tapez son nom.
   - Pour une expression symbolique, appuyez sur ', introduisez l'expression et appuyez sur ▶.
   - Pour tout autre objet, tapez ses délimiteurs, introduisez le contenu et appuyez sur ▶.
3. Appuyez sur ENTER.

Les lignes que vous saisissez dans un programme peuvent être aussi longues—ou aussi courtes—que nécessaire. Commencez une nouvelle ligne en tapant ▶ ↵ (votre nouvelle ligne). Les ruptures de ligne ne sont pas prises en compte lorsque vous appuyez sur ENTER.

Pour les calculs, vous pouvez utiliser des calculs de « pile » (vous introduisez des données et exécutez des commandes) ou des calculs « symboliques » (vous introduisez des expressions et les évaluez). Ces

deux méthodes ont un aspect très différent dans un programme, mais donnent les mêmes résultats.

Dans un programme, un nom de variable se comporte de la même manière que lorsque vous appuyez sur la touche qui lui correspond dans le menu VAR.

Exemple : Créez un programme qui mette deux nombres au carré, venant des niveaux 1 et 2 de la pile, puis trouve la valeur absolue de la différence : $|x_1^2 - x_2^2|$.

Dans l'ordre, le programme met au carré le nombre du niveau 1, permute les valeurs des niveaux 1 et 2, met au carré le nouveau nombre obtenu au niveau 1, soustrait les valeurs des niveaux 1 et 2 et trouve la valeur absolue du résultat.

Efface la pile et commence la saisie du programme.

→ CLR
→ « » → x^2 → SWAP → x^2

Complète le programme.

− MTH PARTS ABS

Place le programme sur la pile.

ENTER

Stocke le programme dans la variable *DIFF*. (Utilisez la touche α pour introduire les lettres ci-dessous.)

' DIFF STO

Pour introduire un programme simple avec des variables locales :

1. Appuyez sur → « ».
2. Appuyez sur → →.
3. Saisissez des noms pour une ou plusieurs variables. Appuyez sur SPC pour séparer les noms.

4. Appuyez sur ' et introduisez une expression symbolique qui utilise les noms de variables locales.
5. Appuyez sur ENTER.

Les *variables locales* sont des variables temporaires. Une commande → prend des nombres ou d'autres objets dans la pile et les stocke dans des variables temporaires - puis utilise ces valeurs pour évaluer l'expression symbolique. En utilisant des variables locales et une expression symbolique, vous créez un programme facile à rédiger et à interpréter.

Exemple : Renommez le programme précédent pour qu'il utilise les variables locales pour calculer $|x_1^2 - x_2^2|$.

Introduisez le programme. (Utilisez la touche α pour taper les lettres de cet exemple.)

◀ « » ▶ → X2 SPC X1 SPC ' MTH PARTS ABS X1 y^x 2 − X2 y^x 2 ENTER

```
2:
1: « → X2 X1 'ABS(X1^2
   -X2^2)' »
ABS SIGN CONJ ARG RE IM
```

Stockez le programme dans la variable *DIFF*.

VAR ◀ DIFF

```
1:
DIFF RE X TRAN A1 A2
```

Pour exécuter un programme :

- Appuyez sur VAR, puis sur nom pour obtenir la variable où se trouve stocké le programme.
  ou
- Tapez le nom de la variable dans laquelle le programme est stocké (sans signes ') et appuyez sur ENTER.
  ou
- Placez le programme au niveau 1 de la pile et appuyez sur EVAL. (le programme est retiré de la pile, puis commence son exécution.)

Si vous stockez un programme dans une variable, vous gagnez la possibilité de l'exécuter en invoquant son nom dans un autre programme.

Pour interrompre l'exécution d'un programme :

- Appuyez sur ATTN.

Exemple : Utilisez le programme précédent, *DIFF*, pour trouver $|6^2 - 9^2|$.

9 ENTER 6 VAR DIFF

Pour modifier un programme :

- Si le programme se trouve au niveau 1, appuyez sur ← EDIT. Après la modification, appuyez sur ENTER pour sauvegarder les changements apportés (ou appuyez sur ATTN pour les éliminer).
- Si le programme est stocké, appuyez sur ', ensuite sur VAR nom pour le nom, et sur → VISIT. Après avoir modifié le programme, appuyez sur ENTER pour sauvegarder les modifications (ou appuyez sur ATTN pour les rejeter).

Un programme peut être modifié de la même manière qu'un objet. Voyez « Faire fonctionner le calculateur » en page 1-5 et « Utiliser la mémoire » en page 1-14.

Utiliser des nombres avec des unités

Bien des problèmes de physique utilisent des valeurs associées à des unités, telles que 17,5 *mètres* et 324 *calories par seconde*. Le HP 48 vous permet de lier des unités de mesure à des valeurs numériques. De telles combinaisons sont appelées ici *objets unités*. Le HP 48 contient plus de 100 unités que vous pouvez combiner en unités composées selon vos besoins.

Pour associer nombres et unités :

1. Entrez le nombre. Vous n'avez pas à appuyer sur ENTER.
2. Appuyez sur ← UNITS.
3. Appuyez sur NXT autant de fois que nécessaire, puis sur la touche de menu correspondant à la catégorie d'unités appropriée.
4. Appuyez sur NXT autant que nécessaire, puis sur unit pour les unités requises. Appuyez sur → unit dans le cas où vous

désirez obtenir l'*inverse* des unités. (remplacez dans cet exemple `unit` par la touche de menu *ad hoc*.)

5. Pour les unités composées, répétez les étapes de 2 à 4 pour chaque unité de l'unité composée.

Exemple : Dans le cas de l'élément *silicone*, le rayon atomique est 1,46 angstroms et sa densité 2,33 grammes par centimètre cube. Introduisez ces valeurs dans le calculateur.

Effacez la pile et tapez le rayon atomique.

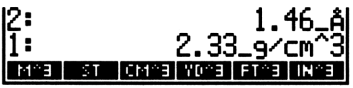
(→)(CLR)
1.46 (←)(UNITS) `LENG`
(NXT) (NXT) (NXT) `Å`

Commencez à introduire la densité.

2.33 (←)(UNITS) `MASS` `G`

Complétez l'unité composite de la densité.

(←)(UNITS) `VOL` (→) `CM^3`



Pour effectuer des calculs avec des unités :

1. Introduisez les valeurs avec les unités.
2. Exécutez les commandes.

Les unités sont automatiquement converties et combinées au cours du calcul—vous n'avez rien de plus à faire.

Veillez cependant à rester homogène pour certaines opérations, telles que l'addition. Des unités homogènes sont des unités qui ont les mêmes dimensions, telles la longueur ou la densité. Au cours de ces opérations, la réponse est automatiquement convertie dans les unités du niveau 1.

Exemple : Trouvez la vitesse finale d'un objet en chute libre après 8 secondes, s'il commence sa trajectoire avec une vitesse *ascensionnelle* de 5 centimètres par seconde. La vitesse finale est calculée ainsi : $v_0 - gt$, où g est 9,8 m/s^2.

Effacez la pile et saisissez les valeurs de v_0, g, et t, avec leurs unités.

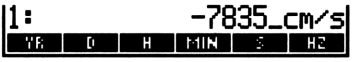
→ CLR
5 ← UNITS SPEED CM/S
9.8 ← UNITS LENG M
← UNITS TIME
→ S → S
8 S

Multipliez g et t.

×

Pour obtenir une réponse dans les mêmes unités que v_0, il faut que v_0 se trouve au niveau 1 lorsque vous combinez les termes. Changez gt de signe, permutez les niveaux 1 et 2, puis additionnez les valeurs pour obtenir la vitesse finale.

+/- ▶ +



Pour convertir des unités en une unité intégrée :

1. Saisissez la valeur avec ses unités d'origine.
2. Appuyez sur ← UNITS.
3. Appuyez sur la touche de menu de la catégorie d'unités désirée.
4. Appuyez sur ← unit pour définir vers quelle unité vous désirez opérer la conversion.

Exemple : Convertissez 14 cm/s en mi/hr (milles par heure).

Effacez la pile et faites la saisie, puis convertissez la valeur.

→ CLR
14 ← UNITS SPEED CM/S
← MPH

Pour convertir vers n'importe quelles unités :

1. Saissez la valeur avec ses unités d'origine.
2. Saissez n'importe quel nombre (par exemple 1) et adjoingez-y les unités vers lesquelles vous voulez faire la conversion.

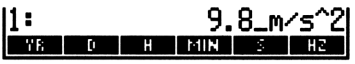
3. Appuyez sur → UNITS (shift *droite*).
4. Appuyez sur CONV.

Une valeur numérique du second argument est ignorée pendant la conversion.

Exemple : Convertissez 9,8 m/s^2 en ft/s^2 (pieds par seconde).

Effacez la pile et saisissez la valeur.

→ CLR
9.8 ← UNITS SPEED M/S
← UNITS TIME → S



Saisissez un nombre suivi des unités désirées. (Les unités-dénominateur se trouvent dans le menu en cours, saisissez-les d'abord.)

1 → S → S
← UNITS LENG FT

Convertissez les unités. (Notez l'utilisation de shift *droite*.)

→ UNITS CONV

Pour détruire des unités accompagnant le nombre du niveau 1 :

1. Appuyez sur → UNITS (shift *droite*).
2. Appuyez sur UVAL (*Unit Value*, valeur de l'unité).

Pour utiliser des unités avec l'application HP Solve :

1. Stockez les valeurs avec les unités appropriées dans *toutes* les variables—y compris une estimation, avec unités, pour l'inconnue.
2. Résolvez l'équation.

Le HP 48 convertit automatiquement les unités pendant le processus et convertit la solution selon les unités que vous avez spécifiées. Si l'une des unités est incompatible, un message d'erreur s'affiche.

Les touches du menu HP Solve ré-utilisent automatiquement les unités en cours pour les variables. Pour changer un nom de variable sans changer d'unité, stockez uniquement une valeur numérique. Pour changer valeur *et* unités, stockez une valeur avec unités. Pour éliminer

les unités d'une variable, saisissez la valeur numérique, puis appuyez sur (VAR) (◀) nom.

Date et heure

Vous pouvez utiliser l'horloge intégrée pour lire l'heure et prendre connaissance de la date, pour définir des alarmes et pour effectuer d'autres opérations liées à la fuite du temps ...

Pour changer le format d'affichage de l'heure ou de la date :

1. Appuyez sur (◀) (TIME).
2. Appuyez sur SET.
3. Définissez le format :
   - Pour changer le format de *mois/jour/année* à *jour.mois.année*, appuyez sur M/D.
   - Pour changer le format d'affichage de l'heure de 12 (AM et PM) en 24 heures, appuyez sur 12/24.

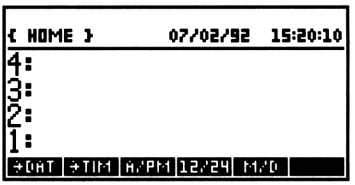
Pour définir l'heure et la date :

1. Appuyez sur (◀) (TIME).
2. Appuyez sur SET.
3. Saissez la date sous la forme *DD.MMYYYY* ou *MM.DDYYYY* (selon le réglage en cours), où *MM* est le mois (01 à 12), *DD* le jour (01 à 31) et *YYYY* l'année (par exemple 1992).
4. Appuyez sur →DAT.
5. Saisissez l'heure sous la forme *HH.MMSSsss* (format 12 ou 24 heures), où *HH* est l'heure (0 à 24), *MM* les minutes (00 à 59) et *SSsss* les secondes entières et décimales (0 à 59999 ...).
6. Appuyez sur →TIM.
7. Pour changer l'heure en format 12 h entre AM et PM, appuyez sur A/PM.

Exemple : Réglez l'heure et la date pour 15h25 le 7 février 1992— ou tout simplement à la date d'aujourd'hui. (Cet exemple suppose le format jour/mois/année et le format 24 heures.)

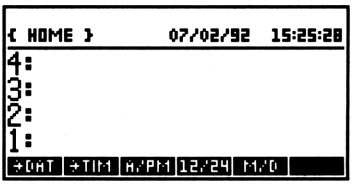
1 Effacez la pile et définissez la date—utilisez la date du jour ou le 7 février.

(→)(CLR)
(←)(TIME) SET 7.021992 →DAT



Réglez l'horloge sur 15h25—ou sur l'heure réelle.

15.25 →TIM



Pour lire date et heure :

- Appuyez sur (←)(TIME). (L'heure et la date disparaissent lorsque vous quittez le menu TIME.)

Pour activer ou inactiver l'affichage permanent de l'heure et de la date :

1. Appuyez sur (←)(MODES).
2. Appuyez sur (NXT).
3. Appuyez sur CLK .

Pour définir une alarme :

1. Appuyez sur (←)(TIME).
2. Appuyez sur ALRM .
3. Pour régler l'alarme sur une date ultérieure, saisissez la date en format *DD.MMYYYY* ou *MM.DDYYYY* (selon le format de la date en cours, puis appuyez sur >DATE.
4. Saisissez l'heure de l'alarme, *HH.MMSSsss* (format 12 ou 24 heures), puis appuyez sur >TIME.
5. Appuyez sur (→)(" "), saisissez un bref message pour identifier la raison de l'alarme, puis appuyez sur EXEC .
6. Appuyez sur SET .

Lorsqu'arrive l'heure de déclenchement de l'alarme, le HP 48 émet une tonalité pendant quelques secondes, le message s'affiche et le témoin d'alarme ((•)) s'affiche.

Lorsqu'une alarme survient:

- Pendant les bips, appuyez sur n'importe quelle touche, sur ATTN par exemple.
  ou bien
- Après l'arrêt de l'alarme sonore, appuyez sur ← TIME pour lire le message accompagnant l'alarme, puis appuyez sur ACK ATTN.

Exemple: Définissez une alarme qui se déclenche dans quelques minutes.

Définissez le moment de l'alarme—pas besoin de changer la date. (Utilisez un moment postérieur de quelques minutes à l'heure affichée.)

← TIME ALRM
15.30 >TIME

Saisissez un court message. (Utilisez α pour introduire les lettres ci-dessous.)

→ " " BONJOUR EXEC

Armez l'alarme et revenez à l'affichage de la pile.

SET ATTN

Attendez le moment de l'alarme et l'arrêt du bip. L'heure de l'alarme et le message ne sont affichés que pendant les tonalités. Le témoin d'alarme ((•)) reste affiché (bien qu'il ne soit pas visible ci-dessous).

Prenez connaissance du message.

◀ TIME

Acceptez l'alarme.

ACK ATTN

Appuyez sur MTH pour revenir au menu MTH.

2

Clavier et affichage

Ce chapitre est consacré à une description détaillée du clavier et de l'affichage. Il vous montre comment introduire des données dans le calculateur, et comment celui-ci les présente à l'affichage.

Organisation de l'affichage

Dans la plupart des opérations, l'affichage est partagé en trois sections. Cette configuration est appeléee l'*affichage de la pile*. Chaque section est décrite dans les paragraphes suivants.

Zone d'état, témoins et messages

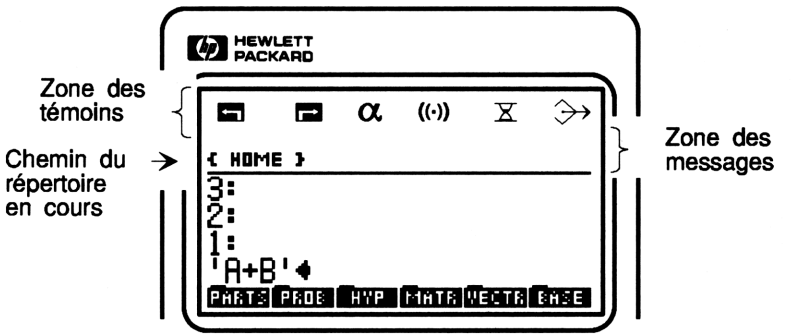
Affichages de la zone d'état :

- **Témoins.** Ils indiquent l'état du calculateur à un moment donné.
- **Chemin de répertoire en cours.** Lorsque vous mettez le calculateur sous tension pour la première fois, le chemin de répertoire est { HOME }. Les répertoires partagent la mémoire en parties, un

peu comme le font les fichiers d'un classeur—vous trouverez plus d'informations sur eux au chapitre 7.

- **Messages.** Ils vous informent de l'occurrence d'une erreur ou vous donnent d'autres informations pour utiliser le calculateur efficacement.

Dans l'illustration qui suit, les premiers six témoins apparaissent au-dessus de l'affichage. Les autres témoins et le chemin de répertoire partagent cette partie de l'écran avec les messages—un message remplace les témoins et le chemin de répertoire. Lorsque vous effacez le message, le répertoire et tout témoin réapparaissent.



Témoins

Symbole	Signification
⬅	Shift gauche est actif (vous avez appuyé sur ⬅).
➡	Shift droite est actif (vous avez appuyé sur ➡).
α	Le clavier alpha est actif (vous pouvez taper les lettres et les autres caractères).
((•))	Alerte. Un rendez-vous est venu à échéance—ou les piles sont faibles. Le message en zone d'état vous informera plus avant. (Si aucun message n'est présent, éteignez le calculateur puis rallumez-le. Un message décrivant la cause de l'alerte devrait apparaître.)
⧗	Occupé—la calculateur n'est pas prêt à accepter de nouvelles saisies. Cependant, bien qu'occupé, le calculateur est capable de mémoriser jusqu'à 15 frappes au clavier et ensuite, une fois libre, de les traiter.
⇛	Transmission de données à une unité externe.
RAD	Le mode angle Radians est actif.
GRAD	Le mode d'angle Grades est actif.
R∠Z	Le mode de coordonnées polaires/cylindriques est actif.
R∠∠	Le mode de coordonnées polaires/sphériques est actif.
HALT	L'exécution du programme a été interrompue.
1 2 3 4 5	Les indicateurs-utilisateur sont armés.
1USR	Le clavier-utilisateur est actif pour une opération.
USER	Le clavier-utilisateur est actif jusqu'à l'appui sur ⬅ USR.
ALG	Le mode de saisie algébrique est actif.
PRG	Le mode de saisie de programme est actif.

2 Pile

La pile est une série d'emplacements de stockage pour les nombres et d'autres objets. Ces emplacements s'appellent niveau 1, 2, 3 etc. Le nombre de niveaux change selon le nombre d'objets stockés dans la pile—de zéro (aucun objet), à des centaines ou plus.

Si vous introduisez de nouveaux nombres ou d'autres objets dans la pile, celle-ci s'agrandit pour les loger—de nouvelles données arrivent au niveau 1, et les données plus anciennes sont repoussées vers le haut, vers les autres niveaux. Au fur et à mesure que vous utilisez les données présentes sur la pile, le nombre de niveaux baisse puisque les données descendent vers les niveaux inférieurs.

L'affichage de la pile montre le niveau 1 et jusqu'à trois autres niveaux. Tout niveau supplémentaire est maintenu en mémoire, mais reste normalement invisible.

Pour plus d'informations concernant la pile et la ligne de commande, lisez « Utiliser la pile pour effectuer des calculs » en page 3-2.

La ligne de commande

La ligne de commande apparaît dès que vous commencez à saisir ou modifier un texte. Les lignes de la pile remontent pour faire place au texte au fur et à mesure. Si vous tapez plus de 21 caractères, les données disparaissent vers le côté gauche de l'affichage, et trois points (« ... ») apparaissent pour vous indiquer qu'il y a d'autres informations « dans cette direction ».

Après utilisation de la ligne de commande, l'affichage de la pile descend vers la zone de la ligne de commande.

Pour plus d'informations sur la pile et la ligne de commande, voyez « Utiliser la ligne de commande » en page 3-15.

Labels de menu

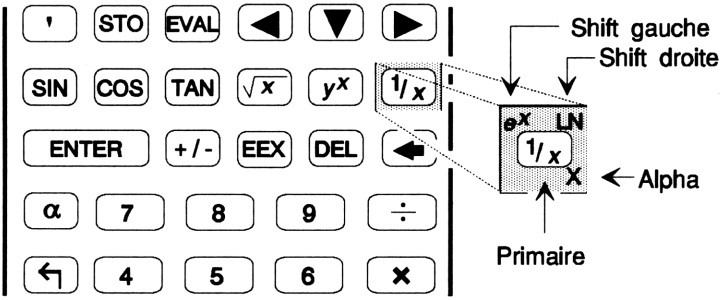
Les labels de menu, sur la dernière ligne de l'affichage, montrent les opérations associées aux six touches de menu blanches placées en haut du clavier. Lisez « Travailler avec les menus » en page 2-12.

Organisation du clavier

Le clavier du HP 48 possède six niveaux contenant chacun un ensemble de touches différent :

- **Clavier principal**, représenté par les labels imprimés directement sur les touches. Par exemple, [+], [7], [ENTER], [TAN], et [▲] sont toutes des touches du clavier principal.
- **Clavier shifté gauche**, activé par l'appui sur la touche orange [←] sur le clavier principal. Une touche shiftée gauche porte un label imprimé en orange, au-dessus et à gauche de la touche. Pour exécuter ASIN, par exemple, vous appuyez sur la touche [←] et ensuite sur la touche [SIN].
- **Clavier shifté droite**, activé en appuyant sur la touche [→] bleue du clavier principal. Une touche shiftée droite porte un label imprimé en bleu, au-dessus et à gauche de la touche. Pour exécuter →NUM, par exemple, vous appuyez sur la touche [→] et ensuite sur la touche [EVAL].
- **Clavier alpha**, activé en appuyant sur la touche [α] du clavier principal. Une touche alpha porte un label imprimé en blanc, à droite de la touche. Les touches alpha sont toutes par défaut des majuscules. Pour faire apparaître un « N », par exemple, vous appuyez sur [α] suivie de la touche [STO]. Lorsque le clavier alpha est actif, les touches de la partie numérique du clavier génèrent leurs chiffres habituels.
- **Clavier alpha shifté gauche**, activé par l'appui sur la touche [α] et ensuite la touche orange [←] sur le clavier principal. Les caractères alpha shiftés gauche sont principalement des caractères minuscules et aussi quelques caractères spéciaux. Pour taper « n » minuscule, par exemple, vous appuyez sur [α], puis sur [←], et ensuite sur [STO]. (Les caractères alpha shiftés gauche ne sont pas imprimés sur le clavier.)
- **Clavier alpha shifté droite**, activé par l'appui sur la touche [α] et ensuite la touche bleue [→] sur le clavier principal. Les caractères alpha shiftés droite sont les caractères grecs. Pour taper un λ, par exemple, appuyez sur [α], ensuite [→], et ensuite [NXT]. (les caractères alpha shiftés droite ne sont pas imprimés sur le clavier.)

Les claviers alpha, shiftés et non shiftés, sont présentés en page 2-9. Vous trouverez également un peu plus loin une procédure de saisie des caractères français accentués.



Lorsque vous appuyez sur ⬑ (shift-gauche) ou sur ⬏ (shift-droite) pour accéder aux fonctions shiftées imprimées au-dessus des touches primaires, le témoin ⬑ ou ⬏ apparaît à l'écran.

Pour annuler une touche shift :

- Pour corriger un choix de touche shift erroné, appuyez sur l'autre touche shift.
- Pour simplement annuler un appui sur la touche shift (par exemple ⬑), appuyez une deuxième fois sur cette même touche (⬑).

Utiliser clavier et affichage

Touche Attention

Lorsque le HP 48 a été mis sous tension, la touche ON prend une autre fonction, celle de touche ATTN (attention !). L'appui sur ATTN suffit pour interrompre l'activité en cours, de façon à pouvoir commencer une autre tâche immédiatement, ou sortir d'une situation inattendue ...

Pour arrêter toute opération en cours :

- Pour supprimer le contenu de la ligne de commande, appuyez sur ATTN.
- Pour annuler un environnement spécial et rétablir l'affichage de la pile, appuyez sur ATTN.
- Pour annuler un programme en cours d'exécution, appuyez sur ATTN.

Saisir des nombres

Les données que vous utiliserez le plus fréquemment sont les nombres. Même si le HP 48 accepte différentes sortes de nombres (nombres réels, nombres complexes, vecteurs etc.), toutes ces valeurs numériques sont saisies de la même manière. Lorsque vous introduisez des nombres à l'affichage de la pile, ils sont affichés en ligne de commande.

Pour saisir un nombre simple :

1. Appuyez sur le nombre approprié et sur les touches ⊙.
2. Si le nombre est négatif, appuyez sur +/−.

Pour supprimer le contenu de la ligne de commande :

- Appuyez sur ATTN.

Exemple : Saisissez le nombre −123,4 en ligne de commande.

Tapez les quatre chiffres.

123 ⊙ 4

Rendez le nombre négatif.

+/−

Appuyez sur ATTN (la touche ON) pour vider la ligne de commande.

Pour corriger une erreur de frappe :

- Appuyez sur ◀ (la touche espace arrière) pour effacer l'erreur, ensuite refaites la frappe correcte.

Pour entrer un nombre comme mantisse ou comme exposant:

1. Introduisez la mantisse. Si elle est négative, appuyez sur [+/-] pour la changer de signe.
2. Appuyez sur [EEX] (cette touche introduit un « E » pour « exposant »).
3. Tapez l'exposant—la puissance de 10. S'il est négatif, appuyez sur [+/-].

Exemple: Saisissez $1,2 \times 10^{-3}$.

Saisissez la mantisse (1,2).

1.2

Saisissez l'exposant (−3).

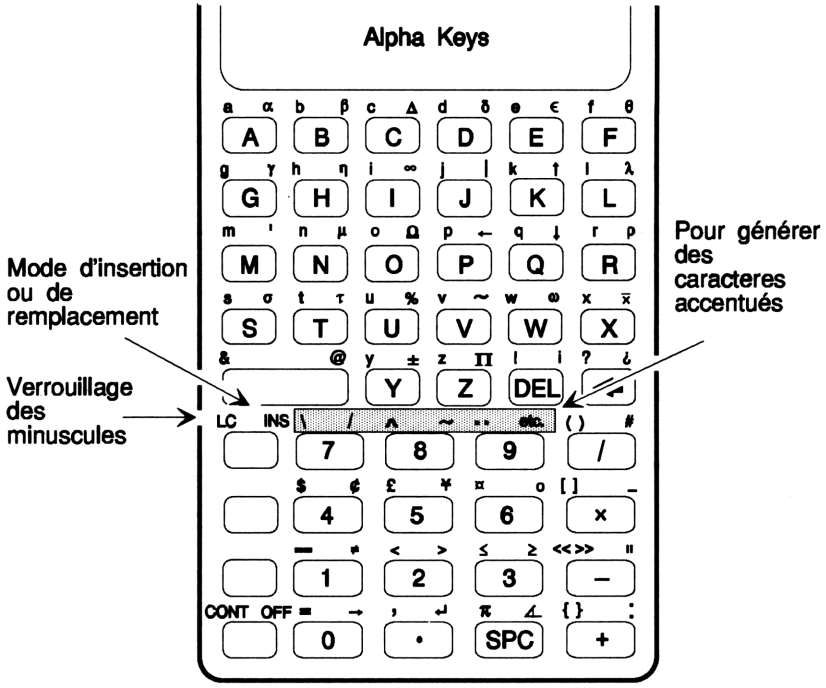
[EEX] 3 [+/-]

Appuyez sur [ATTN] pour supprimer la ligne de commande.

Saisie de caractères (clavier alpha)

Chaque fois que vous introduisez des lettres ou d'autres caractères, vous utilisez le clavier alpha. Le témoin α apparaît dès que le clavier alpha est activé—dès que le mode alpha est activé. Les caractères que vous introduisez dans l'affichage de la pile sont affichés en ligne de commande.

Les assignations primaires (sans qu'il y ait eu appui d'une des touches préfixe shift) des touches alpha sont imprimées en bas et à droite de chaque touche. De plus, plusieurs touches ont des assignations shift gauche et shift droite. Toutes les majuscules sont non shiftées alors qu'il faut appuyer sur shift gauche pour obtenir des minuscules. Pour éviter d'encombrer le clavier du HP 48, la plupart des touches shiftées droite et gauche n'y figurent pas. Pour référence, cette illustration les montre toutes.



Pour taper un seul caractère :

- Appuyez sur (α) et tapez le caractère.
  ou
- Maintenez l'appui sur la touche (α), tapez le caractère, ensuite relâchez la touche (α).

Pour taper plusieurs caractères :

- Appuyez sur (α)(α), tapez les caractères, appuyez sur (α).
  ou
- Maintenez l'appui sur la touche (α), tapez les caractères, ensuite relâchez le touche (α).

Le fait d'appuyer sur (α) *une seule fois* active le mode de saisie alpha pour un seul caractère. Par exemple, le fait d'appuyer sur (α) et ensuite sur (SIN) introduit un S à l'affichage.

Le fait d'appuyer sur [α] *deux fois de suite* verrouille le mode de saisie alpha. Il reste actif jusqu'à ce que vous appuyiez sur [α] une fois encore, ou que vous appuyez sur [ENTER].

Vous pouvez maintenir l'appui sur [α] pendant que vous tapez plusieurs caractères à la suite—le témoin **α** ne s'éteindra que lorsque vous relâcherez la touche [α].

Pour verrouiller—ou déverrouiller la frappe des minuscules :

- Si **α** est verrouillée, appuyez sur [↰][α].
- Si **α** est inactive, appuyez sur [α][↰][α].

Seules les touches représentant des lettres sont concernées par le mode de saisie alpha. Pour obtenir des lettres majuscules, il vous faut utiliser [↰]. Le mode minuscules est automatiquement déverrouillé lorsque vous appuyez sur [ENTER], [ATTN], ou que vous exécutez une commande.

Exemple : Tapez la phrase « HP 48 puissance ! » en ligne de commande.

Tapez les guillemets et *HP 48*. Pour les chiffres 4 et 8, la touche **α** peut être active ou non.

[↱][" "][α] H [α] P [SPC] 48

Tapez l'espace, verrouillez le mode de saisie alpha/minuscules et tapez *puissance*.

[SPC][α][α][↰][α] puissance

Tapez l'espace et le point d'exclamation.

[SPC][↰][DEL]

Appuyez sur [ATTN] pour effacer la ligne de commande et annuler le mode de saisie alpha.

Pour obtenir des caractères accentués :

1. Tapez le caractère de base (sans son accent).
2. Appuyez sur la touche correspondant à l'accent désiré (immédiatement après voir saisit le caractère de base).

Pour générer un caractère accentué (`, ´, ˜, ˆ, et aussi ¨), placez le curseur à droite de la lettre de base et ensuite tapez l'accent. La lettre placée immédiatement à gauche reçoit son accentuation. Les touches d'accents (shiftées droite ou gauche) se trouvent sur la même rangée que la touche α : ce sont les touches [7] (shiftée gauche : accent grave ; shiftée droite, accent aigu), [8] (shiftée gauche, accent circonflexe) et [9] (shiftée gauche, tréma). Associée avec la lettre [C], cette touche, shiftée droite, génère un C cédille. (Voyez le diagramme du clavier en page 2-9.)

Vous pouvez utiliser les accents et la touche [→][etc] pour produire d'autres caractères, comme indiqué dans ce tableau :

Utilisez [→][etc] ...		... et l'un de ces accents	
Pour changer :	**En :**	**Pour changer :**	**En :**
A	Ä	C	Ç
a	ä	c	ç
E	Æ	D	Ð
e	æ	d	ð
O	ø	P	Þ
o	ø	p	þ

Exemple : Tapez les caractères é et Ø.

Frappez le e minuscule. (Utilisez [α][←][E].)

e

Frappez le caractère é. (Utilisez [α][→][7].)

Frappez un O majuscule.

O

Changez le 0 en Ø. (Utilisez [α] [→] [9].)

[α] [→] [etc]

Appuyez sur [ATTN] pour supprimer la ligne de commande et annuler le mode de saisie alpha.

Remarque

Les exemples reprenant la frappe de caractères alphabétiques dans le restant de ce manuel montrent les lettres sans spécifier chaque fois l'usage de la touche [α]. Par exemple, la séquence de touches nécessaire pour introduire BONJOUR dans la pile est indiquée comme suit : [→] [" "] BONJOUR [ENTER]. Bien que cela ne soit plus spécifié, vous devez activer le mode de saisie alpha de la manière expliquée ci-dessus pour introduire des caractères alphabétiques dans le calculateur.

Saisir des objets avec délimiteurs

Les nombres réels représentent un type d'objet. Beaucoup d'autre types d'objets nécessitent des *délimiteurs* particuliers qui indiquent leur type. Par exemple, un texte nécessite " " comme délimiteurs.

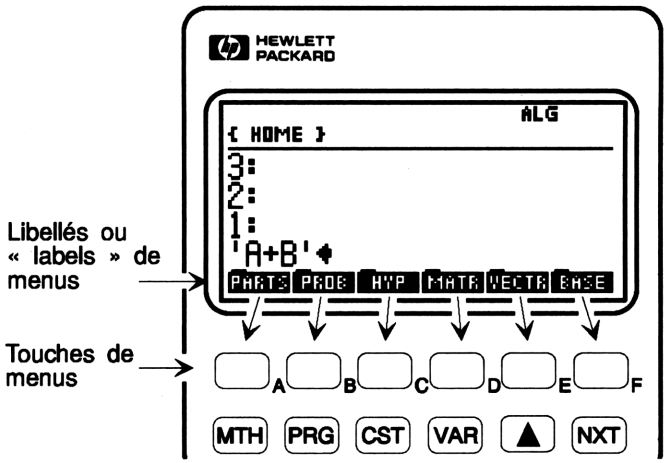
Pour saisir un objet avec ses délimiteurs :

- Pour ouvrir et refermer des délimiteurs, appuyez sur la touche « délimiteur » et ensuite frappez vos données. (La touche des délimiteurs introduit *les deux* délimiteurs sur la ligne.)
- Pour introduire un seul délimiteur, appuyez sur la touche délimiteur lorsque les données le nécessitent.

Objects et délimiteurs sont décrits au chapitre 4.

Travailler avec les menus

Un menu est un ensemble d'opérations définies pour les six touches blanches, dites *touches de menu* placées en première rangée du clavier. Les fonctions qu'elles remplissent à un moment donné sont affichées par les six *labels de menu* en partie inférieure de l'affichage.



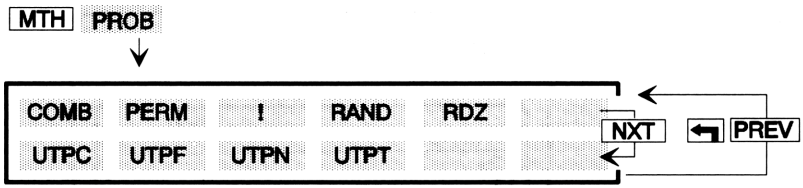
Certains menus ont plusieurs jeux de labels, nommés *pages*. Si un label de menu présente une barre sur le côté gauche, c'est qu'il donne accès à un *sous-menu*.

Pour afficher un menu :

1. Appuyez sur la, ou les touches correspondant au menu désiré.
2. Si nécessaire, passez à la page du menu qui vous intéresse :
   - Pour passer à la page suivante, appuyez sur NXT.
   - Pour passer à la page précédente, appuyez sur ◀ PREV.
   - Pour passer à la première page, appuyez sur ▶ PREV (shift *droite*).

Bien des touches du HP 48 provoquent l'affichage de menus : MTH, PRG, CST, VAR, et toutes les touches shiftées qui ont des labels orange sur fond plus sombre (comme par exemple ◀ MODES).

Pour les menus qui comportent plus de six sélections, vous pouvez passer de page en page, puis revenir à la première. Dans l'illustration suivante du menu MTH PROB menu, remarquez le fonctionnement de NXT et de ◀ PREV.



A quelques exceptions près, lorsque vous avez besoin d'aller à un autre menu, appuyez simplement sur les touches qui appellent ce menu—il n'est pas nécessaire de faire « marche arrière », passez simplement, directement, à l'autre menu (les menus spéciaux, dont le comportement est légèrement différent, sont expliqués plus loin).

Exemple : Appelez le menu MTH et remarquez que chaque touche de menu porte une barre sur le côté gauche de son label, ce qui signifie que chacune de ces touches appelle un autre menu.

(MTH)

Appelez le sous-menu PROB et affichez la seconde page.

PROB (NXT)

Revenez au menu MTH.

(MTH)

Pour revenir au menu précédent :

- Appuyez sur (→)(LAST MENU).

Il y aura des moments où vous travaillerez plus particulièrement avec un menu, mais aurez besoin d'accéder aux commandes d'un autre menu. Vous pouvez par exemple désirer quitter pour un moment la troisième page du menu STAT pour utiliser une commande de la seconde page du menu MTH PROB.

Lorsque vous passez d'un menu à un autre, le HP 48 stocke l'identité et le numéro de la page du menu où vous vous trouviez juste avant. Le fait d'appuyer sur (→)(LAST MENU) (qui se trouve au-dessus de la touche (3)) vous ramène là où vous étiez. Les menus de menus (tels que MTH) ne sont pas stockés comme LAST MENU, dernier menu.

Pour exécuter une des fonctions d'un menu:

- Appuyez sur la touche de menu se trouvant sous le label correspondant à l'opération.

Exemple: Affichez le menu MTH PROB (probabilité mathématique) menu et calculez 7! (factorielle de 7).

Tapez 7 et exécutez la fonction factorielle.

7 (MTH) PROB !

Définir le mode d'affichage

Ce *mode d'affichage* contrôle le format que le HP 48 utilise pour représenter les nombres. (Sans aucun égard au mode d'affichage en cours à un certain moment, un nombre est toujours stocké sous la forme d'une mantisse signée à 12 chiffres, avec un exposant signé de trois chiffres.) Les touches de définition du mode d'affichage se trouvent dans le menu MODES ((←)(MODES)). Un signe ▪ dans le label de menu indique que le mode est celui qui est en activité—par exemple, STD▪ signifie que le mode Standard est actif.

Pour définir le mode d'affichage:

- Pour le format standard, appuyez sur (←)(MODES) STD .
- Pour *n* décimales, tapez le nombre *n*, ensuite appuyez sur (←)(MODES) FIX .
- Pour le format scientifique, tapez le nombre de décimales, ensuite appuyez sur (←)(MODES) SCI .
- Pour le format ingénieur, saissez le nombre de chiffres après le premier, ensuite appuyez sur (←)(MODES) ENG .
- Pour changer la marque de fraction en un virgule ou en point, appuyez sur (←)(MODES) (←)(PREV) FM, .

Modes d'affichage

Touche	Commande programmable	Description
◀ MODES (pages 1 et 4) :		
STD	STD	**Mode Standard.** Affiche les nombres en pleine précision. Tous les chiffres significatifs à la droite de la virgule sont affichés, jusqu'à douze.
FIX	FIX	**Mode fixe.** Affiche les nombres arrondis à un nombre de décimales fixé par l'utilisateur. Les nombres réels sont affichés avec des points (si la virgule est le séparateur décimal) ou des virgules (si le point est le séparateur). La fonction utilise un nombre de la pile pour définir le nombre de décimales.
SCI	SCI	**Mode scientifique.** Affiche un nombre sous forme de mantisse (avec un seul chiffre à gauche du séparateur décimal) et un exposant. Utilise un des nombres de la pile comme nombre de décimales dans la mantisse.
ENG	ENG	**Mode ingénieur.** Affiche un nombre sous forme de mantisse suivi d'un exposant qui est un multiple de 3. Utilise un nombre de la pile comme nombre de chifres de la mantisse affichés après le premier chiffre significatif.
FM,		**Séparateur décimal.** Fait alterner entre la virgule et le point (utilisé aux Etats-Unis) comme séparateur décimal (marque de fraction, le caractère qui sépare les parties entière et fractionnelle d'un nombre. Un signe ■ dans le label signifie que c'est la virgule qui est le séparateur en cours.

Exemple : Tapez 12345,6789 et affichez ce nombre sous les divers modes d'affichage, en commençant par deux décimales.

12345.6789 ENTER
2 ◀ MODES FIX

Passez en notation scientifique avec une mantisse à 5 décimales.

5 SCI

Puis en notation ingénieur avec une mantisse à 4 chiffres (3 chiffres après le premier chiffre).

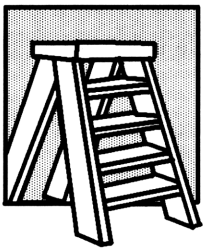
3 ENG

Revenez ensuite au mode standard.

STD

3

Pile et ligne de commande



La pile est une série d'emplacements de stockage pour les nombres et les autres objets. Ces emplacements sont nommés niveaux 1, 2, 3, etc. Le nombre de niveaux change en fonction du nombre d'objets stockés dans la pile—la seule limite est la quantité de mémoire disponible. Si la pile est vide, aucune donnée n'y est disponible—pas même des zéros.

En général, vous saisissez les nombres et autres objets dans la pile puis exécutez des commandes qui utilisent ces données. Au fur et à mesure que vous introduisez d'autres objets, la pile grandit pour les loger—de nouveaux objets entrent au niveau 1 et les objets plus anciens sont repoussés vers des niveaux plus élevés. Lorsque vous utilisez des objets, ils sont retirés de la pile, le nombre de niveaux diminue et le restant des objets redescendent vers des niveaux inférieurs. Vous travaillez habituellement avec les premiers niveaux de la pile—les niveaux plus élevés contiennent les objets que vous pouvez utiliser si vous en avez besoin.

L'affichage de la pile montre le niveau 1 et jusqu'à trois niveaux supplémentaires. Tous niveaux supplémentaires sont maintenus en mémoire, mais restent normalement invisibles.

La ligne de commande est intimement liée à la pile. Elle est utilisée pour saisir ou modifier du texte pour ensuite le traiter, en transférant les résultats dans la pile.

Ce chapitre traitera :

- de l'utilisation de la pile dans les calculs.
- de l'examen et de la modification du contenu de la pile.
- de l'utilisation de la ligne de commande.

3 Utiliser la pile pour effectuer des calculs

Les calculs sont normalement faits en saisissant des objets dans la pile et en exécutant ensuite les fonctions et commandes appropriées. Les concepts fondamentaux de la pile sont :

- Une commande qui nécessite des *arguments* (des objets sur lesquels elle puisse agir) les trouve dans la pile. C'est pourquoi les arguments doivent y être présents *avant* l'exécution de la commande.
- Les arguments d'une commande sont retirés de la pile une fois la commande exécutée.
- Les résultats sont renvoyés dans la pile pour y être examinés et utilisés dans d'autres opérations.

Faire des calculs

Lorsque vous exécutez une commande, tous les arguments de la ligne de commande sont logés dans la pile *avant* l'exécution de la commande. Vous n'avez donc pas à appuyer sur ENTER pour mettre les arguments sur la pile—vous pouvez laisser un ou plusieurs arguments dans la ligne de commande lorsque vous exécutez la commande.

Pour utiliser une commande à un seul argument :

- Saisissez l'argument au niveau 1 (ou dans la ligne de commande).
- Exécutez la commande.

Exemple : Utilisez les commandes à un seul argument LN (→ LN) et INV (1/x) pour calculer 1/ln 3,7.

3.7 → LN
1/x

Pour utiliser une commande à deux arguments :

- Saisissez le premier argument et ensuite le deuxième argument. Le premier argument devrait se trouver au niveau 2 et le deuxième au niveau 1 (ou sur la ligne de commande).
- Exécutez la commande.

Une commande à deux arguments agit sur ces objets sur les niveaux 1 et 2 et renvoie le résultats au niveau 1. Le reste de la pile *descend* d'un niveau—par exemple, le contenu précédent du niveau 3 descend au niveau 2. Les fonctions arithmétiques (+, −, ×, / et ^) et les calculs de pourcentage (%, %CH et %T) sont des exemples de commandes à deux arguments.

Exemple: Calculez 85 − 31.

85 ENTER 31 −

Exemple: Calculez $\sqrt{45} \times 12$.

45 √x 12 ×

Exemple: Calculez $4,7^{2,1}$.

4.7 ENTER 2.1 y^x

Pour saisir plus d'un argument en ligne de commande:

- Appuyez sur SPC pour séparer les arguments.

Exemple: Calculez $\sqrt[4]{2401}$.

2401 SPC 4 → $\sqrt[y]{}$

Pour utiliser les résultats précédents (calculs en chaîne):

- Si nécessaire, déplacez le résultat précédent vers le bon niveau de la pile.
- Exécutez la commande.

Les calculs en chaîne (ou en série) impliquent plus d'une opération. Le concept de la pile est particulièrement utile pour les calculs en chaîne parce qu'il mémorise les résultats intermédiaires.

Exemple: Calculez (12 + 3) × (7 + 9).

12 ENTER 3 +
7 ENTER 9 +

Remarquez que les deux résultats intermédiaires restent sur la pile. Maintenant, multipliez-les.

⊠

Exemple : Calculez $23^2 - (13 \times 9) + \frac{5}{7}$. Tout d'abord, calculez 23^2 et le produit 13×9.

23 ◀ x^2
13 ENTER 9 ⊠

Soustrayez les deux résultats intermédiaires et calculez $\frac{5}{7}$.

⊟
5 ENTER 7 ÷

Ajoutez les deux résultats.

⊞

Manipulations dans la pile

Pour permuter les objets des niveaux 1 et 2 :

- Appuyez sur ◀ SWAP (ou ▶ lorsqu'aucune ligne de commande n'est présente).

La commande SWAP est utile avec les commandes pour lesquelles l'ordre des arguments est important, comme −, / et ^ (⊟, ÷ et y^x).

Exemple : Utilisez ◀ SWAP pour calculer $\frac{9}{\sqrt{13+8}}$. D'abord, calculez $\sqrt{13+8}$.

13 ENTER 8 ⊞ $\sqrt{x}$

Saisissez 9 et permutez les niveaux 1 et 2.

9 ◀ SWAP

Divisez les deux valeurs.

÷

Pour dupliquer l'objet du niveau 1 :

- Appuyez sur PRG STK NXT DUP (ou appuyez sur ENTER si aucune ligne de commande n'est présente).

La commande DUP reproduit le contenu du niveau 1 et repousse le reste du de la pile d'un niveau vers le haut.

Exemple : Calculez $\frac{1}{47,5} + \left(\frac{1}{47,5}\right)^4$. D'abord, calculez l'inverse de 47,5 et dupliquez la valeur.

47.5 1/x ENTER

```
2:     2.10526315789E-2
1:     2.10526315789E-2
STO▪ FIX SCI ENG SYM▪ BEEP▪
```

Elevez la valeur à la 4e puissance.

4 y^x

```
2:     2.10526315789E-2
1:     1.96438026103E-7
STO▪ FIX SCI ENG SYM▪ BEEP▪
```

Ajoutez le résultat à la valeur originale.

+

```
1:     2.10528280169E-2
STO▪ FIX SCI ENG SYM▪ BEEP▪
```

Pour supprimer l'objet du niveau 1 :

- Appuyez sur ← DROP (ou sur ← lorsqu'aucune ligne de commande n'est présente).

Lorsque vous exécutez la commande DROP, le reste des objets de la pile descendent d'un niveau.

Pour effacer la pile entière :

- Appuyez sur → CLR (la commande CLEAR).

3 Rappel des derniers arguments

Pour rappeler les arguments de la dernière commande:

- Appuyez sur ▶ LAST ARG (la commande LASTARG).

La commande LASTARG place les arguments de la dernière commande exécutée sur la pile de.façon à ce qu'ils puissent être utilisés à nouveau.

Exemple: Utilisez ▶ LAST ARG pour vous aider à calculer ln 2,3031 + 2,3031. D'abord, calculez ln 2,3031, puis retrouvez l'argument de LN. (LAST ARG est la touche bleue, shiftée droite, placée au-dessus de la touche 2.)

2.3031 ▶ LN
▶ LAST ARG

Ajoutez les deux nombres.

+

LASTARG est encore plus utile dans le cas d'arguments plus compliqués, comme les matrices.

Retrouver l'état précédent de la pile

Pour remettre la pile dans son état précédent:

- Appuyez sur ◀ LAST STACK.

◀ LAST STACK replace la pile dans l'état où elle se trouvait avant l'exécution de la commande la plus récente.

Afficher des objets

Il n'est pas toujours possible de voir tous les objets de la pile—vous pouvez seulement voir le début des grands objets et vous ne pouvez voir ceux qui ont changé de niveau et sont remontés plus haut, en dehors de l'affichage.

Le HP 48 vous donne un choix d'*environnements* pour visualiser et modifier (*éditer* en jargon informatique) des objets. Un environnement définit un comportement particulier de l'affichage et du clavier—il détermine comment vous pouvez examiner et modifier l'objet.

Pour visualiser ou modifier le contenu d'un objet:

1. Selon l'endroit où se trouve l'objet et l'environnement, appuyez sur les touches citées dans le tableau ci-dessous.
2. Visualisez ou corrigez l'objet selon les règles de l'environnement.
3. Quittez cet environnement :
   - Pour quitter après voir visualisé les objets, appuyez sur ATTN.
   - Pour sauvegarder vos changements, appuyez sur ENTER.
   - Pour quitter sans enregistrer les changements, appuyez sur ATTN.

Selon son emplacement, vous avez jusqu'à trois façons d'examiner ou de corriger un objet.

Examen ou correction d'un objet

Emplacement	Environnement	Touches
Niveau 1	Ligne de commande	← EDIT
	approprié	▼
	Pile interactive	▲
Niveau *n*	Ligne de commande	*n* → VISIT
	approprié	*n* → ▼
	Pile interactive	▲
Nom de variable	ligne de commande	' *nom* → VISIT
	approprié	' *nom* → ▼

La ligne de commande est l'environnement le plus simple pour examiner ou corriger :

- Le menu EDIT est affiché, et il offre des fonctions qui facilitent la correction de grands objets. (Voir « Ligne de commande et menu EDIT », ci-dessous.)
- Nombres réels et complexes sont affichés en pleine précision (format standard), quelque soit le mode d'affichage en cours.
- Programmes, listes, objets algébriques, unités, répertoires et matrices sont formatés sur plusieurs lignes.
- Tous les chiffres des nombres binaires, tous les caractères de chaînes et les expressions algébriques sont affichés.

L'environnement est *approprié* s'il est en rapport avec le *type d'objet*. Les objets algébriques et les objets-unités sont copiés dans l'environnement EquationWriter (voyez à ce propos « Examiner et modifier des objets dans l'application EquationWriter » en page 16-23). Les matrices sont copiées dans l'environnement de l'application MatrixWriter (voyez « Afficher et modifier des tableaux » en page 20-7). Tous les autres types d'objet sont copiés en ligne de commande.

La pile interactive est un environnement conçu pour examiner, corriger et manipuler tous les objets de la pile. Voyez « Pile interactive » en page 3-10.

Ligne de commande et menu EDIT

Si une ligne de commande est présente, appuyez sur ◀ EDIT pour appeler le menu EDIT. Il est aussi affiché lorsque vous examinez ou corrigez un objet comme décrit ci-dessus.

Certaines fonctions du menu EDIT utilisent le concept du *mot*—une série de caractères placés entre des espaces ou des instructions « à la ligne ». Par exemple, le fait d'appuyer sur +SKIP vous place au début d'un « mot ».

Opérations du menu EDIT

Touche	Description
◀ EDIT:	
←SKIP	Place le curseur au début du mot en cours.
SKIP→	Place le curseur au début du mot suivant.
←DEL	Supprime des caractères, du début du mot à la position du curseur.
DEL→	Supprime des caractères, depuis le curseur jusqu'à la fin du mot.
▶ ←DEL	Supprime des caractères, depuis le début de la ligne jusqu'à l'emplacement du curseur.
▶ DEL→	Supprime tous les caractères, depuis l'emplacement du curseur jusqu'à la fin de la ligne.
INS	Fait permuter le mode de saisie en ligne de commande entre insertion et remplacement. Un signe ■ dans le libellé indique que le mode d'insertion est actif.
↑STK	Active la pile interactive. (Voir le sujet suivant, « Pile interactive ».)

Exemple : Saisissez un objet algébrique dans la pile.

◀ EQUATION A + B ÷
C y^x 2 ENTER

Modifiez l'expression pour faire de C^2, C^3.

◀ EDIT SKIP→ ◀ ◀
DEL 3

Sauvegardez cette modification, puis examinez l'équation corrigée dans l'environnement EquationWriter.

ENTER
▼

Revenez à la pile.

(ATTN) (ATTN)

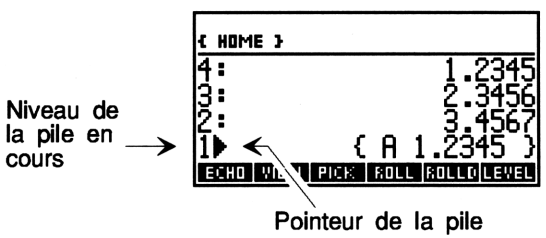
Pile interactive

L'affichage normal de la pile est une « fenêtre » qui montre le niveau 1, et autant de niveaux plus élevés que l'écran pourra en contenir. La *pile interactive* vous permet :

- De déplacer la fenêtre pour que vous puissiez examiner le reste de la pile.
- De déplacer et de copier des objets vers des niveaux différents.
- De copier le contenu de n'importe quel niveau de la pile en ligne de commande.
- De supprimer les objets de la pile.
- De corriger les objets de la pile.
- D'examiner les objets de la pile dans un environnement approprié.

La pile interactive est un environnement particulier, dans lequel le clavier est redéfini pour apporter uniquement des fonctions de manipulation de la pile. Il vous faut en sortir pour exécuter une des autres fonctions du calculateur.

Lorsque vous activez la pile interactive, le pointeur de la pile est lui aussi actif, pointant vers le *niveau de la pile en cours*, le clavier est redéfini et le menu de la pile interactive est affiché.



Pour utiliser la pile interactive :

1. Appuyez sur ▲ (ou appuyez sur +STK dans le menu EDIT) pour activer la pile interactive.

2. Utilisez les touches décrites dans ce tableau pour examiner ou manipuler la pile.
3. Appuyez sur [ATTN] (ou sur [ENTER]) pour quitter la pile interactive et afficher la nouvelle pile.
4. Optionnel : pour annuler les changements apportés à la pile, dans la pile interactive, appuyez sur [←] [LAST STACK].

Si une ligne de commande est présente lorsque vous sélectionnez la pile interactive, seule la touche ECHO apparaît au menu.

Fonctions de la pile interactive

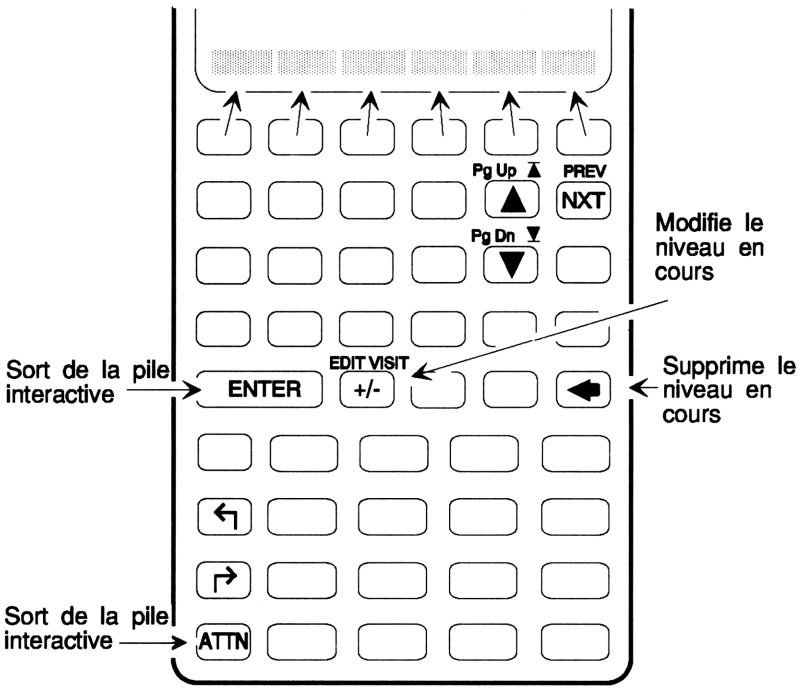
Touche	Description
[▲] :	
ECHO	Copie le contenu du niveau de la pile en cours dans la ligne de commande, à l'emplacement du curseur.
VIEW	Présente ou permet la modification de l'objet placé au niveau en cours en utilisant l'environnement *approprié*. Appuyez sur [ENTER] après modification (ou sur [ATTN] pour annuler).
[→] VIEW	Présente, ou permet la modification de l'objet spécifié par son nom ou par le numéro de niveau de la pile, en utilisant l'environnement approprié. Appuyez sur [ENTER] lorsque vous avez terminé (ou sur [ATTN] pour annuler).
PICK	Copie le contenu du niveau en cours vers le niveau 1 (équivalent à *n* PICK).
ROLL	Déplace le contenu du niveau en cours vers le niveau 1 et fait monter d'un niveau la portion de la pile située au-dessous de ce niveau en cours (équivalent à *n* ROLL).
ROLLD	Déplace le contenu du niveau 1 vers le niveau en cours et fait descendre d'un niveau la portion de la pile située au-dessous du niveau en cours (équivalent à *n* ROLLD).
→LIST	Crée une liste contenant tous les objets entre le niveau 1 et le niveau en cours de la pile (équivalent à *n* →LIST).

Fonctions de la pile interactive (suite)

Touche	Description
DUPN	Copie le contenu du niveau 1 jusqu'au niveau en cours de la pile dans les niveaux suivants (équivalent à *n* DUPN). Par exemple, si le pointer est au niveau 3, les niveaux 1, 2 et 3 sont recopiés aux niveaux 4, 5 et 6.
DRPN	Efface le niveau 1 jusqu'au niveau en cours de la pile (équivalent à *n* DROPN).
KEEP	Efface tous les niveaux de la pile situés au-dessus du niveau en cours.
LEVEL	Saisit le numéro du niveau en cours au niveau 1.
▲	Remonte le pointeur de la pile d'un niveau. Précédée de la touche ↰, cette commande (repérée par ↰ PgUp dans l'illustration du clavier qui suit) remonte le pointeur de quatre niveaux. Précédée de la touche ↱, cette commande (repérée par ↱ ⤒) envoie le pointeur en haut de la pile.
▼	Déplace le pointeur de la pile d'un niveau. Précédée de la touche ↰, déplace le pointeur de la pile vers le bas de quatre niveaux (repérée par les touches ↰ PgDn dans l'illustration suivante); lorsqu'elle est précédée par ↱, déplace le pointeur vers le bas de pile (représentée par ↱ ⤓ dans l'illustration suivante).
↰ EDIT	Copie l'objet placé au niveau en cours dans la ligne de commande pour correction. Appuyez sur ENTER lorsque vous avez terminé la modification (ou sur ATTN pour annuler).
↱ VISIT	Copie l'objet spécifié par son nom, ou par le numéro du niveau de la pile en la ligne de commande pour correction. Appuyez sur ENTER lorsque vous avec terminé (ou sur ATTN pour annuler).
⌫	Supprime l'objet placé sur le niveau en cours.
NXT	Sélectionne la page suivante des fonctions interactives de la pile.
ENTER	Quitte la pile interactive.
ATTN	Quitte la pile interactive.

La plupart des fonctions du menu ont des commandes programmables équivalentes—voir « Autres commandes PRG STK » en page 3-18.

Le clavier redéfini se présente ainsi :



Lorsque vous appuyez sur → VIEW ou sur → VISIT dans la pile interactive, l'objet du niveau en cours doit être un nombre réel ou un nom de variable :

- Un nombre réel (partie entière) spécifie l'objet du niveau correspondant de de la pile.
- Un nom de variable spécifie l'objet qui y est stocké.

Lorsque vous appuyez sur VIEW ou sur → VIEW, l'objet est copié dans l'environnement adéquat pour qu'il soit examiné ou corrigé. Les objets algébriques et les objets-unités sont copiés dans l'environnement EquationWriter (voir « Examiner et modifier des objets dans l'application EquationWriter » en page 16-23). Les matrices sont recopiées dans l'environnement MatrixWriter (voir

« Afficher et modifier des tableaux » en page 20-7). Tous les autres types d'objets sont copiés en ligne de commande. Appuyez sur ENTER pour renvoyer l'objet, corrigé, vers le niveau de la pile où il se trouvait au départ, ou sur ATTN pour mettre fin à la session sans conserver les changements.

Pour copier un objet de la pile dans la ligne de commande:

1. Placez le curseur, dans la ligne de commande, où vous voulez que l'objet soit placé.
2. Appuyez sur ◀ EDIT ↑STK. (Si la ligne de commande n'a qu'une seule ligne, vous pouvez appuyer sur ▲ en lieu et place.)
3. Appuyez sur ▲ et sur ▼ pour placer le pointeur de la pile interactive sur l'objet désiré et appuyez sur ECHO.
4. Appuyez sur ATTN (ou sur ENTER) pour quitter la pile interactive.

Exemple: Utilisez la pile interactive pour insérer le nombre 1,2345 en ligne de commande, créant ainsi la liste { A 1.2345 }.

Placez les nombres sur la pile.

1.2345 ENTER
2.3456 ENTER
3.4567 ENTER

Commencez la liste.

◀ { } A

Sélectionnez la pile interactive.

▲

Placez le pointeur au niveau 3, copiez l'objet et quittez la pile interactive.

▲ ▲ ECHO ATTN

Mettez la liste sur la pile.

ENTER

Utiliser la ligne de commande

La ligne de commande est essentiellement un espace de travail pour la création d'objets—une espace où vous pouvez placer et modifier les données que vous désirez introduire dans le HP 48. Elle apparaît chaque fois que vous saisissez ou modifiez un texte (sauf lorsque vous utilisez EquationWriter ou MatrixWriter).

Accumuler des données dans la ligne de commande

Il est possible de saisir n'importe quel nombre de caractères en ligne de commande, jusqu'à utiliser la moitié de la quantité de mémoire disponible. Pour saisir plus d'un objet en ligne de commande, utilisez les espaces, les instructions de retour à la ligne (→ENTER), ou des délimiteurs pour séparer les objets. Vous pouvez, par exemple, saisir 12 SPC 34 pour introduire deux nombres—si vous appuyez sur ENTER, ils seront introduits dans la pile—ou encore, si vous appuyez sur +, ils sont introduits et ensuite, additionnés.

Si vous introduisez un caractère @ (arobas) en dehors d'une chaîne de caractères en ligne de commande, il sera traité, avec le texte voisin, comme un commentaire et effacé lorsque vous appuierez sur ENTER. Voir « Créer des programmes sur un ordinateur » en page 25-12.

Lorsque vous tapez en ligne de commande, les caractères sont normalement *insérés* à l'emplacement du curseur—tout caractère placé derrière lui avançant vers la droite. Les touches suivantes sont actives lorsque la ligne de commande est présente.

Opérations en ligne de commande

Touche	Description
◀ ▶	Déplace le curseur vers la gauche et vers la droite sur la ligne de commande. (→ ◀ et → ▶ déplacent le curseur vers le début ou la fin de la ligne.)
▲ ▼	Si la ligne de commande compte plus d'une seule ligne, déplace le curseur d'une ligne vers le haut ou vers le bas. (→ ▲ et → ▼ déplace le curseur vers la première ou la dernière ligne.) Si la ligne de commande compte une seule ligne, ▲ sélectionne la pile interactive et ▼ affiche le menu EDIT.
⌫	Efface le caractère placé à la gauche du curseur.
DEL	Supprime le caractère se trouvant à l'emplacement du curseur.
← EDIT	Affiche le menu EDIT, qui contient des fonctions de correction (d'édition) supplémentaires.
→ ENTRY	Change le mode de saisie en ligne de commande en mode de saisie de programme ou en mode de saisie algébrique/de programme, comme décrit ci-dessous.
ENTER	Traite le texte placé en ligne de commande—déplace les objets vers la pile et exécute des commandes.

Choisir les modes de saisie en ligne de commande

Quatre modes de saisie facilitent la saisie des différents types d'objets. Habituellement le mode de saisie nécessaire est activé automatiquement.

- **Mode de saisie immédiate.** (Activé automatiquement, non indiqué par un témoin.) C'est le mode par défaut. En mode de saisie immédiate, le contenu de la ligne de commande est introduit et traité immédiatement, lorsque vous appuyez sur une touche de fonction ou de commande (telle que +, SIN, ou STO).
- **Mode de saisie algébrique.** (Activé lorsque vous appuyez sur '. Indiqué par le témoin ALG.) Le mode de saisie algébrique est utilisé pour la saisie de noms et d'expressions algébriques pour utilisation immédiate. En mode de saisie algébrique, les touches de commande

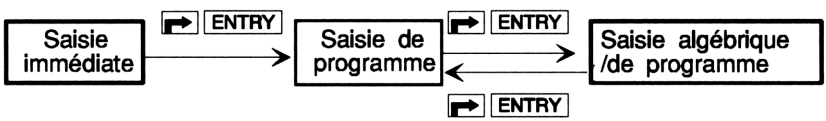
prennent le rôle d'aides à la frappe (par exemple, la touche [SIN] permet de saisir SIN( ) à l'affichage). D'autres commandes peuvent ainsi être exécutées (par exemple, [STO] ou [←][PURGE]).

- **Mode de saisie de programme.** (Activé par l'appui sur [←][« »] ou sur [←][{}]—indiqué par le témoin PRG.) Le mode de saisie de programme est utilisé aussi pour les listes, et pour les corrections à apporter au contenu de la ligne de commande ([←][EDIT] et [→][VISIT]). En mode de saisie de programme, les touches de fonction et de commande deviennent des aides à la frappe (par exemple, [SIN] introduit SIN et [STO], STO). Seules les fonctions non-programmables sont exécutées lorsque vous appuyez sur une touche (par exemple, [ENTER], [VAR], ou [→][ENTRY]).
- **Mode de saisie algébrique/de programme.** (Activé par l'appui sur ['] en mode de saisie de programme—et confirmé par la présence des deux témoins ALG *et* PRG.) Le mode de saisie algébrique/de programme est utilisé pour introduire des objets algébriques dans les programmes. Dans ce mode, les touches de commande et de fonction se comportent comme en mode de saisie algébrique (par exemple, la touche [SIN] introduit SIN( )). En appuyant sur une touche de commande (par exemple, [STO]), vous rétablissez le mode de saisie de programme simple.

Pour changer manuellement de mode de saisie :

- Appuyez sur [→][ENTRY].

Le fait d'appuyer sur [→][ENTRY] vous fait passer du mode de saisie immédiate en mode de saisie de programme, il vous fait aussi permuter entre modes de saisie de programme et mode de saisie algébrique/de programme.



[→][ENTRY] vous permet d'accumuler plusieurs commandes en ligne de commande pour exécution ultérieure. Par exemple, vous pouvez manuellement invoquer le mode de saisie de programme pour introduire 4 5 + ↵ en ligne de commande, et ensuite appuyer

sur [ENTER] pour calculer $\sqrt{4+5}$. [→][ENTRY] facilite également la modification d'objets algébriques dans les programmes.

Exemple : Calculez 12 – log(100) en incorporant la commande LOG en ligne de commande. D'abord, commencez la ligne de commande.

12 [SPC] 100 [→][ENTRY] [→][LOG]

Traitez-la pour terminer le calcul.

[ENTER] [−]

Récupérer des lignes de commandes précédentes

Le HP 48 sauvegarde automatiquement une copie des quatre lignes de commande le plus récemment exécutées.

Pour retrouver une ligne de commande :

1. Appuyez sur [←][LAST CMD] (au-dessus de la touche [3]).
2. Si nécessaire, appuyez sur [←][LAST CMD] une ou plusieurs fois.

Autres commandes PRG STK

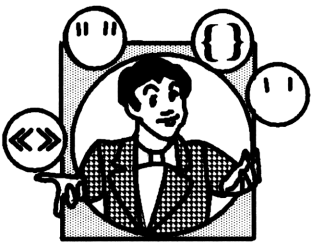
Commande/Description	Exemple	
	Touches	Résultat
DEPTH Renvoie le nombre d'objets sur la pile.	3: 2: 16 1: 'X1'	3: 16 2: 'X1' 1: 2
DROP2 Supprime les objets des niveaux 1 et 2.	3: 12 2: 10 1: 8	3: 2: 1: 12

Commande/Description	Exemple	
	Touches	Résultat
DROPN Supprime les premiers $n + 1$ objets de la pile (n est au niveau 1).	4: 123 3: 456 2: 789 1: 2	4: 3: 2: 1: 123
DUP Reproduit l'objet du niveau 1.	3: 2: 232 1: 543	3: 232 2: 543 1: 543
DUP2 Reproduit les objets des niveaux 1 et 2.	4: 3: 2: 'A' 1: (2,3)	4: 'A' 3: (2,3) 2: 'A' 1: (2,3)
DUPN Reproduit n objets de la pile, en commençant au niveau 2 (n est au niveau 1).	6: 5: 4: 123 3: 456 2: 789 1: 3	6: 123 5: 456 4: 789 3: 123 2: 456 1: 789
OVER Renvoie une copie de l'objet du niveau 2.	3: 2: 'AB' 1: 1234	3: 'AB' 2: 1234 1: 'AB'
PICK Renvoie une copie de l'objet du niveau $n + 1$ dans le niveau 1 (n étant du niveau 1).	4: 123 3: 456 2: 789 1: 3	4: 123 3: 456 2: 789 1: 123
ROLL Déplace l'object du niveau $n + 1$ vers le niveau 1 (n étant au niveau 1).	5: 555 4: 444 3: 333 2: 222 1: 4	5: 4: 444 3: 333 2: 222 1: 555

Commande/Description	Exemple	
	Touches	Résultat
ROLLD Déplace une partie de la pile entre le niveau 2 et le niveau $n + 1$ (n est au niveau 1).	6: 12 5: 34 4: 56 3: 78 2: 90 1: 4	6: 5: 12 4: 90 3: 34 2: 56 1: 78
ROT Déplace les 3 premiers objets de la pile (équivalent à 3 ROLL).	3: 12 2: 34 1: 56	3: 34 2: 56 1: 12

4

Objets



Les éléments d'information les plus importants qu'utilise le HP 48 sont nommés *objets*. Par exemple, un nombre réel, une matrice et un programme sont tous des objets. Sur la pile, un objet occupe un seul niveau—vous pouvez donc introduire n'importe lequel d'entre eux dans un niveau de la pile—ou le stocker dans une variable.

Le HP 48 est capable de stocker et de manipuler plusieurs *types* d'objets :

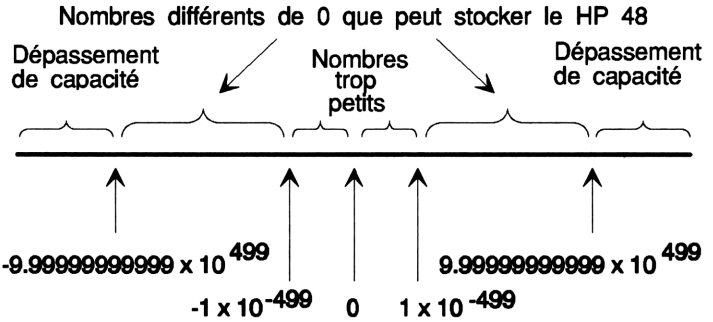
Nombres réels	Programmes	Objets-répertoires
Nombres complexes	Chaînes	Objets-sauvegardes
Entiers binaires	Listes	Objets-bibliothèques
Tableaux	Objets graphiques	Noms XLIB
Noms	Objets identifiés	Fonctions intégrées
Objets algébriques	Objets-unités	Commandes intégrées

Beaucoup de fonctions du HP 48 sont les mêmes pour tous les types d'objet—par exemple, vous utilisez la même procédure pour stocker un nombre réel, une matrice ou un programme. Les autres opérations ne s'appliquent qu'à un certain type d'objet—par exemple, vous ne pouvez extraire la racine carrée d'un programme.

Ce chapitre introduit les types d'objets, vous montrent quelques exemples illustrant leur utilisation et présente certaines commandes qui permettent de les manipuler. Chaque type d'objet est traité plus en détail dans un autre chapitre.

Nombres réels

Les nombres `12`, `-3,6` et `4,7E10` sont des exemples de nombres réels. Cette illustration montre la plage de nombres réels que peut stocker le HP 48.



Nombres complexes

Un nombre complexe est représenté par une paire de nombres réels délimités par des parenthèses. Vous pouvez saisir et afficher des nombres complexes sous forme rectangulaire ou polaire :

- **Forme rectangulaire.** $x + iy$, affiché sous forme (x, y).
- **Forme polaire.** $(re^{i\theta})$, affiché sous forme $(r, \angle\theta)$.

Les nombres complexes sont aussi utilisés pour représenter les coordonnées d'un point en deux dimensions.

Exemple : Ajoutez les nombres complexes $14 + 9i$ et $8 - 12i$.

Si les témoins `R∠Z` ou `R∠∠` sont présents, appuyez sur ↷ POLAR pour définir le mode de coordonnées rectangulaires (pas de témoin de coordonnées).

Saisissez les nombres complexes dans les niveaux 1 et 2. Utilisez un espace pour séparer les parties réelle et imaginaire de chaque nombre complexe.

◀ ( ) 14 SPC 9 ENTER
◀ ( ) 8 SPC 12 +/- ENTER

Ajoutez les deux valeurs.

⊞

```
1:                    (22,-3)
STO■ FIX SCI ENG SYM■ BEEP■
```

Les nombres complexes sont traités plus avant au chapitre 11.

Entiers binaires

Les entiers binaires du HP 48 sont des entiers non signés stockés sous la forme d'une séquence de bits binaires (plutôt que sous forme décimale). Ils sont délimités par un signe # précédant le nombre et par une lettre minuscule, optionnelle, (h, d, o ou b) qui identifie la base en cours. Vous pouvez introduire des entiers binaires en base hexadécimale, décimale, octale ou binaire. Le mode de base binaire défini dans le menu BASE (que vous appelez en appuyant sur MTH BASE), détermine la base en cours.

Exemple : Calculez $B17_{16} + 47_8$. Affichez le résultat en base hexadécimale.

Choisissez la base hexadécimale et saisissez les deux valeurs. Ajoutez la minuscule o (α ↶ O) à la valeur octale pour spécifier la base.

MTH BASE HEX
→ # B17 ENTER
→ # 47o ENTER

```
2:                    # B17h
1:                    # 27h
HEX■ DEC OCT BIN STWS RCWS
```

Ajoutez les deux valeurs.

⊞

```
1:                    # B3Eh
HEX■ DEC OCT BIN STWS RCWS
```

Appuyez sur DEC pour revenir à la base décimale.

Les entiers binaires sont traités en détail au chapitre 14.

4 Tableaux

Les tableaux peuvent être des *vecteurs* à une seule dimension ou des *matrices* à deux dimensions. Les délimiteurs, pour les tableaux, sont des crochets ([ ]). L'application MatrixWriter du HP 48 vous aide à introduire et à corriger les matrices.

Exemple : Multipliez les matrices et les vecteurs suivants.

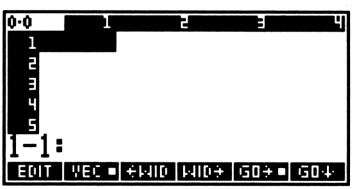
$$\begin{bmatrix} 1 & -2 & 0 \\ 4 & 5 & -3 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix}$$

Saisissez le vecteur sous la forme [2 1 2]. Utilisez des espaces pour en séparer les composants.

← [ ] 2 SPC 1 SPC 2 ENTER

Utilisez à présent MatrixWriter pour saisir la matrice. D'abord, appelez MatrixWriter.

→ MATRIX

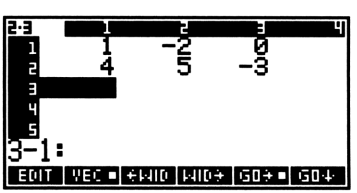


Saisissez la première ligne.

1 ENTER
2 +/- ENTER
0 ENTER

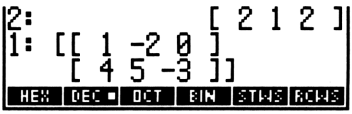
Commencez une nouvelle ligne et saisissez les trois valeurs. Vous pouvez les saisir une à la fois ou bien toutes ensemble, en les séparant par des espaces.

▼
4 SPC 5 SPC 3 +/- ENTER



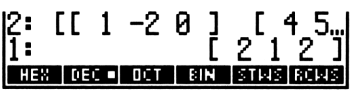
Saisissez maintenant la matrice dans le niveau 1.

ENTER



Pour effectuer la multiplication, la matrice doit se trouver au niveau 2 et le vecteur doit se trouver au niveau 1, il faut donc permuter ces deux niveaux. (Appuyer sur ▶ lorsqu'il n'y a pas de ligne de commande équivaut à appuyer sur ◀ SWAP.)

▶



Multipliez-les.

×

Les tableaux sont traités au chapitre 20.

Noms

Les noms servent à identifier les variables. Si vous désirez introduire cet objet dans la pile sans l'évaluer, entourez-le d'apostrophes, '.

Exemple : Saisissez les noms *A1* et *B1* et multipliez-les.

Saisissez les noms sur la pile. Le témoin ALG apparaît lorsque vous appuyez sur '.

' A1 ENTER
' B1 ENTER

Multipliez les deux noms.

×

Le résultat est une expression algébrique.

Les noms de variables sont traités au chapitre 6.

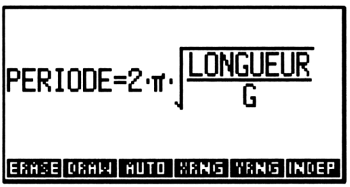
4 Objets algébriques

Les objets algébriques, comme les noms, sont délimités par deux apostrophes '. Ils représentent des expressions mathématiques et, sur la pile, sont figurés par une « notation ordinateur » comme dans ces deux exemples :

```
'PERIODE=2*π*√(LONGUEUR/G)'
```

```
'∂X(2*X^3+COS(X))'
```

L'application EquationWriter aide à introduire et à manipuler les objets algébriques en les affichant comme vous les liriez dans un livre. Voici par exemple comment apparaîtrait l'équation PERIODE dans l'environnement EquationWriter :



Les objets algébriques, aussi nommés *expressions algébriques* dans ce manuel, sont étudiés au chapitre 8. L'équation EquationWriter, elle, est traitée au chapitre 16.

Programmes

Les programmes sont des séquences de commandes et d'autres objets entourés par les délimiteurs « et ». Par exemple, si nous plaçons au niveau 1 un argument représenté par un nombre réel correspondant au rayon d'un cercle, le programme suivant calcule la surface de ce cercle :

```
« SQ π →NUM * »
```

Les délimiteurs empêchent les commandes d'être exécutées au fur et à mesure de leur saisie. Elles sont en fait exécutées plus tard, lorsque

l'objet-programme est évalué. La programmation est traitée dans la quatrième partie du manuel, chapitres 25 à 31.

Chaînes

Les chaînes sont des suites de caractères, le plus souvent utilisées pour représenter du texte dans les programmes. Elles sont délimités par des apostrophes. Par exemple, vous pourriez saisir la chaîne "Forme mineure d'une matrice" sur la pile et l'imprimer.

Une *chaîne comptée* est une autre forme de chaîne dans laquelle le nombre de caractères est indiqué. Les chaînes comptées sont précédées de C$ *n*, où *n* est un entier réel. C$ indique qu'il s'agit d'une chaîne comptée, et *n* indique le nombre de caractères à assembler dans la chaîne. Par exemple, en introduisant C$ 7 ABC DEF GHI à partir de la ligne de commande, on obtient la chaîne "ABC DEF". Les termes restants, GHI, sont introduits comme un nom, comme si celui-ci était seul dans la pile.

Une autre forme de chaîne comptée commence par C$ $. Dans ce cas, *tous* les caractères restants sont placés dans la chaîne.

Listes

Les listes sont des séquences d'objets groupés ensemble, délimités par des accolades—par exemple, { X 0 1 }. Les listes permettent de combiner des objets de telle sorte qu'ils puissent être manipulés comme un seul objet.

4 Objets graphiques

Les objets graphiques codent les données formant les images créées sur l'écran du HP 48, y compris des tracés de fonctions mathématiques, des images graphiques personnalisées et des représentations de l'affichage de la pile elle-même. Ils sont créés par certaines commandes de traçage et examinés dans l'environnement graphique. Ils peuvent aussi être placés dans la pile et stockés dans des variables. Dans la pile, un objet graphique est affiché par la commande

`Graphic` *n* × *m*

où *n* et *m* sont respectivement la largeur et la hauteur en *pixels*. (Un pixel est un point de l'affichage.)

La création et la manipulation d'objets graphiques sont décrites aux chapitres 18 et 19.

Objets identifiés

Un objet identifié est un objet associé à une étiquette, qui l'identifie. Les objets identifiés sont introduits sous la forme

: *identification*: *objet*

Les deux points délimitent l'identification. Lorsqu'un objet identifié est affiché dans la pile, les deux points du début sont supprimés pour améliorer la lisibilité.

Exemple: Saisissez le nombres 5 et 9 avec identification B1 et B2, puis calculez leur produit.

Saisissez les objets identifiés.

→ :: B1 ▶ 5 ENTER
→ :: B2 ▶ 9 ENTER

Calculez le produit.

×

Les identifications sont ignorées par ×.

Les objets identifiés sont particulièrement utiles pour étiqueter le contenu de variables et les sorties de programme (voir « Identifier les sorties » en page 29-16).

Objets-unités

Un objet-unité est un nombre réel combiné avec une unité de mesure. Le caractère de soulignement (_) sépare les unités du nombre—par exemple, `2_m` et `26.7_kg*m^2/s^2`.

Exemple : Calculez $\frac{50{,}8\ \text{ft/s}}{2{,}5\ \text{s}}$.

Saisissez les objets-unités 50,8 ft/s et 2,5 s.

50.8 ◀ UNITS LENG FT
◀ UNITS TIME ▶ S
2.5 S

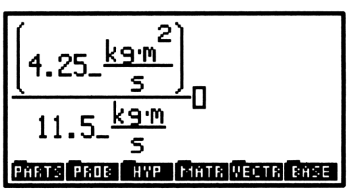
Divisez les deux valeurs.

÷

Les objets algébriques peuvent comporter des objets-unités, tels que

```
'(4.25_kg*m^2/s)/(11.5_kg*m/s)'
```

Lorsque des unités sont incluses dans les objets algébriques, EquationWriter aide la saisie, la correction et la manipulation de ces objets. Voici la même expression, affichée par EquationWriter :



Les objets-unités sont traités au chapitre 13.

4 Objets-répertoires

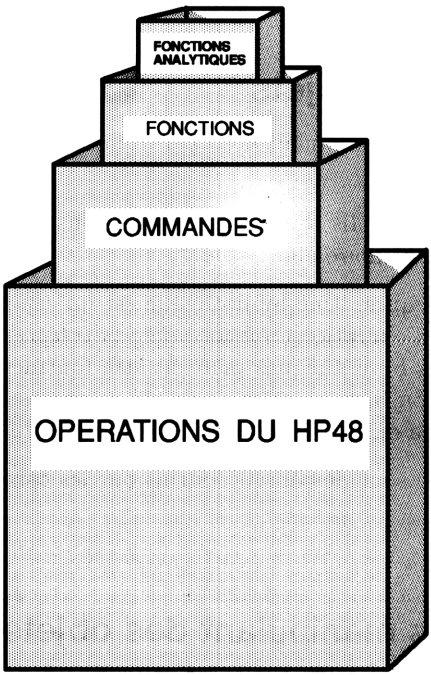
Le HP 48 utilise les objets-répertoires pour définir des structures hiérarchiques de répertoires pour les données stockées. Répertoires et objets-répertoire sont décrits au chapitre 7.

Fonctions intégrées et commandes

Les *fonctions* et *commandes* intégrées sont des sous-ensembles d'*opérations* du HP 48. Une opération est toute action que peut exécuter le calculateur. (Chaque fois que vous appuyez sur une touche, vous exécutez une opération.) Plus tard, il sera utile de déterminer si une opération peut être incluse dans un programme, dans un objet algébrique, et s'il elle possède un inverse ou une dérivée. Pour cette raison, les opérations sont classées en trois catégories dans tout ce manuel :

- **Opération.** Toute action intégrée au calculateur et représentée par un nom ou une touche.
- **Commande.** Toute opération programmable.
- **Fonction.** Toute commande pouvant être incluse dans les objets algébriques.
- **Fonction analytique.** Toute fonction pour laquelle le HP 48 propose un inverse et une dérivée.

Les fonctions analytiques constituent un sous-ensemble de fonctions ; les fonctions sont elles-mêmes un sous-ensemble des commandes, et les commandes, un sous-ensemble des opérations.



SIN, par exemple, est une fonction analytique ; elle possède un inverse et une dérivée, elle peut être incluse dans un objet algébrique et est programmable. SWAP (la commande qui permet de permuter le contenu des niveaux 1 et 2), par ailleurs, est strictement une commande—elle peut être incluse dans un programme, mais ne peut être contenue dans un objet algébrique et ne possède ni dérivée, ni inverse.

L'index des opérations, dans l'annexe G, indique la classification de chacune des opérations du calculateur. Tout au long de ce manuel, également, les activités du HP 48 sont identifiées en tant qu'opérations, commandes ou fonctions analytiques, selon le cas.

Fonctions et commandes intégrées constituent l'ensemble de commandes du HP 48. On peut se les représenter comme des

objets-programmes. (Les opérations qui ne sont pas des commandes ne sont pas des objets—vous ne pouvez les incorporer dans un programme.)

Autres types d'objets

Trois types d'objets impliquent des opérations réalisées avec des cartes enfichables :

- Objets-sauvegardes. Ils sont créés lorsque vous stockez des objets dans une carte mémoire enfichable.
- Objets-bibliothèques. Une bibliothèque est un répertoire de commandes et d'opérations qui *ne sont pas intégrées* dans le calculateur. Les bibliothèques peuvent être fournies par une carte d'applications, ou bien peuvent avoir été recopiées au préalable dans la RAM intégrée ou dans une carte RAM enfichable.
- Noms XLIB. Ce sont des objets fournis par les cartes enfichables.

Commandes manipulant des objets

Vous pouvez utiliser plusieurs commandes pour assembler, scinder et modifier des portions d'objets. Ces commandes (sauf +) sont situées dans le menu PRG OBJ (objet-programme, (PRG) OBJ).

Commande/Description	Exemple	
	Touches	Résultat
+ ((+)) Associe deux chaînes ou listes, ou ajoute un objet à une liste.	2: 'A' 1: { 2 3 } 2: "ABC" 1: "DE"	2: 1: { A 2 3 } 2: 1: "ABCDE"

Commande/Description	Exemple	
	Touches	Résultat
→ARRY (→ARR) Pile vers tableau ; associe des nombres réels ou complexes dans un vecteur rectangulaire à *n* éléments ou dans une matrice de dimensions *n* par *m*. (*n* ou ⟨*n m*⟩ est contenu dans le niveau 1.)	3: 8 2: 9 1: 2 7: 1 6: 2 5: 3 4: 4 3: 5 2: 6 1: ⟨ 3 2 ⟩	3: 2: 1: [8 9] 5: 4: 3: 2: 1: [[1 2] [3 4] [5 6]]
CHR Caractère ; renvoie le caractère correspondant au code. (Voir le jeu de caractères à l'annexe C.)	1: 140	1: "α"
C→R Nombres complexes vers nombres réels ; scinde un nombre complexe (ou un tableau complexe) en deux nombres réels (ou tableaux réels) représentant la partie réelle et la partie imaginaire.	2: 1: (2,3)	2: 2 1: 3
DTAG Suppression de l'identification ; supprime l'identification d'un objet.	1: A:123	1: 123
EQ→ Equation vers pile ; scinde une équation en son membre gauche et son membre droit.	2: 1: 'A=B+C' 2: 1: 'B+C'	2: 'A' 1: 'B+C' 2: 'B+C' 1: 0

Commande/Description	Exemple	
	Touches	Résultat
GET Rappel du $n^{è}$ (n étant contenu au niveau 1) élément d'un vecteur, d'une matrice, d'une liste ou de l'élément ‹ *n m* › d'une matrice.	2: [4 5 6] 1: 2 2: [[4 5 6] [7 8 9]] 1: 4 2: [[4 5 6] [7 8 9]] 1: ‹ 2 1 › 2: ‹ A B C › 1: 2	2: 1: 5 2: 1: 7 2: 1: 7 2: 1: 'B'
GETI Identique à GET, sauf qu'elle renvoie aussi le vecteur, la matrice, ou la liste au niveau 3 et l'élément suivant au niveau 2.	3: 2: [4 5 6] 1: 2 3: 2: [[4 5 6] [7 8 9]] 1: 4 3: 2: [[4 5 6] [7 8 9]] 1: ‹ 2 2 ›	3: [4 5 6] 2: 3 1: 5 3: [[4 5 6] [7 8 9]] 2: 5 1: 7 3: [[4 5 6] [7 8 9]] 2: ‹ 2 3 › 1: 8
→**LIST** Pile vers liste ; crée une liste contenant *n* objets (contenu du niveau 1).	3: 'X+Z' 2: 'X' 1: 2	3: 2: 1: ‹'X+Z' X›
NUM Renvoie le code correspondant au caractère.	1: "A"	1: 65

Commande/Description	Exemple	
	Touches	Résultat
OBJ→ Objet vers pile ; scinde un nombre complexe, un tableau ou une liste en ses divers éléments (identique à C→R, ARRY→ et LIST→). Pour les tableaux et les listes, elle renvoie le nombre d'éléments ou les dimensions au niveau 1. Pour les chaînes, elle supprime les délimiteurs et exécute le contenu comme une ligne de commande (identique à STR→). Pour les expressions algébriques, sépare la fonction la plus éloignée et ses arguments. Pour les unités, sépare le nombre et l'expression de l'unité. Pour les objets identifiés, sépare l'étiquette et l'objet.	2: 1: (4,5) 3: 2: 1: [8 9] 4: 3: 2: 1: [[1 2] [5 6]] 4: 3: 2: 1: ‹1 2 Y› 1:"5 SQ 2 *" 4: 3: 2: 1: 'A + B'	2: 4 1: 5 3: 8 2: 9 1: ‹ 2 › 5: 1 4: 2 3: 5 2: 6 1: ‹ 2 2 › 4: 1 3: 2 2: 'Y' 1: 3 1: 50 4: 'A' 3: 'B' 2: 2 1: +
POS Position d'un objet dans une liste, ou position d'une chaîne à l'intérieur d'une autre.	2: ‹ A 3 C › 1: 'C' 2: "ABCDEFG" 1: "DE"	2: 1: 3 2: 1: 4

Commande/Description	Exemple	
	Touches	Résultat
PUT Remplace le *n*ème élément d'un vecteur, d'une matrice, d'une liste ou de l'élément ‹*n m*› d'une matrice, par le contenu du niveau 1. (*n* ou ‹*n m*› sont le contenu du niveau 2.)	3: [4 5 6] 2: 2 1: 7 3: [[4 5 6] [7 8 9]] 2: 4 1: 2 3: ‹ 7 8 9 › 2: 2 1: 'A'	3: 2: 1: [4 7 6] 3: 2: 1: [[4 5 6] [2 8 9]] 3: 2: 1: ‹ 7 A 9 ›
PUTI Identique à Put, sauf qu'elle renvoie aussi une liste ou un tableau au niveau 2 et le nombre de l'élément suivant au niveau 1.	3: [4 5 6] 2: 2 1: 7 3: [[4 5 6] [7 8 9]] 2: 4 1: 2 3: ‹ 7 8 9 › 2: 2 1: 'A'	3: 2: [4 7 6] 1: 3 3: 2: [[4 5 6] [2 8 9]] 1: 5 3: 2: ‹7 A 9› 1: 3

Commande/Description	Exemple	
	Touches	Résultat
REPL Remplace une partie d'une liste ou d'une chaîne au niveau 3. Prend l'objet de remplacement au niveau 1, et l'endroit où le remplacement doit commencer dans la liste ou la chaîne est pris au niveau 2. (La manipulation d'objets graphiques par REPL est décrite dans « Utiliser des commandes de la pile pour les objets graphiques » en page 19-28.)	3: ⟨A B C D⟩ 2: 2 1: ⟨F G⟩ 3: ⟨A B C⟩ 2: 3 1: ⟨F G⟩ 3: ⟨A B⟩ 2: 10 1: ⟨F G⟩	3: 2: 1: ⟨A F G D⟩ 3: 2: 1: ⟨A B F G⟩ 3: 2: 1: ⟨A B F G⟩
R→C Réel en complexe ; combine deux nombres réels ou tableaux en un nombre ou tableau complexe.	2: -7 1: -2	2: 1: (-7,-2)
SIZE Nombre d'éléments d'une liste ; nombre de caractères dans une chaîne ; dimension d'un tableau ; et taille d'un objet graphique.	1: ⟨UX 2 Y⟩ 1: "ABCDEFG" 1: [[4 5 6] [7 8 9]] GRAPHIC 6×12	1: 3 1: 7 1: ⟨ 2 3 ⟩ 2: # 6d 1: #12d

Commande/Description	Exemple	
	Touches	Résultat
→**STR** convertit un objet en chaîne.	1: 'A+B'	1: "'A+B'"
SUB Sous-ensemble d'une liste ou d'une chaîne. La position des éléments de début et de fin est indiquée par le contenu des niveaux 2 et 1.	3: « A B C » 2: 2 1: 3 3: "ABCDEFG" 2: 3 1: 5	3: 2: 1: « B C » 3: 2: 1: "CDE"
→**TAG** Combine deux objets pour former un objet identifié.	2: 123 1: 'Valeur'	2: 1:Valeur:123
→**UNIT** Assemble un scalaire du niveau 2 et une expression d'unité du niveau 1 pour former un objet-unité.	2: 85 1: 17_m	2: 1: 85_m

GET, GETI, PUT et PUTI permettent d'utiliser des noms comme arguments, au lieu de tableaux. Par exemple, l'évaluation `'A1' 2 GET` renvoie le second élément de *A1* ; l'évaluation de `'A2' 2 "ABC" PUT` remplace le second élément de *A2* par « ABC ».

Détermination des types d'objet

Il existe 20 types d'objets utilisables par le HP 48. Chacun est représenté par un entier.

Numéros de types d'objets

Objet	Numéro du type	Objet	Numéro du type
Nombre réel	0	Entier binaire	10
Nombre complexe	1	Objet graphique	11
Chaîne	2	Objet identifié	12
Tableau réel	3	Objet-unité	13
Tableau complexe	4	Nom XLIB	14
Liste	5	Répertoire	15
Nom global	6	Bibliothèque	16
Nom local	7	Objet-sauvegarde	17
Programme	8	Fonction intégrée	18
Objet algébrique	9	Commande intégrée	19

Pour trouver le type de l'objet placé au niveau 1 :

- Appuyez sur [PRG] OBJ [NXT] TYPE (la commande TYPE).

Pour trouver le type de l'objet stocké dans une variable :

1. Appuyez sur ['] et saisissez le nom de la variable.
2. Appuyez sur [PRG] OBJ [NXT] VTYPE (la commande VTYPE).

Les commandes TYPE et VTYPE renvoient un numéro représentant le type de l'objet. VTYPE renvoie −1 si la variable n'existe pas.

Séparation des noms de variables par type d'objet

Pour obtenir une liste de variables contenant un type d'objet:

1. Saisissez le numéro de TYPE correspondant au type d'objet désiré.
2. Appuyez sur ◀ (MEMORY) (NXT) TVARS (la commande TVARS).

La commande TVARS renvoie une liste contenant les noms des variables du répertoire en cours contenant le type d'objet. Par exemple, en appuyant sur TVARS alors que le chiffre 8 se trouve au niveau 1 renvoie une liste de tous les noms des variables qui contiennent des programmes. Si aucune variable ne contient ce type d'objet, TVARS renvoie une liste vide vers la pile.

Evaluation des objets

L'*évaluation* est l'opération fondamentale du calculateur pour provoquer l'exécution d'une action par un objet. L'évaluation est souvent implicite dans les opérations du calculateur—elle se produit lorsque les commandes sont exécutées, les programmes exécutés, etc.

Pour évaluer un objet placé au niveau 1:

- Appuyez sur (EVAL) (la commande EVAL).

Le résultat de l'évaluation d'un objet peut être une suite d'actions qui peuvent entraîner d'autres évaluations. Le tableau suivant décrit l'effet de l'évaluation de différent types d'objets.

Type d'obj.	Effet de l'évaluation
Nom local	Rappelle le contenu de la variable. Si nécessaire, le contenu peut alors être évalué explicitement à l'aide de la commande EVAL.
Nom global	Appelle le contenu de la variable : ■ Un nom est évalué. ■ Un programme est évalué. ■ Un répertoire devient le répertoire en cours. ■ D'autres objets sont placés dans la pile. Si aucune variable n'existe pour un nom donné, l'évaluation de ce nom renvoie le nom, placé entre apostrophes, dans la pile.
Programme	Introduit chaque objet dans le programme : ■ Les noms sont évalués, à moins qu'ils soient entourés d'apostrophes ('). ■ Les commandes sont exécutées. ■ Les autres objets sont placés sur la pile.
Liste	Introduit chaque objet dans la liste : ■ Les noms sont évalués. ■ Les programmes sont évalués. ■ Les commandes sont exécutées. ■ D'autres objets sont placés dans la pile.
Expression algébrique	Introduit chaque objet dans l'expression : ■ Les noms sont évalués. ■ Les commandes sont exécutées. ■ D'autres objets sont placés dans la pile.
Autres objets	Place l'objet sur la pile.

Exemple : Supposons que vous ayez créé deux variables globales :

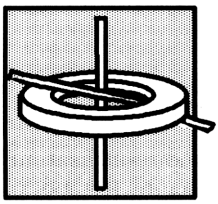
- *DXPI* contient le nombre réel 6,28318530718.
- *CIRCF* contient le programme « DXPI * ».

Le libellé CIRCF dans le menu VAR représente *CIRCF*. Lorsque vous appuyez sur CIRCF, voici ce qui se produit :

1. Le nom *CIRCF* est évalué.
2. Le programme stocké dans la variable *CIRCF* est évalué.
3. Le nom *DXPI* (le premier objet du programme) est évalué.
4. Le nombre réel stocké dans la variable *DXPI* est renvoyé dans la pile.
5. La commande * (multiplication) est exécutée.

5

Mémoire du calculateur



Chaque opération que vous exécutez sur votre HP 48 nécessite de la mémoire. Ce chapitre est consacré aux différents types de mémoire, montre comment prendre connaissance de l'usage fait de la mémoire et indique comment faire face aux situations où la mémoire devient rare.

Types de mémoire

Le HP 48 possède deux types de mémoire :

- **Mémoire morte (ROM).** La mémoire morte, ou ROM, est une mémoire consacréé à des opérations spécifiques, et qui ne peut être modifiée. Le HP 48 possède 256 Ko (kilo octets) de mémoire intégrée qui contient son jeu de commandes. Sauf pour le HP 48S model, vous pouvez augmenter la quantité de ROM en installant des cartes d'application enfichables.
- **Mémoire vive (RAM).** C'est une mémoire accessible, dont vous pouvez modifier le contenu. Vous pouvez y stocker des données, puis les modifier ou les détruire. On l'appelle aussi *mémoire d'exécution.* Le HP 48 possède en version standard 32 Ko de mémoire RAM. Sauf pour le modèle HP 48S, la quantité de mémoire RAM peut être étendue en ajoutant des cartes mémoire.

La RAM est aussi nommée *mémoire-utilisateur* parce qu'elle est accessible. Vous la manipulez lorsque vous introduisez un objet dans la pile, le sauvegardez dans une variable, supprimez une variable, créez une équation ou une matrice, exécutez un programme etc. De plus, le HP 48 effectue de temps à autre une nettoyage du système pour libérer de la mémoire pour les opérations courantes.

Les deux chapitres suivants, « Variables et menu VAR » et « Répertoires » décrivent l'organisation et la gestion de la mémoire-utilisateur.

Comment connaître la quantité de mémoire disponible

Pour connaître la quantité de mémoire disponible :

- Appuyez sur ◀ (MEMORY) MEM (la commande MEM).

La commande MEM renvoie le nombre d'octets de mémoire-utilisateur non utilisée. Par exemple, une mémoire vide, dans le cas du HP 48SX devrait compter 30000 octets de mémoire disponible (sans aucune carte RAM installée).

Pour obtenir la taille de mémoire et la somme de contrôle de l'objet du niveau 1 :

- Appuyez sur ◀ (MEMORY) BYTES (la commande BYTES, octets).

La commande BYTES renvoie :

- **Niveau 2 : somme de contrôle.** La somme (ou totalisation) de contrôle est un nombre entier binaire spécifique à l'objet. Elle peut être utilisée pour assurer que vous avez correctement saisi un objet de grandes dimensions (par exemple, un programme ou une matrice) en comparant le total de contrôle de votre liste d'instructions avec le total de contrôle obtenu après saisie. (Vous verrez que la plupart des programmes de la partie 4 de ce manuel comportent un total de contrôle à la fin du listage pour vous aider à vérifier l'exactitude de votre saisie.)
- **Niveau 1 : nombre d'octets.** La quantité de mémoire est la quantité d'octets qu'utilise un objet. Si l'objet est un nom de variable, la mémoire utilisée par le nom de la variable *et* son contenu apparaissent. S'il s'agit d'un objet intégré, la réponse est 2,5 octets.

D'autres commandes aidant à gérer la mémoire se trouvent au chapitre 6, « Variables et menu VAR » et au chapitre 7, « Répertoires ».

Sauvegarde et restauration de la pile

Certaines opérations du HP 48 effacent la pile—mais vous pouvez avoir besoin des données qui y sont stockées. Son contenu peut être sauvegardé dans une variable.

Procédure de sauvegarde de la pile :

1. Appuyez sur (PRG) STK DEPTH pour obtenir les dimensions de la pile.
2. Appuyez sur (PRG) OBJ →LIST pour faire de la pile un objet de liste.
3. Appuyez sur ('), donnez un nom à la sauvegarde et appuyez sur (STO).

Pour restaurer la pile :

1. Optionnel : appuyez sur (→)(CLR) pour effacer le contenu de la pile en cours, s'il y a lieu.
2. Appuyez sur (VAR) et sur la touche de menu portant le nom de votre sauvegarde.
3. Appuyez sur (PRG) OBJ OBJ→ pour étendre la liste.
4. Appuyez sur (←) pour abandonner le nombre d'objets retrouvés.

Si vous n'effacez pas la pile de son contenu, ils remontent aux niveaux supérieurs au-dessus des données restaurées.

Effacement total de la mémoire

L'effacement de la mémoire *efface absolument toutes les données stockées* et replace tous les modes à leurs réglages d'origine. Pour cette raison, vous ne remettrez pas votre calculateur à zéro très souvent, tout au moins pas sans y avoir bien réfléchi.

Pour effacer toute la mémoire :

1. Appuyez et maintenez la pression sur trois touches : (ON), la touche placée à le plus à gauche de la rangée des touches de menu, (A) et la touche de droite (F).
2. Relâchez les deux touches de menu, et ensuite (ON). Le calculateur émet une tonalité et affiche `Try To Recover Memory?` (Voulez-vous essayer de récupérer la mémoire ?).
3. Appuyez sur `NO`. Le HP 48 émet encore un bip et affiche `Memory Clear` (mémoire effacée).

Si nécessaire, vous pouvez annuler cette opération avant de relâcher la touche (ON) en continuant à maintenir la pression tout en appuyant sur la touche (B). Vous pouvez aussi répondre `YES` lorsque le calculateur vous demande s'il doit essayer de retrouver sa mémoire, mais il se peut qu'il soit difficile de retrouver toute la mémoire à ce stade. Vous perdrez probablement la pile, vos alarmes et les assignations de touches que vous aurez faites.

Lorsque la mémoire est insuffisante

Les opérations, sur le HP 48, se partagent la mémoire avec les objets que vous créez. Lorsque la mémoire-utilisateur se remplit presque totalement, le fonctionnement du calculateur se ralentit. Puis, le HP 48 affiche une série de messages. En voici une liste, en ordre de sévérité croissante.

« **No Room for Last Stack** ». Il n'y a pas assez de mémoire pour sauvegarder une copie de la pile en cours, et ce message s'efface dès l'appui sur ENTER. Dans ce cas la fonction LAST STACK ((←)(LAST STACK)) est inopérante.

Les mesures à prendre à se stade sont la destruction d'objets ou de variables indispensables.

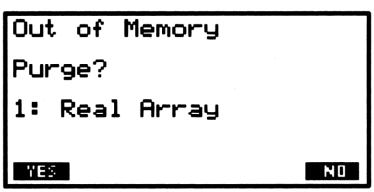
« **Insufficient Memory** ». Il n'y a plus assez de mémoire pour terminer l'exécution d'une opération, si l'opération LAST ARG est utilisée, ((→)(LAST ARG), l'indicateur −55 est désarmé), les arguments originaux sont replacés dans la pile. Si LAST ARG est hors d'état de fonctionner (si l'indicateur −55 est armé), les arguments sont perdus.

Supprimez les objets de la pile qui ne sont pas indispensables, ou supprimez les variables dont vous n'avez plus besoin.

« **No Room to Show Stack** ». Le HP 48 essaie de terminer les opérations en cours, mais il n'aura pas assez de mémoire pour afficher la pile. Dans ce cas, le calculateur affiche `No Room To Show Stack` sur la ligne supérieure de l'affichage. Ces lignes de l'affichage, qui en temps normal montreraient les objets de la pile ne font que citer le type de ces objets, par exemple, `Real Number`, `Algebraic` et ainsi de suite.

La quantité de mémoire nécessaire pour afficher la pile varie avec le type d'objet. S'il n'y a pas de place pour montrer la pile, supprimez les objets qui ne sont pas indispensables ou les variables dont vous n'avez pas absolument besoin—ou encore stockez un des objets de la pile dans une variable pour qu'il ne doive pas être affiché.

« **Out of Memory** ». Dans les cas extrêmes, il ne reste plus assez de mémoire dans le calculateur pour exécuter quoi que ce soit—afficher la pile, des libellés de menu, exécuter une commande, etc. Dans cette situation il faut absolument libérer une quantité de mémoire avant de continuer. Une procédure particulière est mise en action, elle commence par l'affichage suivant :



Pour répondre aux messages « Out Of Memory » :

- Pour supprimer l'objet proposé, appuyez sur `YES`.
- Pour garder l'objet proposé pour la suppression, appuyez sur `NO`.
- Pour arrêter le processus et voir si la situation est temporairement résolue, appuyez sur (ATTN).

Au début du processus, l'affichage vous demande si vous désirez purger l'objet du niveau 1 (il est décrit par son type)—un tableau réel dans l'exemple ci-dessus. Si vous le supprimez, le choix est répété pour le nouvel objet présenté au niveau 1. Les objets se succèdent jusqu'à ce

que la pile soit vide ou que vous appuyiez sur NO. A cet insant, le message demandant s'il faut détruire le contenu du niveau 1 est remplacé par un autre, qui vous demande si vous désirez rejeter le contenu de LAST CMD (←)(LAST CMD)—et ensuite éliminer d'autres objets dans l'ordre suivant:

1. Le niveau 1 de la pile (répétition).
2. Le contenu de LAST CMD.
3. Le contenu de LAST STACK (si elle est activée).
4. Le contenu de LAST ARG (si elle est activée).
5. La variable *PICT* (si elle existe).
6. Des assignations de touches-utilisateur.
7. Des alarmes.
8. Toute la pile (à moins qu'elle soit déjà vide)
9. Chaque variable globale, selon son nom.
10. Chaque objet du port 0 par nom identifié.

Remarque

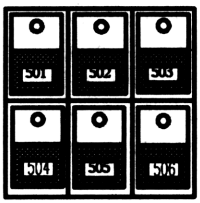
Il est possible que cette liste commence par la ligne de commande et *ensuite* fasse défiler le contenu de la pile, le contenu de la dernière commande (LAST CMD) etc. Si vous répondez NO au message qui demande d'effacer la ligne de commande, vous reviendrez à la ligne de commande lorsque la procédure `Out of Memory` sera terminée.

Les sollicitations pour les variables (la neuvième de la liste) commence par l'objet le plus récent du répertoire *HOME* et passe ensuite aux objets de plus en plus anciens. Si la variable à effacer est un répertoire vide, YES le purge. S'il est encore plein, YES amène la séquence de purge de variables à passer en revue les variables, par ordre inverse d'ancienneté.

Chaque fois que vous le désirez, vous pouvez metre fin à ce processus en appuyant sur la touche (ATTN). S'il reste assez de mémoire, le calculateur revient à son affichage habituel; sinon, le calculateur émet un bip et continue la séquence de purge. Après avoir fait le tour des choix, le HP 48 essaie de revenir au fonctionnement normal. S'il n'y a toujours pas assez de mémoire, le processus recommence.

6

Variables et menu VAR



Une *variable* est un emplacement de stockage qui porte un nom et qui contient un objet. Les variables vous permettent de stocker et de rappeler de l'information. Par exemple, vous pouvez stocker l'accélération de la pesanteur, 9,81 m/s^2, dans une variable nommée *G* et ensuite utiliser ce nom pour faire référence au *contenu* de la variable.

Le HP 48 utilise deux types de variables :

- **Variables globales.** Ce sont des variables communes qui restent en mémoire jusqu'à ce que vous les purgiez.
- **Variables locales.** Ce sont des variables temporaires créées par les programmes. Elles n'existent que le temps d'exécuter une partie du programme, et ne peuvent être utilisées en-dehors de celui-ci.

Ce chapitre concerne uniquement les variables globales. Les variables locales sont décrites sous « Utiliser des variables locales » en page 25-13.

Nommer les variables

Les noms de variables peuvent compter jusqu'à 127 caractères et peuvent contenir des lettres, des chiffres et la plupart des autres caractères. Si un nom est trop long pour s'accomoder de l'espace offert par un libellé de menu, seul le début est affiché.

La différence est faite entre majuscules et minuscules, même si elles apparaissent de façon identique dans les libellés de menu.

Voici les caractères qui ne peuvent être inclus dans les noms :

- Les caractères qui séparent des objets : espace, virgule, point, @ et les délimuteurs d'objets, # [ ] " ' « » ( ) « » : _.
- Les symboles de fonctions mathématiques : + − * / ^ √ = < > ≤ ≥ ≠ ∂ ∫ !.

Les noms ne peuvent commencer par un chiffre. Les noms de commandes ne peuvent être utilisés (par exemple, SIN, i, ou π). De plus, PICT est un nom spécial, utilisé par le HP 48 pour contenir l'objet graphique en cours et il ne peut être utilisé comme nom de variable. Certains noms sont acceptables comme noms de variables, mais sont utilisés par le HP 48 pour des raisons spécifiques. Vous pouvez les utiliser, mais souvenez-vous que certaines commandes les utilisent comme arguments implicites—si vous modifiez leur contenu, ces commandes pourraient ne pas s'exécuter convenablement. Ces variables sont nommées *variables réservées* :

- *EQ* fait référence à l'équation en cours utilisée par HP Solve et les applications Plot.
- *CST* contient les données des menus personnalisés.
- *ΣDAT* contient la matrice statistique en cours.
- *ALRMDAT* contient les données d'une alarme en cours de définition.
- *ΣPAR* contient une liste de paramètres utilisés par les commandes STAT.
- *PPAR* contient une liste de paramètres utilisés par les commandes PLOT.
- *PRTPAR* contient une liste de paramètres utilisés par les commandes PRINT.
- *IOPAR* contient une liste de paramètres utilisés par les commandes IO.
- *s1*, *s2*, ... , sont créées par ISOL et QUAD pour représenter les signes arbitraires obtenus dans les solutions symboliques.
- *n1*, *n2*, ... , sont créées par ISOL pour représenter les entiers arbitraires obtenus dans les solutions symboliques.
- Les noms commençant par « der » font référence à des dérivées créées par l'utilisateur.

Créer des variables

Pour créer une variable par objet de stockage :

1. Saisissez l'objet à stocker.
2. Saisissez le nom de la variable. (Appuyez sur ' et tapez le nom.)
3. Appuyez sur STO (la commande STO).

La commande STO retire l'objet et le nom de la pile et stocke l'objet dans une variable portant ce nom. Si la variable n'existe pas, elle est créée dans le répertoire en cours. (Les répertoires sont traités au chapitre 7. Si vous n'avez pas créé de répertoires, toutes vos variables sont créées dans le répertoire *HOME*.) Si la variable existe, le nouvel objet remplace l'ancien.

Vous pouvez stocker tout type d'objet dans une variable.

Pour accéder au menu des variables, VAR :

- Appuyez sur VAR.

VAR contient une touche de menu pour chacune des variables du répertoire en cours. Vous pouves utiliser les touches de variables pour taper les noms de variables et accéder à leur contenu. Voir « Utiliser le menu VAR et le catalogue REVIEW » en page 6-7.

Exemple : Créez la variable *VCT1* contenant le vecteur [1 2 3].

Saisissez le vecteur [1 2 3].

← [ ] 1 SPC 2 SPC 3 ENTER

Tapez le nom de la variable et appuyez sur STO. S'il n'est pas affiché, affichez le menu VAR pour voir la nouvelle variable.

' VCT1 STO
VAR

Pour créer une variable à partir d'une définition symbolique :

1. Saisissez une équation avec un nom du côté gauche et une définition symbolique du côté droit.
2. Appuyez sur ← DEF (la commande DEFINE).

La commande DEFINE peut créer des variables à partir d'équations. Si au niveau 1 se trouve une équation possédant un nom correct à gauche, l'exécution de DEFINE stocke l'expression du côté droit de l'équation dans ce nom.

Exemple : Utilisez DEFINE pour stocker 6 dans la variable *A*. Appuyez sur `'A=6'` ◀ DEF.

Si l'indicateur −3 est désarmé (son état par défaut), DEFINE stocke l'expression sans l'évaluer. Si vous avez armé l'indicateur −3, l'expression est évaluée en tant que nombre, si possible, avant d'être stockée. Par exemple, les séquences de frappe `'A=10+10'` ◀ DEF créent la variable *A* et y stockent `'10+10'` si l'indicateur −3 est désarmé et `20` s'il est armé.

Utiliser le contenu des variables

Une fois la variable créée, il y a deux manières d'accéder à son contenu :

- *Evaluer* le nom de la variable. (C'est la façon la plus courante d'utiliser les variables.)
- *Rappeler* le contenu de la variable.

Evaluer les noms de variables

L'évaluation d'un nom de variable consiste à évaluer l'objet stocké dans cette variable :

- **Nom.** Le nom est évalué (appelant *son* objet).
- **Programme.** Le programme s'exécute.
- **Répertoire.** Le répertoire devient le répertoire en cours.
- **Autre objet.** Une copie de l'objet est renvoyée dans la pile.

Pour évaluer un nom de variable :

- Appuyez sur la touche de la variable dans le menu VAR.
  ou
- Saisissez le nom de la variable (*pas d'apostrophes*) et appuyez sur ENTER.

Par exemple, G évalue *G* et G ENTER évalue *G*.

Exemple : Créez trois variables—*A* contenant 2, *B* contenant 5 et *ALG* contenant l'expression algébrique `'A+B'`. Puis évaluez-les depuis le menu VAR.

Affichez le menu VAR et créez les variables.

VAR

2 ENTER ' A STO
5 ENTER ' B STO
' A + B ENTER ' ALG STO

Evaluez *ALG*, *B* et *A*. Le contenu de la variable est placé dans la pile.

ALG
B
A

Rappel du contenu des variables

Le rappel d'une variable place une copie de son contenu dans la pile—*rien n'est évalué.*

Pour rappeler le contenu d'une variable :

- Appuyez sur ▶ et la touche de la variable dans le menu VAR.
  ou bien
- Saisissez le nom de la variable (entre apostrophes), ensuite appuyez sur ▶ RCL (la commande RCL).

Le rappel d'une variable demandant plus de frappes au clavier que l'évaluation d'un nom de variable, la technique de rappel est utilisée principalement pour obtenir une copie de la variable, contenant un programme, un nom de répertoire. (Pour les autres types d'objets, évaluez simplement le nom.)

Exemple : Stockez un programme dans *ADD2*, ensuite rappelez-le.

Saisissez le programme, ensuite stockez-le.

◀ « » + + ENTER
' ADD2 STO

Rappelez le programme stocké dans *ADD2*.

→ ADD2

Changer le contenu des variables

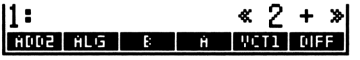
Pour changer le contenu d'une variable :

- Saisissez le nouveau contenu au niveau 1, ensuite appuyez sur ← et la touche de la variable dans le menu VAR.
  ou
- Saisissez le nom de la variable au niveau 1 (entre apostrophes), ensuite appuyez sur → VISIT, modifiez le contenu, et ensuite appuyez sur ENTER.
  ou bien
- Saisissez le nouveau contenu au niveau 2 et le nom de la variable au niveau 1 (entre apostrophes), ensuite appuyez sur STO (la commande STO).

Exemple : Changez le contenu de *ADD2* de « + + » en « 2 + ».

Saisissez le nouveau contenu.

← « » 2 + ENTER



Stockez le nouveau contenu dans *ADD2*.

← ADD2

Utilisation de noms de variables avec ou sans parenthèses

Il est important d'utiliser le délimiteur ' lors de la saisie d'un nom de variable : il détermine la non évaluation—ou l'évaluation—du nom lorsque vous appuyez sur ENTER. Si le délimiteur ' est présent, l'évaluation est empêchée—s'il est absent, le nom, sans apostrophe, est automatiquement évalué.

Pour saisir un nom de variable :

- Pour placer le nom dans la pile, appuyez sur ', ensuite tapez le nom ou appuyez sur sa touche dans le menu VAR.
- Pour évaluer automatiquement le nom, tapez son nom ou appuyez sur sa touche dans le menu VAR (*sans* appuyer sur ').

Les commandes telles que STO, RCL et PURGE traitent un nom de variable entre apostrophes comme un argument de la pile.

Lorsqu'un nom de variable sans apostrophes est évalué, ce qui s'ensuit dépend du type d'objet du contenu. (Voir ci-dessus, « Evaluer les noms de variables ».)

Si vous exécutez un nom sans apostrophes qui n'existe pas (c'est une *variable formelle*, aucune variable n'a auparavant été créée sous ce nom), le nom est mis dans la pile *entre apostrophes*. La possibilité d'utiliser des noms sans avoir à créer de variables permet l'utilisation des mathématiques symboliques avec le HP 48.

Utiliser le menu VAR et le catalogue REVIEW

Le menu VAR (VAR) contient un libellé pour chacune des variables globales que vous avec créées dans le répertoire en cours.

Pour utiliser le menu VAR :

- Pour évaluer un nom de variable, appuyez sur sa touche de menu.
- Pour rappele le contenu d'une variable, appuyez sur → et sur la touche de menu.

- Pour changer le contenu d'une variable, introduisez le nouveau contenu dans la pile, ensuite appuyez sur ◀ et sur la touche de menu.
- Pour taper un nom de variable lorsque la ligne de commande est en mode algébrique ou de programme, appuyez sur la touche de menu.
- Pour afficher le catalogue de variables REVIEW, appuyez sur ◀ REVIEW. (Appuyez sur ATTN pour revenir à l'affichage de la pile.)

Le catalogue REVIEW montre les noms complets ainsi que le contenu des variables présentes sur la page en cours du menu VAR. La frappe suivante annule la revue, ré-affiche la pile et ensuite exécute elle-même les frappes. Si le menu VAR contient plus de six libellés, utilisez NXT et ◀ PREV pour changer de page.

Exemple : Créez une variable nommée *OPTION* contenant 6,011991 et affichez ensuite le menu VAR.

6.011991 ENTER
' OPTION STO
VAR

Rappelez la valeur de la variable.

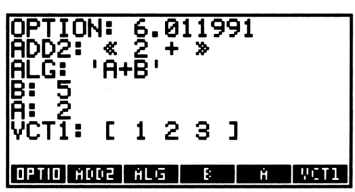
▶ OPTIO

Saisissez le nom de la variable.

' OPTIO ENTER

Affichez un catalogue des variables.

◀ REVIEW



Appuyez sur ATTN pour revenir à l'affichage de la pile.

Pour remettre en ordre le menu VAR :

1. Créez une liste contenant les noms des variables dans l'ordre que vous souhaitez utiliser dans le menu VAR. Il n'est pas nécessaire d'y inclure *tous* les noms—ceux que vous omettrez seront placés à la suite de ceux que vous aurez spécifiés.
2. Appuyez sur ◀ (MEMORY) ORDER (la commande ORDER).

Une manière de créer une liste (première étape) est d'exécuter la commande VARS (◀ (MEMORY) VARS). VARS renvoie une liste contenant toutes les variables présentes dans le répertoire en cours. Vous pouvez ensuite la modifier à loisir.

Purger les variables

Pour purger une variable :

1. Saisissez le nom de la variable.
2. Appuyez sur ◀ (PURGE) (la commande PURGE).

Exemple : Purgez la variable *OPTION* créée dans l'exemple précédent. (Vous pouvez taper le nom ou utiliser la touche de menu de la variable comme aide à la frappe.)

' OPTION ◀ (PURGE)

ou

' OPTIO ◀ (PURGE)

Pour purger plus d'une variable :

1. Créez une liste (avec délimiteurs { }) contenant les variables à purger. (Appuyez sur (ENTER) pour la placer au niveau 1.)
2. Appuyez sur ◀ (PURGE) (la commande PURGE).

Pour obtenir une liste de toutes les variables du répertoire en cours, appuyez sur ◀ (MEMORY) VARS (la commande VARS). Vous pouvez modifier cette liste ; ensuite, exécutez PURGE.

Exemple : Supposons que vous ayiez créé les variables *A*, *B*, *C*, *D* et *E*—et que vous n'ayiez plus besoin de *A*, *B* et *C*. Créez d'abord la liste { A B C } contenant les noms à supprimer—appuyez sur ◀ ({})

A B C ENTER. (Remarquez que {} place la ligne de commande en mode de saisie de programme.) Enfin, appuyez sur ◀ PURGE pour supprimer ces variables.

Pour purger toutes les variables :

1. Appuyez sur ▶ PURGE, une aide à la frappe qui affiche CLVAR en ligne de commande.
2. Appuyez sur ENTER pour l'exécuter.

La commande CLVAR (*Clear Variables*) efface toutes les variables dans le répertoire en cours. Cette commande a des conséquences drastiques, il n'y a donc pas de touche permettant son exécution immédiate.

Récupérer après une erreur

Pour récupérer une commande STO ou PURGE sur une variable :

1. Appuyez sur ▶ LAST ARG *avant* d'exécuter toute autre opération.
2. Appuyez sur STO.

Si vous avez purgé ou écrasé une variable par erreur, le fait d'appuyer sur STO ou sur ◀ PURGE, vous pouvez ensuite utiliser ▶ LAST ARG pour retrouver le contenu de la variable *avant* l'erreur, et le nom de la variable dans la pile. Ensuite, appuyez sur STO pour re-stocker la variable.

Opérations arithmétiques sur les variables

Les commandes d'arithmétique effectuent des opérations sur le contenu des variables sans le renvoyer dans la pile. Elles se trouvent dans le menu arithmétique MEMORY (▶ MEMORY).

Commandes arithmétiques sur les variables

Touches	Commande programmable	Description
▶ MEMORY :		
STO+ STO− STO* STO/	STO+ STO− STO* STO/	Ajoute, soustrait, multiplie ou divise deux objets : l'un est pris dans la pile, l'autre est le contenu d'une variable spécifiée par un nom dans la pile. Le nouvel objet se trouve au niveau 2, plus, moins, multiplié ou divisé par l'objet du niveau 1 et est stocké dans la variable spécifiée.
SINV SNEG SCON	SINV SNEG SCONJ	Calcule l'inverse, le négatif ou le complexe conjugué du contenu de la variable nommée dans la pile. Le résultat vient remplacer le contenu original de la variable.

Exemples de commandes arithmétiques sur les variables

Commande	Contenu précédent de ABC	Contenu de la pile	Contenu final de ABC
STO+	10	2: 'ABC' 1: 6	16
STO−	10	2: 3 1: 'ABC'	−7
STO/	20	2: 'ABC' 1: 2	10
	20	2: 5 1: 'ABC'	0.25

Deux commandes supplémentaires, INCR et DECR, sont utilisées principalement en programmation. Elles sont décrites sous le titre « Utiliser des compteurs de boucles » en page 27-13.

7

Répertoires

Les *Répertoires* vous permettent d'organiser les variables en ensembles pertinents. Ils permettent aussi « d'enterrer » des informations que vous n'utilisez que rarement, et protéger des données que vous ne souhaites pas voir altérer accidentellement par des programmes (ou d'autres utilisateurs).

Ce chapitre décrit :

- Le concept de répertoire.
- La création de sous-répertoires.
- La création et l'accès aux variables dans les répertoires.
- La modification, la suppression et la manipulation de répertoires.

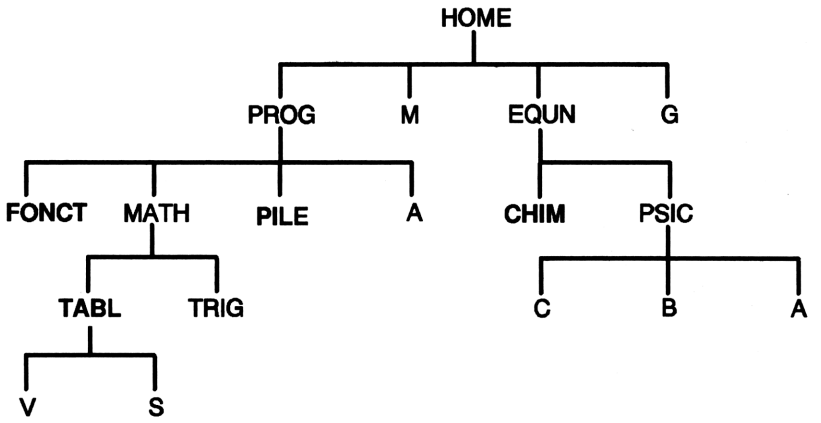
Hiérarchie des répertoires

Le HP 48 permet l'organisation des variables en une structure hiérarchique—de façon telle que vous puissiez utiliser des ensembles de variables, plutôt que la masse anarchique de l'ensemble des variables. Ce concept a l'avantage d'éviter l'encombrement du menu VAR—et il aide à séparer des variables qui n'ont rien de commun entre elles.

Un *répertoire* est un objet contenant un ensemble de noms de variables et d'objets stockés qui y correspondent. Le *répertoire en cours* est le seul a être actif—celui dont les noms de variables apparaissent dans le menu VAR.

7

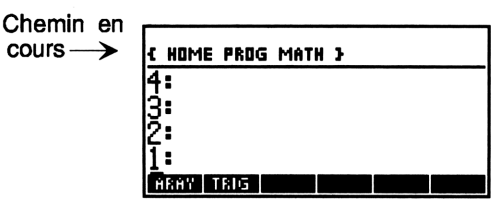
Considérons la structure de répertoire suivante.



Le répertoire *HOME* est toujours celui placé au plus haut niveau. Dans cet exemple, il contient quatre variables—deux variables (*PROG* et *EQUN*) sont les noms de deux sous-répertoires. Un niveau plus bas, *MATH* est un sous-répertoire de *PROG* et *TABL* est un sous-répertoire de *MATH*. (On peut dire aussi que *MATH* est le parent de *TABL*, *PROG* est le parent de *MATH* et *HOME* est le parent de *PROG*.)

La séquence de répertoires—en commençant à partir de *HOME*—qui conduit à un répertoire est le *chemin* de ce répertoire. Le chemin de *EQUN* est { HOME EQUN }. Le chemin de *TABL* est { HOME PROG MATH TABL }.

Le chemin du répertoire en cours est le *chemin en cours*—qui est affiché dans la zone d'état de l'affichage.



Un répertoire est normalement stocké dans une variable—et quand son nom apparaît dans le menu VAR, son label porte une barre au-dessus du coin supérieur gauche, pour vous indiquer que c'est un répertoire.

Le répertoire *HOME* est le seul répertoire existant lorsque le calculateur est mis sous tension pour la première fois. Vous créez d'autres répertoires au fur et à mesure de vos besoins.

Pour mettre le chemin de répertoire en cours sur la pile :

- Appuyez sur ◀ (MEMORY) PATH (la commande PATH).

La commande PATH renvoie le chemin du répertoire en cours sous la forme d'une liste de noms de répertoire. Par exemple, si *TABL* était le répertoire en cours et si vous exécutiez PATH, la liste { HOME PROG MATH TABL } serait renvoyée au niveau 1. (Vous pouvez évaluer un chemin de répertoire avec EVAL pour passer au répertoire spécifié par le chemin.)

Créer des sous-répertoires

Pour créer un sous-répertoire dans le répertoire en cours :

1. Saisissez un nom pour ce sous-répertoire. (Appuyez sur ' puis tapez le nom.)
2. Appuyez sur ◀ (MEMORY) CRDIR (la commande CRDIR).

Le nouveau nom est ajouté au menu VAR. Une barre au-dessus du coin du label indique qu'il s'agit d'un répertoire.

Lorsque vous créez une variable, elle s'ajoute au *répertoire en cours*. Si le nom de variable existe déjà dans ce répertoire, la nouvelle variable écrase le contenu de la précédente.

Exemple : Créez deux sous-répertoires sous le répertoire *HOME*. Nommez-les *EQUN* et *PROG*.

7 Si nécessaire, appuyez sur ↱ HOME pour faire de *HOME* le répertoire en cours. (La zone d'état devrait afficher { HOME }.) Puis, affichez le menu VAR. (Le vôtre sera peut-être différent de celui qui est illustré ici.)

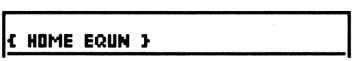
VAR

Créez les sous-répertoires.

' EQUN ↰ MEMORY CRDIR
' PROG CRDIR VAR

Les noms des nouveaux répertoires ont été ajoutés. Une barre au-dessus du côté gauche de chacun des labels indique qu'il s'agit de répertoires. Passez maintenant au répertoire *EQUN*. Son menu VAR est initialement vide.

EQUN



Stockez '`Y=SIN(X)`' dans une variable nommée *CRBE*. Son label est placé dans le menu VAR.

' Y ↰ = SIN X ENTER
' CRBE STO

Accéder aux variables de répertoires

Lorsque vous évaluez un nom, le HP 48 le cherche dans le répertoire en cours. S'il ne s'y trouve pas, le HP 48 le cherche dans le répertoire parent, et continue à remonter, si nécessaire, jusqu'au répertoire *HOME*. Ceci présente plusieurs caractéristiques intéressantes. (Les exemples sont extraits du diagramme en page 7-2):

- Vous pouvez accéder à une des variables du répertoire *HOME* à partir de n'importe quel autre répertoire pour autant qu'il n'existe pas d'autre variable du même nom dans le chemin en cours. Par exemple, vous pouvez accéder aux variables *M* et *G* de n'importe quel endroit. Cependant, si le répertoire *PROG* contient une autre variable, *M*, celle-ci sera utilisée lorsque *PROG*, *MATH* ou *TABL* seront le répertoire en cours.

- On ne peut accéder aux variables placées sous le répertoire en cours. Par exemple, lorsque *EQUN* est le répertoire en cours, vous ne pouvez accéder aux variables du répertoire *PSIC*.
- Vous pouvez utiliser le même nom plus d'une fois. Par exemple, les deux variables *A* sont sans rapport entre elles—on accède à l'une à partir de *MATH* et de *TABL*, à l'autre à partir de *PSIC*.

Changer de répertoire

Pour passer à n'importe quel répertoire :

- Saisissez une liste (avec des délimiteurs { }) commençant par *HOME* et contenant le chemin du répertoire, appuyez sur EVAL.

Pour passer à un sous-répertoire :

- Appuyez sur sa touche de menu dans le menu VAR.

ou

- Saisissez le nom de répertoire sans apostrophes et appuyez sur ENTER.

or

- Saisissez une liste contenant le chemin vers un répertoire inférieur et appuyez sur EVAL.

Pour passer à un répertoire placé plus haut :

- Pour passer au répertoire supérieur, appuyez sur ← UP (la commande UP).
- Pour passer au répertoire *HOME*, appuyez sur → HOME (la commande HOME).
- Pour passer à n'importe quel répertoire supérieur placé dans le chemin en cours, saisissez le nom de répertoire sans apostrophes et appuyez sur ENTER.

7 Effacer variables et répertoires

C'est la commande PURGE qu'il faut utiliser pour supprimer des variables dans le répertoire en cours. Voir « Purger les variables » en page 6-9 pour plus de détails.

Si vous désirez détruire un répertoire, il faut en général détruire *toutes* les variables dans ce répertoire.

Pour purger toutes les variables dans un répertoire :

- Appuyez sur (→)(PURGE)—une aide à la frappe affichant CLVAR dans la ligne de commande—puis appuyez sur (ENTER) pour exécuter la commande.
  ou encore
- Appuyez sur (←)(MEMORY) VARS, puis appuyez sur (←)(PURGE).

La commande CLVAR élimine toutes les variables du répertoire en cours. VARS renvoie une liste contenant toutes les variables du répertoire en cours. Une fois vide, les sous-répertoires sont éliminés de cette manière. Si toutefois le répertoire en cours contient un sous-répertoire qui n'est pas vide, vous verrez s'afficher un message d'erreur, et ce sous-répertoire restera le premier élément du menu VAR.

Pour éliminer un répertoire vide :

1. Passez à son répertoire parent.
2. Saisissez le nom du répertoire. (Appuyez sur ('), puis sur la touche de menu du répertoire, ou tapez son nom.)
3. Appuyez sur (←)(PURGE).

Ou bien, après avoir vidé un répertoire, vous pouvez l'éliminer avec d'autres variables en utilisant indifféremment les commandes PURGE ou CLVAR.

Pour détruire un répertoire qui ne soit pas vide :

1. *Avant d'aller plus loin, vérifiez son contenu.*
2. Passez à son répertoire parent.
3. Saisissez le nom du répertoire. (Appuyez sur ('), puis sur la touche de menu du répertoire ou tapez son nom.)
4. Appuyez sur (←)(MEMORY) (NXT) (NXT) PGDIR (commande PGDIR).

Utiliser les objets-répertoires

Un sous-répertoire est une variable contenant un *objet-répertoire*. Créer un sous-répertoire with CRDIR (*create directory*) est analogue à la création d'autres variables avec STO, à l'exception près que vous créez une variable contenant un objet-répertoire vide. Par exemple, ⬚ EQUN CRDIR crée un répertoire *EQUN* en plaçant un objet-répertoire vide dans une variable nommée *EQUN*.

Pour rappeler un objet-répertoire vers la pile:

- Appuyez sur ⬚ suivi de la touche de menu du répertoire dans le menu VAR.
  ou bien
- Saisissez le nom du répertoire (appuyez sur ⬚, puis sur la touche de menu du répertoire, ou tapez son nom), puis appuyez sur ⬚ RCL.

Les objets-répertoires sont affichés de la façon suivante:

DIR
$name_1$ $objet_1$
$name_2$ $objet_2$
⋮
END

où nom_n est le nom d'une variable dans le répertoire et $objet_n$ est le contenu de cette variable. Les mots DIR et END sont les délimiteurs de cet objet-répertoire. (Vous pouvez aussi créer ou modifier un répertoire de cette forme dans la ligne de commande.)

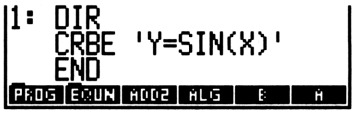
Parce que les sous-répertoires sont des variables contenant un type d'objet particulier, vous pouvez les manipuler comme les autres variables. Par exemple, vous pouvez les rappeler vers la pile, puis les stocker dans un autre répertoire. Ceci constitue une manière de copier ou de déplacer les sous-répertoires.

HOME est un répertoire spécial qui n'est *pas* une variable. Pour cette raison, son contenu ne peut être manipulé comme celui des autres répertoires.

Exemple : Changez le nom du répertoire *EQUN* en *BIO*.

Passez au répertoire *HOME*, puis rappelez *EQUN* dans la pile.

(→) HOME
(') EQUN (→) RCL



Stockez-le sous le nouveau nom.

(') BIO (STO)

Eliminez l'ancien, puis vérifiez dans le menu VAR.

(') EQUN
(←) (MEMORY) (NXT) (NXT) PGDIR
(VAR)

Remarque

Si vous rappelez un répertoire dans la pile et ensuite changez le contenu du répertoire, la copie de la pile changera également.

8

Des objets algébriques

Les objets algébriques (plus couramment nommés *expressions algébriques*) sont le véhicule des mathématiques symboliques sur le HP 48. Ce chapitre traite quelques sujets qui vous permettront de mieux comprendre le comportement des expressions algébriques sur le HP 48 :

- L'évaluation des expressions algébriques.
- Les règles de priorité algébrique.
- Les expressions et équations.

Saisie d'expressions algébriques

Vous pouvez introduire des équations et des expressions dans la ligne de commande—ou bien utiliser l'application EquationWriter (elle est décrite au chapitre 16). Les objets algébriques sont délimités par des apostrophes '.

Pour saisir une expression algébrique sur la ligne de commande :

1. Appuyez sur ['].
2. Tapez les nombres, variables, opérateurs et parenthèses de l'expression ou de l'équation en écrivant de la gauche vers la droite. Appuyez sur [▶] pour « sauter » la parenthèse de droite.
3. Appuyez sur [ENTER].

Pour la syntaxe algébrique, les arguments apparaissent habituellement à leurs emplacements normaux : avant et après des fonctions comme + et /, ou entre parenthèses après des fonctions comme SIN et MAX.

8 Evaluer des expressions algébriques

L'*évaluation* rapproche une expression algébrique de sa valeur numérique.

Pour évaluer une expression algébrique placée au niveau 1 (ou sur la ligne de commande):

- Appuyez sur [EVAL] (la commande EVAL).

Processus d'évaluation

Une expression algébrique est équivalente à un *programme* (Cf. chapitre 1). Un programme est simplement une suite d'objets placés entre « ». L'évaluation d'un programme signifie: « Placez chaque objet du programme dans la pile, et si l'objet est une commande ou un nom sans apostrophes, évaluez-le ». La même procédure est utilisée lorsqu'une expression algébrique est évaluée. Les noms dans les expressions algébriques ne sont normalement pas mis entre parenthèses (si nécessaire, vous pouvez utiliser la fonction QUOTE pour empêcher l'évaluation).

Supposez que la variable X contienne la valeur 3 et que Y ait la valeur 4. Lorsque vous exécutez `'X+Y' EVAL`, `7` est renvoyé vers la pile. Voici comment:

1. Le nom X est évalué, et il renvoie `3` au niveau 1 de la pile.
2. Y est évaluée, elle renvoie `4` au niveau 1 et repousse `3` au niveau 2.
3. `+` est évaluée, prenant ses arguments `3` et `4` dans la pile, et renvoie le nombre `7`.

Supposons maintenant que la variable X contienne la valeur 3 et la variable T soit *formelle*—ce qui veut dire qu'aucune valeur ne lui est affectée). Lorsque vous exécutez `'X-T' EVAL`, `'3-T'` est renvoyé dans la pile. En effet:

1. X est évaluée, et renvoie `3` au niveau 1.
2. T est évaluée. T ne correspond à aucune valeur, il ne peut que renvoyer un `'T'` au niveau 1, repoussant `3` au niveau 2.
3. Cette fois `-` prends les arguments `3` et `'TE'` dans la pile. `'T'` étant une expression algébrique, `-` renvoie une expression algébrique `'3-T'` au niveau 1.

Evaluation pas à pas

L'évaluation est un processus progressif—EVAL cause uniquement un niveau de substitution.

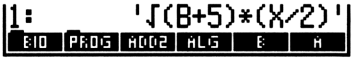
Exemple : Evaluez `'√A*B'`, où A contient `'B+5'`, B `'X/2'` et X 3.

Créez les trois variables.

' B + 5 ENTER ' A STO
' X ÷ 2 ENTER ' B STO
3 ' X STO
VAR

Evaluez `'√A*B'`. Chaque occurrence de A s'évalue par `'B+5'` et chaque occurrence de B par `'X/2'`.

' √x A × B
EVAL



Evaluez une fois encore cette expression. Chaque occurrence de B s'évalue par `'X/2'`. De plus, chaque occurrence de X s'évalue par 3.

EVAL

Evaluez encore une fois pour compléter le processus.

EVAL

Résultats symboliques et numériques

Dans l'exemple précédent, le HP 48 se trouvait en mode de *résultats symboliques*—les évaluations successives se traduisaient par la résolution progressive des termes symboliques, jusqu'à l'obtention du résultat numérique. C'est l'état par défaut du calculateur. Si vous choisissez le mode *résultats numériques*, les expressions algébriques s'évaluent *directement par un nombre*, en une seule étape.

8

Voici comment passer du mode de résultats numériques au mode de résultats symboliques :

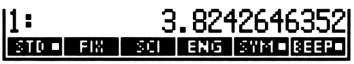
- Appuyez sur ◀ MODES SYM .

SYM■ signifie que le mode de résultats symbolique est actif.
SYM , que le mode de résultats numériques est actif.

Il est également possible d'armer ou de désarmer l'indicateur −3 pour changer le mode des résultats. Celui-ci détermine l'exécution des *fonctions*—les expressions algébriques sont affectées indirectement.

Exemple : Evaluez l'expression algébrique de l'exemple précédent en mode de résultats numériques. Rétablissez ensuite le mode de résultats symbolique.

◀ MODES SYM■
' √x A ✕ B
EVAL SYM



Notez qu'en mode de résultats numériques, l'évaluation d'une expression algébrique contenant une variable *formelle* (une variable dans laquelle aucun objet n'est stocké), cause une situation d'erreur parce que cette variable empêche l'obtention d'un résultat numérique. Par exemple, en mode de résultats numériques, l'évaluation de 'X+T' où X vaut 3 et T est formelle laisse 3 au niveau 2 et 'T' au niveau 1, et affiche le message :

```
+ Error:
Undefined Name
```

Pour évaluer une expression algébrique directement en un résultat numérique, alors que le HP 48 est en mode de résultats symboliques :

- Appuyez sur ▶ →NUM (la commande →NUM).

La commande →NUM évalue une expression algébrique au niveau 1 (ou en ligne de commande) directement en un résultat numérique :

1. Passe au mode de résultats numériques (si c'est le mode de résultats symboliques qui est actif).
2. Exécute EVAL.
3. Rétablit le mode symbolique (s'il existait avant l'exécution de →NUM).

Simplification automatique

Lorsque vous évaluez certaines fonctions, elles remplacent certains arguments symboliques, ou combinations d'arguments, par des formes plus simples. Lorsque, par exemple, vous évaluez '1*X', la fonction * détecte que l'un des arguments est 1, et l'expression est remplacée par 'X'. Le tableau suivant montre plusieurs exemples de simplification automatique.

Expression d'origine	Expression simplifiée
'SQ(√X)'	'X'
'X-X'	0
'X*INV(Y)'	'X/Y'
'X^(-1)'	'INV(X)'
'COS(-X)'	'COS(X)'
'ABS(-X)'	'ABS(X)'
'EXP(LN(X))'	'X'
'CONJ(RE(X))'	'RE(X)'

Respect de l'ordre de priorité

La priorité des opérateurs d'une expression algébrique détermine l'ordre d'évaluation de ses termes. Les opérations hautement prioritaires sont effectuées en premier lieu. Lorsque des opérateurs ont la même priorité, l'expression est évaluée de la gauche vers la droite. La liste suivante vous présente les fonctions du HP 48 classées par ordre décroissant de priorité (l'égalité, numéro 11, a la priorité la plus faible) :

1. Expressions entre parenthèses. Elles sont évaluées en commençant par les parenthèses intérieures et en continuant vers l'extérieur.
2. Fonctions comme SIN ou LOG qui exigent des arguments entre parenthèses.
3. ! (factorielle).
4. Puissance (^) et racine carrée (√).
5. Opposé (−), multiplication (*) et division (/).

6. Addition (+) et soustraction (−).
7. Opérateurs de comparaison (== ≠ < > ≤ ≥).
8. Opérateurs logiques AND et NOT.
9. Opérateurs logiques OR et XOR.
10. Argument de gauche pour | (où).
11. Egalité (=).

Exemple :

`'A^3+B'`	Elève A au cube et y ajoute B, puisque ^ a une priorité plus élevée que +.
`'A^(3+B)'`	Elève A à la puissance $3+B$, puisqu'une expression entre parenthèses a une priorité plus élevée que ^.

Expressions et équations

Une *expression* est une expression algébrique qui ne contient pas la fonction =. Une *équation* est une expression algébrique qui contient une fonction =. Par exemple, `'SIN(X)-ATAN(2*X)+6*X'` est une expression, et `'SIN(X)=ATAN(2*X)+6*X'`, une équation.

Lorsque vous utilisez une équation comme argument d'une fonction, le résultat est, lui aussi, une équation sur les deux membres de la quelle a agi la fonction. Par exemple, `'X=Y' SIN` renvoie `'SIN(X)=SIN(Y)'`.

Sur le HP 48, le signe = signifie généralement l'égalité de deux expressions. La commande DEFINE ([←][DEF]) interprète = de façon différente—elle *stocke* l'expression du côté droit du signe =, dans le nom placé à sa gauche.

Sujets connexes

Ce chapitre ne décrit pas tous les aspects des objets algébriques— ils sont utilisés de bien des façons différentes par le HP 48. Vous trouverez des sujets connexes dans les sections suivantes du manuel :

- « Utiliser les constantes symboliques » on page 9-15.
- « Arguments symboliques et fonctions mathématiques courantes » en page 9-19.
- « Utiliser les nombres complexes dans les expressions algébriques » en page 11-8.
- « Utiliser les objets-unités dans les expressions algébriques » en page 13-7.

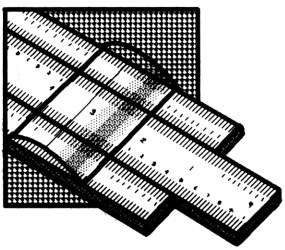
De plus, vous verrez aux chapitres 17, 18, 19, 22, 23 et 25 à 31 comment les expressions algébriques sont utilisées pleinement dans l'application HP Solve application, le traçage de courbes, l'algèbre, les calculs et la programmation.

Partie 2

Outils de base

9

Fonctions mathématiques courantes



Le menu MTH ([MTH]) comporte quatre menus mathématiques. Bien des fonctions mathématiques décrites dans ce chapitre se trouvent, soit sur le clavier, soit dans les menus PARTS, PROB, HYP et VECTR, tous sous-menus du menu MTH. Il suffit d'appuyer sur [MTH] pour faire apparaître leurs libellés.

Syntaxe algébrique et syntaxe de la pile

Comme décrit sous le titre « Fonctions intégrées et commandes » en page 4-10, les fonctions sont un sous-ensemble des commandes. La différence entre fonctions et commandes est que les fonctions peuvent être incluses dans les expressions algébriques. Ceci signifie que les fonctions peuvent prendre leurs arguments dans la pile comme les autres commandes, ou bien être exécutées en syntaxe algébrique comme faisant partie d'une expression symbolique.

Exemple : syntaxe algébrique. Calculez le sinus de 30° en utilisant une expression symbolique.

Assurez-vous que le mode Degrés a été défini.

[←] [MODES] [NXT] [NXT] DEG

Activez le mode de saisie algébrique et saisissez l'expression, en donnant son argument en syntaxe algébrique.

['] [SIN] 30 [ENTER]

Evaluez l'expression.

EVAL

Exemple : syntaxe de la pile. Calculez le sinus de 30° en utilisant un argument pris dans la pile.

9

Placez l'argument dans la pile.

30 ENTER

Calculez le sinus de l'argument.

SIN

Souvenez-vous, tout au long de ce chapitre, que vous pouvez exécuter ces fonctions des deux manières. Le reste du chapitre décrit :

- Les différents ensembles de fonctions permettant de manipuler les nombres réels. Vous pouvez aussi utiliser un grand nombre de ces fonctions avec d'autres types d'objet.
- Les constantes symboliques intégrées du HP 48—π, e, i, MAXR (nombre réel maximum) et MINR (nombre réel minimum).

Fonctions d'arithmétique et de mathématiques

Beaucoup de fonctions arithmétiques et mathématiques se trouvent sur le clavier.

Fonctions arithmétiques et mathématiques

Touches	Commande programmable	Description
[1/x]	INV	Inverse.
[√x]	√	Racine carrée.
[←] [x²]	SQ	Carré.
[+/-]	NEG	Changement de signe. Change le signe du nombre placé en ligne de commande. Si elle est inexistante, [+/-] exécute une commande NEG (change le signe de l'argument placé au niveau 1).
[+]	+	Niveau 2 + niveau 1.
[−]	−	Niveau 2 − niveau 1.
[×]	*	Niveau 2 × niveau 1.
[÷]	/	Niveau 2 ÷ niveau 1.
[y^x]	^	Niveau 2 élevé à la puissance de niveau 1. La syntaxe algébrique de la commande ^ est '*y*^*x*'.
[ʸ√y]	XROOT	Racine $x^{ème}$ (au niveau 1) d'une valeur réelle de niveau 2. La syntaxe algébrique de la commande XROOT est 'XROOT(*x*,*y*)'.

Exemple : Calculez $2,7^{1,1\times1,6}$. D'abord, saisissez 2,7.

2.7 [ENTER]

Ensuite, calculez 1,1 × 1,6.

1.1 [ENTER]
1.6 [×]

Maintenant, calculez l'exponentielle.

$\boxed{y^x}$

```
1:                  5.74381210967
DEG ■ RAD GRAD MYZ ■ R▫Z R▫▫
```

Exemple : Calculez $\sqrt[3]{28}$.

28 ENTER 3 $\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\sqrt[y]{}}$

```
1:                  3.03658897188
DEG ■ RAD GRAD MYZ ■ R▫Z R▫▫
```

Exemple : Saisissez le nombre complexe (2,4) et donnez son opposé.

$\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{(\,)}$ 2 SPC 4 ENTER
$\boxed{+/-}$

```
1:                      (-2,-4)
DEG ■ RAD GRAD MYZ ■ R▫Z R▫▫
```

Comparez les résultats précédents à ce qui se passe quand vous appuyez sur $\boxed{+/-}$ immédiatement après avoir saisi 4.

$\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{(\,)}$ 2 SPC 4 $\boxed{+/-}$ ENTER

```
2:                      (-2,-4)
1:                       (2,-4)
DEG ■ RAD GRAD MYZ ■ R▫Z R▫▫
```

Exemple : Utilisez un nom de fonction (non évaluée) dans une expression algébrique.

' $\boxed{\sqrt{x}}$ 5 ENTER

```
1:                          '√5'
DEG ■ RAD GRAD MYZ ■ R▫Z R▫▫
```

Evaluez l'expression.

EVAL

```
1:                  2.2360679775
DEG ■ RAD GRAD MYZ ■ R▫Z R▫▫
```

Fonctions de conversion en fractions

Deux fonctions permettent de trouver la meilleure estimation fractionnaire d'un nombre réel. La fraction est renvoyée sous la forme d'une expression algébrique.

Fonctions de conversion en fractions

Touches	Commande programmable	Description
◀ →Q	→Q	Approximation du quotient. Renvoie la meilleure estimation fractionnaire pour un nombre réel, selon la précision du mode d'affichage.
◀ ALGEBRA (page 2) :		
→Q π	→Qπ	Approximation de quotient-π. Renvoie la meilleure estimation fractionnaire pour un nombre réel, incluant π si possible, selon la précision du mode d'affichage.

La précision d'une approximation fractionnaire est dépendante du mode d'affichage. S'il est standard (◀ MODES STD), l'approximation est correcte jusqu'à 11 chiffres significatifs. S'il est *n* Fix, l'approximation est correcte à *n* chiffres significatifs.

→Qπ calcule à la fois l'équivalent fractionaire du nombre d'origine *et* l'équivalent fractionnaire du nombre d'origine divisé par π et ensuite, compare les dénominateurs. Cette fonction renvoie la fraction avec le dénominateur le plus petit—cette fraction peut être la même que celle que renvoie →Q, ou elle peut être une fraction différente multipliée par π.

Exemple : Convertissez 7,896 en une fraction, utilisant →Q.

7.896 ◀ →Q

Fonctions exponentielles, logarithmiques et hyperboliques

Fonctions exponentielles et logarithmiques

Touches	Commande programmable	Description
◀ 10^x	ALOG	Antilogarithme commun (base 10).
▶ LOG	LOG	Logarithme de base 10.
◀ e^x	EXP	Antilogarithme népérien (base e).
▶ LN	LN	Logarithme népérien (base e).

Fonctions hyperboliques

Touches	Commande programmable	Description
MTH HYP :		
SINH	SINH	Sinus hyperbolique : $(e^x - e^{-x})/2$.
ASINH	ASINH	Sinus hyperbolique inverse : $\sinh^{-1} x$.
COSH	COSH	Cosinus hyperbolique : $(e^x + e^{-x})/2$.
ACOSH	ACOSH	Cosinus hyperbolique inverse : $\cosh^{-1} x$.
TANH	TANH	Tangente hyperbolique : $\sinh x / \cosh x$.
ATAN	ATANH	Tangente hyperbolique inverse : $\sinh^{-1}(x/\sqrt{1-x^2})$.
EXPM	EXPM	$e^x - 1$. L'argument x est au niveau 1. (EXPM est plus précise que EXP lorsque l'argument de e^x est proche de 0.)
LNP1	LNP1	$\ln(x+1)$. L'argument x est au niveau 1. (LNP1, ln *plus* 1, est plus précis que LN lorsque l'argument de ln est proche de 1.)

Exemple : Calculez le sinus hyperbolique de 5.

5 (MTH) HYP SINH

Fonctions de pourcentage

Fonctions de pourcentage

Touches	Commande programmable	Description
(MTH) PARTS (page 2) :		
%	%	A pourcent de B, ou B pourcent de A (A est au niveau 2, B est au niveau 1) : $(A \times B)/100$.
%CH	%CH	Variation en pourcentage entre A et B, en pourcentage de A (A est au niveau 2, B est au niveau 1) : $((B - A)/A) \times 100$.
%T	%T	Pourcentage du total (le total, A, est au niveau 2 et la valeur, B, est au niveau 1) : $(B/A) \times 100$.

Exemple : Calculez 12,5% de 650.

650 (ENTER) 12.5
(MTH) PARTS (NXT) %

Exemple : Calculez la variation en pourcentage de 8 à 8,5.

8 (ENTER) 8.5 %CH

Exemple : Si 35 unités sur 500 sont refusées aux essais, quel est le pourcentage d'unités refusées ?

500 (ENTER)
35 %T

Fonctions trigonométriques, mode d'angle, pi

Sélection du mode d'angle

Le mode d'angle détermine la manière dont le calculateur interprète les arguments et dont il renvoie les mesures d'angle.

9

Modes d'angle

Mode	Définition	Témoin
Degrés	$^1/_{360}$ d'un cercle.	(aucun)
Radians	$^1/_{2\pi}$ d'un cercle.	RAD
Grades	$^1/_{400}$ d'un cercle.	GRAD

Pour changer le mode d'angle à partir du clavier :

- Appuyez sur ◀ (RAD) pour permuter entre mode Radians et mode Degrés. (Si le mode Grades avait été sélectionné au préalable dans le menu MODES, ceci vous fait permuter entre mode Radians et mode Grades.)
  ou bien
- Appuyez sur ◀ (MODES) (NXT) (NXT), ensuite sur DEG, RAD, ou sur GRAD. Le petit signe ▪ dans le label de menu indique le mode actif.

Fonctions trigonométriques

Les arguments et les résultats sont interprétés sous la forme de degrés, radians ou grades, selon le mode d'angle en cours.

Fonctions trigonométriques

Touches	Commande programmable	Description
SIN	SIN	Sinus.
← ASIN	ASIN	Arc sinus.
COS	COS	Cosinus.
← ACOS	ACOS	Arc cosinus.
TAN	TAN	Tangente.
← ATAN	ATAN	Arc tangente.

Exemple : Définissez le mode Radians mode, puis calculez le sinus de 1,1 radians.

← MODES NXT NXT RAD
1.1 SIN

Constante pi

Le nombre π ne peut être représenté exactement. Le calculateur fournit une approximation de douze chiffres (3,14159265359). Le HP 48 fournit également une constante symbolique qui représente exactement π.

En mode *Radians*, les fonctions SIN, COS et TAN reconnaissent l'argument π et renvoient des résultats exacts. SIN et COS reconnaissent aussi recognize $\pi/2$.

Pour saisir la constante symbolique pi au niveau 1 :

- Appuyez sur ← π.

Si le mode de résultats numériques est actif (le menu MODES affiche SYM, l'indicateur −3 est armé), vous obtenez l'approximation numérique en lieu et place.

Pour remplacer pi par sa valeur de 12 chiffres :

- Appuyez sur → →NUM (la commande →NUM *vers-nombre*).

Lisez « Utiliser les constantes symboliques » en page 9-15 vous y trouverez plus d'informations sur π et les autres constantes symboliques.

Exemple : Calculez cos ($\pi/2$) et cos ($\pi/4$). (Cet exemple suppose que le calculateur est placé en mode de résultats symboliques—le label SYM■, en page 1 du menu MODES porte un signe ■.)

9

Si nécessaire, passez en mode Radians. Puis, placez 'π' au niveau 1 et divisez-le par 2.

◀ MODES NXT NXT RAD
◀ π 2 ÷

Calculez le cosinus.

COS

Maintenant, saisissez $\pi/4$.

◀ π 4 ÷

Calculez le cos ($\pi/4$).

COS

Le HP 48 retient la constante symbolique π et renvoie une expression symbolique. Utilisez →NUM pour calculer un résultat numérique.

▶ →NUM

Appuyez sur DEG pour revenir en mode Degrés.

Fonctions de conversion d'angles

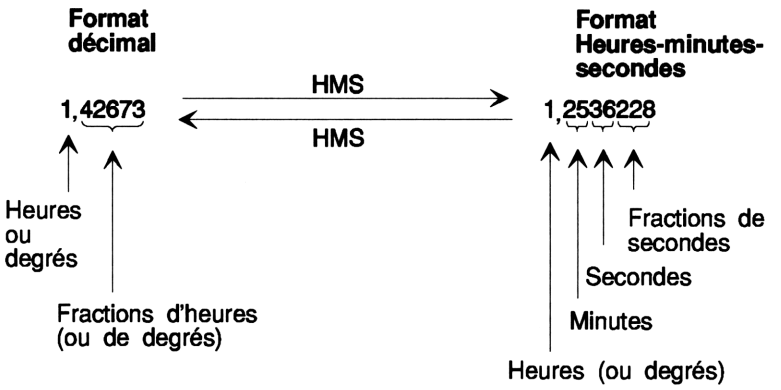
Deux commandes du menu MTH VECTR convertissent des valeurs entre degrés décimaux et radians. Quatre autres commandes, dans le menu TIME, permettent des calculs degrés-minutes-secondes, en format HMS. Voir « Calculer temps et angles » en page 24-18.

En mode Degrés mode, les arguments et les résultats d'angle utilisent les *degrés décimaux*.

Fonctions de conversion d'angles

Touches	Commande programmable	Description
(MTH) VECTR (page 2) :		
D→R	D→R	Degrés en radians. Convertit un nombre de sa valeur en degrés décimaux en son équivalent en radians.
R→D	R→D	Radians en degrés. Convertit un nombre de sa valeur radians en son équivalent en degrés décimaux.
◀ (TIME) (page 3) :		
→HMS	→HMS	Décimaux en HMS. Convertit un nombre de degrés décimaux en format HMS.
HMS→	HMS→	HMS en décimaux. Convertit un nombre de format HMS en degrés décimaux.
HMS+	HMS+	Ajoute deux nombres en format HMS.
HMS-	HMS−	Soustrait deux nombres en format HMS.

Les étapes suivantes illustrent la conversion en format HMS :



Exemple : Convertit 1,79π radians en degrés. D'abord, introduisez 1,79π.

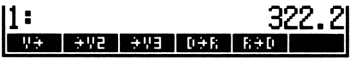
1.79 ENTER
◀ π ×

Utilisez la fonction R→D. (Cette fonction agit de façon indépendante du mode d'angle en cours.)

MTH VECTR NXT R▶D

Utilisez →NUM pour obtenir un résultat numérique.

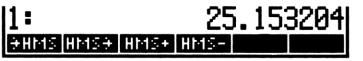
▶ →NUM



Exemple : Ajoutez 25,2589 degrés à 34 degrés, 55 minutes, 31,22 secondes.

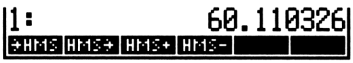
Convertissez 25,2589 degrés en format HMS.

25.2589 ◀ TIME NXT NXT
▶HMS



Ajoutez 34 degrés, 55 minutes et 31,22 secondes au résultat.

34.553122 HMS+



Factorielle, probabilité et nombres aléatoires

Les commandes concernant factorielle, probabilité et nombres aléatoires se trouvent dans le menu MTH PROB (MTH PROB).

Probabilité

Touches	Commande programmable	Description
MTH PROB :		
COMB	COMB	Nombre de combinaisons de n éléments (au niveau 2) pris m à la fois (au niveau 1).
PERM	PERM	Nombre de permutations de n éléments (au niveau 2) pris m à la fois (au niveau 1).
!	!	Factorielle d'un nombre entier positif. Pour les non entiers, ! renvoie $\Gamma(x + 1)$.
RAND	RAND	Renvoie le nombre réel suivant n · $(0 \leq n < 1)$ en une suite de nombres pseudo-aléatoires. Chacun sert de valeur de départ au nombre aléatoire suivant.
RDZ	RDZ	Utilise un nombre réel dans le niveau 1 comme valeur de départ pour le nombre aléatoire suivant (venant de RAND). 0 placé au niveau 1 crée une valeur de départ venant de l'horloge système. Une suite de nombres peut être répétée en partant de la même valeur différente de zéro.

Exemple: Calculez le nombre de combinations et permutations de 10 objets pris 4 à la fois.

(MTH) PROB
10 (ENTER) 4 COMB
(↷) (LAST ARG) PERM

9

Autres fonctions sur les nombres réels

Les fonctions du tableau qui suit se trouvent dans le menu MTH PARTS ((MTH) PARTS).

Commande/Description	Exemple	
	Touches	Résultat
ABS Valeur absolue.	1: -12	1: 12
CEIL Le plus petit entier plus grand ou égal à l'argument.	1: -3.5 1: 3.5	1: -3 1: 4
FLOOR Le plus grand entier plus petit ou égal à l'argument.	1: 6.9 1: -6.9	1: 6 1: -7
FP Partie fractionnaire de l'argument.	1: 5.234 1: -5.234	1: 0.234 1: -0.234
IP Partie entière de l'argument.	1: -5.234 1: 5.234	1: -5 1: 5
MANT Mantisse de l'argument.	1: 1.23E12	1: 1.23
MAX Maximum; le plus grand de deux arguments.	2: 5 1: -6	1: 5
MIN Minimum; le plus petit de deux arguments.	2: 5 1: -6	1: -6

Commande/Description	Exemple	
	Touches	Résultat
MOD Modulo ; reste de $^{A}/_{B}$. A MOD B = $A - B$ FLOOR ($^{A}/_{B}$).	2: 6 1: 4	1: 2
RND Arrondit un nombre d'après son argument : $0 \leq n \leq 11$, à n FIX, $-11 \leq n \leq -1$, à n chiffres significatifs et $n = 12$ au format d'affichage en cours.	2: 1.2345678 1: 5 2: 1.2345678 1: -5	1: 1.23457 1: 1.2346
SIGN Renvoie +1 pour des arguments positifs, −1 pour des arguments négatifs et 0 pour des arguments 0.	1: -2.7	1: -1
TRNC Tronque le nombre d'après l'argument : de $0 \leq n \leq 11$, à n FIX, $-11 \leq n \leq -1$, à n chiffres significatifs et $n = 12$ au format d'affichage en cours.	2: 1.2345678 1: 5 2: 1.2345678 1: -5	1: 1.23456 1: 1.2345
XPON Exposant de l'argument.	1: 1.23E45	1: 45

Utiliser les constantes symboliques

Le HP 48 possède cinq constantes intégrées : π, e, i, MAXR (nombre réel maximum) et MINR (nombre réel minimum). Utilisez des minuscules pour i et e. Les exemples du paragraphe « Constante π » en page 9-9 décrivent l'utilisation de π. La constante i est traitée sous le titre « Utiliser des nombres complexes dans les expressions algébriques » en page 11-8.

Exemple : Les séquences de touche suivantes calculent $e^{2.5}$ de deux manières—avec [e^x] et e.

D'abord, utilisez la fonction du clavier.

2.5 [←][e^x]

```
1:                12.1824939607
COMB PERM  !  RAND  RDZ
```

9

Ensuite, saisissez une expression symbolique avec e. (Rappel : pour saisir la lettre « e » minuscule, utilisez [α][←] E.)

[']e[y^x]2.5[ENTER]

```
2:                12.1824939607
1:                      'e^2.5'
COMB PERM  !  RAND  RDZ
```

Exécutez →NUM pour évaluer complètement l'expression comme nombre.

[→][→NUM]

```
2:                12.1824939607
1:                12.1824939607
COMB PERM  !  RAND  RDZ
```

Valeurs et constantes symboliques

Vous pouvez utiliser les constantes sous leur forme symbolique ou selon leurs valeurs, telles qu'approchées par le calculateur. Lorsque le menu MODES affiche SYM■, (son état par défaut), les fonctions agissant sur les constantes symboliques renvoient des résultats symboliques. Cet état est nommé *Mode de résultats symboliques*. Lorsque le menu affiche SYM, ce mode est actif—les fonctions renvoient des résultats numériques.

Pour passer en mode de résultats numériques ou en mode de résultats symboliques :

- Appuyez sur [←][MODES] SYM.

Exemple : A supposer que le mode de résultats symboliques soit actif (le menu MODES affiche SYM■), comparez le résultat de la saisie de π et de e en mode de résultats symboliques et en mode de résultats numériques.

Saisissez π et e en mode de résultats symboliques. (Rappel : pour saisir la lettre « e » minuscule, utilisez ⍺ ↶ E.)

↶ π e ENTER

Saisissez π et e en mode de résultats numériques.

↶ MODES SYM▪
↶ π e ENTER

Appuyez sur SYM pour rétablir le mode de résultats symboliques.

Utiliser les indicateurs pour interpréter les constantes symboliques

Les indicateurs système −2 (constantes symboliques) et −3 (résultats numériques) déterminent si l'évaluation des constante symboliques renvoie des résultats symboliques ou numériques. Le réglage par défaut des deux indicateurs est « désarmé ».

Pour contrôler l'évaluation de constante symboliques :

- Pour laisser la constante symbolique inchangée, désarmez les indicateurs −3 et −2 (leur état par défaut). Appuyez sur ↷ →NUM pour remplacer la constante par sa valeur numérique.
- Pour remplacer une constante par sa valeur numérique, armez l'indicateur −3.
- Pour remplacer une constante par sa valeur numérique *excepté* lorsqu'elle est l'argument d'une fonction, désarmez l'indicateur −3 et armez l'indicateur −2. Appuyez sur EVAL *ou sur* ↷ →NUM pour remplacer la fonction par le résultat numérique.

La commande →NUM renvoie toujours un résultat numérique, sans égard aux réglages des indicateurs. (Le menu MODES montre toujours l'état de l'indicateur −3 : SYM▪ s'il est désarmé, SYM s'il est armé.)

Exemple : Pour voir l'effet des réglages d'indicateurs, désarmez les deux indicateurs et saisissez π. (Notez le shift *droite*.)

2 +/- → MODES NXT CF
3 +/- CF
← π

```
1:                    'π'
TMEN RCLM STOF RCLF SF CF
```

9

Maintenant, armez l'indicateur −2 et appuyez sur ← π. Le résultat est numérique.

2 +/- SF
← π

```
2:                    'π'
1:          3.14159265359
TMEN RCLM STOF RCLF SF CF
```

Maintenant, saisissez l'*expression* π. Parce que l'indicateur −3 est désarmé, le résultat est symbolique.

' ← π ENTER

```
3:                    'π'
2:          3.14159265359
1:                    'π'
TMEN RCLM STOF RCLF SF CF
```

Divisez le π symbolique par 2.

2 ÷

```
3:                    'π'
2:          3.14159265359
1:                  'π/2'
TMEN RCLM STOF RCLF SF CF
```

EVAL renvoie un résultat numérique avec les réglages d'indicateurs en cours.

EVAL

```
3:                    'π'
2:          3.14159265359
1:          1.5707963268
TMEN RCLM STOF RCLF SF CF
```

Appuyez sur 2 +/- CF pour revenir aux réglages d'indicateurs par défaut. (Si vous armez l'indicateur −3, appuyez sur 3 +/- CF .)

Arguments symboliques et fonctions mathématiques courantes

Les fonctions qui utilisent des nombre réels comme arguments utilisent les arguments symboliques de la même manière. Par exemple, si ABS était exécutée avec un argument *X* au lieu d'un nombre, l'expression `'ABS(X)'` serait renvoyée dans la pile. Ensuite, si la variable *X* contenait la valeur, le fait d'appuyer sur EVAL entraînerait l'évaluation de l'expression pour cette valeur.

10

Fonctions-utilisateur

Le HP 48 vous permet d'ajouter vos propres *fonctions-utilisateur* aux fonctions intégrées (telles que SIN, LN et MAX). Une fonction-utilisateur fonctionne sensiblement comme une fonction intégrée :

- Elle prend ses arguments dans la pile ou en syntaxe algébrique.
- Elle accepte les arguments symboliques.
- Elle peut être différentiée.

Créer une fonction-utilisateur

La commande DEFINE permet de créer une fonction-utilisateur directement, à partir d'une équation. L'équation doit se trouver sous la forme '*nom*(*arguments*)=*expression*'.

Pour créer une fonction-utilisateur :

1. Saisissez une équation qui spécifie le nom de la fonction et ses arguments du côté gauche, et l'expression qui définit le calcul du côté droit. Du côté gauche, utilisez des virgules pour séparer les arguments.
2. Appuyez sur ◀ DEF (la commande DEFINE).

Exemple : Utilisez DEFINE pour créer *CMB*, une fonction-utilisateur qui calcule le nombre de combinaisons C de n différent éléments 1, 2, 3, ... n à la fois : $C = 2^n - 1$.

Saisissez l'équation pour *CMB*. (Utilisez ◀ pour les minuscules.)

' CMB ◀( ) n ▶
◀= 2 y^x n − 1
ENTER

10 Exécutez DEFINE. Sélectionnez le menu VAR et notez qu'il comporte maintenant la fonction-utilisateur *CMB*.

◀DEF
VAR

Exemple : Créez une fonction-utilisateur pour calculer la surface d'un cylindre, connaissant son rayon et sa hauteur. Saisissez `'SCYL(r,h)=2*π*r*h+2*πr^2'` et appuyez sur ◀DEF.

Exécuter une fonction-utilisateur

Une fonction-utilisateur est exécutée de la même façon qu'une fonction intégrée—elle peut accepter des arguments numériques ou symboliques, qu'ils soient pris dans la pile ou présentés en syntaxe algébrique.

Pour exécuter une fonction-utilisateur :

- Pour utiliser la pile, placez les arguments dans la pile dans l'ordre où ils apparaissent du côté gauche de la définition de la fonction (le dernier argument devrait se trouver au niveau 1 de la pile), puis appuyez sur la touche de fonction du menu VAR (ou tapez le nom de la fonction et appuyez sur ENTER).
- Pour utiliser la syntaxe algébrique, appuyez sur ', puis sur la touche de fonction du menu VAR (ou tapez le nom de la fonction), appuyez sur ◀( ), saisissez les arguments algébriques dans l'ordre, séparés par des virgules, puis appuyez sur ENTER (ou appuyez sur EVAL pour évaluer l'expression).

Exemple : Exécutez la fonction-utilisateur *CMB* de l'exemple précédent pour effectuer les calculs suivants.

Calculez le nombre total de combinaisons d'un ou plusieurs éléments compris entre un et quatre ($n = 4$).

4 CMB

Pour la même valeur de n, calculez les combinaisons en syntaxe algébrique.

' CMB ◀ () 4
EVAL

Calculez *CMB(Z)* en syntaxe algébrique, sachant que Z est une *variable formelle*. (Purgez Z pour vous assurer qu'elle ne contient aucun objet.)

' Z ◀ PURGE
' CMB ◀ () Z
EVAL

Différentier une fonction-utilisateur

Les fonctions-utilisateur se comportent sensiblement de la même façon que les fonctions intégrées—il est également possible de les différentier. La différentiation est traitée en détail sous le titre « Différentier des expressions » en page 23-1.

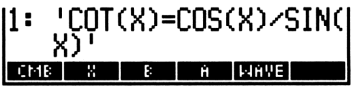
Exemple : Calculez

$$\frac{d}{dx}\cot x$$

où $\cot x = \cos x / \sin x$. Le HP 48 ne possède pas de fonction cotangente intégrée. Vous pouvez facilement en créer une vous-même. (L'exemple suppose qu'il n'existe pas de variable X dans le répertoire en cours—mieux vaut appuyer sur ' X ◀ PURGE.)

D'abord, sélectionnez le mode Radians. Puli, saisissez l'équation de la fonction cotangente.

(←)(RAD) (si nécessaire)
(') COT (←)(() X (▶) (←)(=)
(COS) X (▶) (÷) (SIN) X (ENTER)



10

Exécutez DEFINE pour créer la fonction-utilisateur *COT*. Ensuite, saisissez l'expression `'COT(X)'`, saisissez le nom de la variable *X* pour indiquer la variable de différentiation, puis exécutez-la. (Si une variable *X* existe déjà, vous n'obtiendrez pas cette réponse.)

(←)(DEF)
(VAR) (') COT (←)(() X (ENTER)
(') X (ENTER)
(↷)(∂)

Appuyez sur (←)(RAD) pour revenir au mode Degrés.

Vous pouvez utiliser n'importe quelle variable comme argument pour *COT*—cette variable est automatiquement substituée à la définition originale de *COT*.

Fonctions-utilisateurs imbriquées

Tout comme les fonctions intégrées, les fonctions-utilisateur peuvent être incluses dans la définition d'une autre fonction-utilisateur.

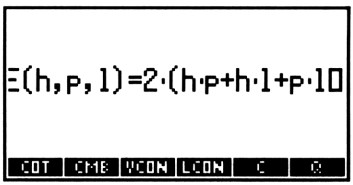
Exemple: Ecrivez une fonction-utilisateur pour calculer le rapport entre la surface d'une boîte et son volume. La voici:

$$\frac{A}{V} = \frac{2(hp + hl + pl)}{hpl}$$

où h, p et l sont la hauteur, la profondeur et la longueur de la boîte.

D'abord, créez une fonction-utilisateur *SBTE* pour calculer la surface de la boîte. Utilisez EquationWriter pour introduire l'équation. (Utilisez ◀ pour les minuscules figurant profondeur et hauteur.)

◀ EQUATION
SBTE ◀ ( ) h SPC p SPC l ▶
◀ = 2 × ◀ ( ) h × p + h
× l + p × l

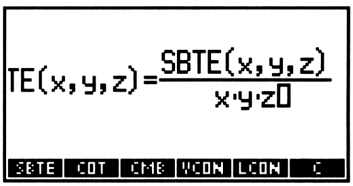


Saisissez l'équation et créez la fonction-utilisateur.

ENTER
◀ DEF

A présent, créez une fonction-utilisateur *RBTE* pour calculer le rapport entre la surface et le volume. Utilisez EquationWriter pour la saisie.

◀ EQUATION
RBTE ◀ ( ) x SPC y SPC z ▶
◀ = VAR SBTE ◀ ( ) x
SPC y SPC z ▶ ÷ x × y × z



Saisissez l'équation et créez la fonction-utilisateur.

ENTER
◀ DEF

Utilisez *RBTE* pour calculer le rapport de la surface et du volume pour une boîte de 9 centimètres de haut, 18 de profondeur et 21 de long. Saisissez les dimensions, puis exécutez *RBTE*.

9 ENTER 18 ENTER 21
VAR RBTE

Notez que *SBTE* a été définie en utilisant *h*, *p* et *l* comme variables et que *SBTE* prend *x*, *y* et *z* comme arguments dans la définition de *RBTE*. Aucune importance si les variables des deux définitions sont les mêmes, chaque ensemble de variables est indépendant.

Structure d'une fonction-utilisateur

Une fonction-utilisateur est en fait un *programme* :

- Elle consiste uniquement en une structure de variable locale définie par une procédure d'expression symbolique. Voici la syntaxe :

10

« → *nom*$_1$ *nom*$_2$ ... *nom*$_n$ '*expression*' »

- Elle accepte un nombre illimité d'arguments (elle est capable d'utiliser un nombre illimité de variables locales), mais renvoie *un seul* résultat dans la pile.

Les variables locales sont traitées au paragraphe intitulé « Utiliser les variables locales » en page 25-13.

Exemple : Utilisez VISIT pour examiner la structure de la fonction-utilisateur *CMB* de l'exemple en page 10-1.

VAR ' CMB ▶ VISIT

Appuyez sur ATTN pour revenir à l'affichage de la pile.

Vous pouvez voir que la suite de commandes

```
'CMB(n)=2^n-1' DEFINE
```

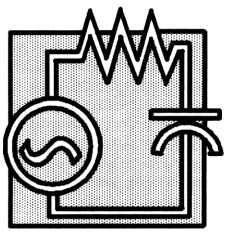
équivaut à la création d'un programme

```
« → n '2^n-1' »
```

stocké dans *CMB*.

11

Nombres complexes



La plupart des fonctions qui travaillent avec des nombres réels acceptent également les nombres complexes. L'utilisation des nombres complexes est donc souvent similaire à celle des nombres réels.

Ce chapitre couvre les sujets suivants :

- Saisie de nombres complexes.
- Interprétation et contrôle du format d'affichage des nombres complexes.
- Mise en forme de nombres complexes et séparation en leurs composants.
- Calcul avec des nombres complexes.
- Utilisation de nombres complexes dans les expressions algébriques.
- Quand utiliser des nombres complexes—et quand utiliser des vecteurs.

Les exemples de ce chapitre supposent que le calculateur est placé en mode Degrés. (Appuyez sur ← MODES NXT NXT DEG pour définir le mode Degrés.)

Affichage des nombres complexes

Vous pouvez afficher les nombres complexes soit en *représentation rectangulaire*, soit en *représentation polaire*. Quel que soit le mode d'affichage, leur stockage interne dans le calculateur se fait en représentation rectangulaire.

11

Pour afficher en mode de coordonnées rectangulaires :

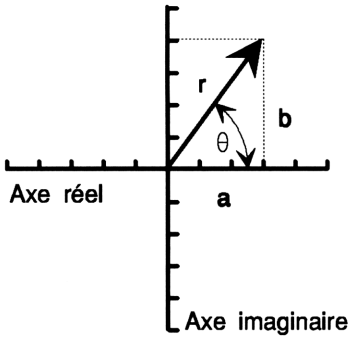
- Appuyez sur ↱ POLAR jusqu'à ce qu'aucun témoin de coordonnées ne soit présent.
  ou
- Appuyez sur ↰ MODES NXT NXT XYZ.

Pour afficher en mode de coordonnées polaires :

- Appuyez sur ↱ POLAR jusqu'à ce que le témoin R∠Z ou R∠∠ soit activé.
  ou encore
- Appuyez sur ↰ MODES NXT NXT R∠Z ou sur R∠∠.

Même s'il n'y a que deux modes de coordonnées essentiels à l'existence de nombres complexes, trois modes sont disponibles sur le HP 48, pour permettre les vecteurs tridimensionnels. Ce sont les modes rectangulaire, cylindrique et sphérique. Les modes cylindrique (R∠Z) et sphérique (R∠∠) sont interchangeables pour les nombres complexes—ce sont deux modes polaires.

Les nombres complexes sont affichés entre parenthèses. En forme rectangulaire, les parties réelle et imaginaire sont séparées par une virgule (si c'est le point qui a été défini comme séparateur décimal ; si c'est la virgule, ils sont séparés par un point-virgule). En forme polaire, le module et la phase du nombre complexe sont placés entre parenthèses, séparés par une virgule et un signe d'angle (∠). La représentation polaire est affichée selon le mode d'angles en cours (Degrés, Radians ou Grades).



Modes d'affichage

Rectangulaire	Polaire
(a,b)	(r, ∠θ)

Saisir des nombres complexes

Vous pouvez saisir les nombres complexes en utilisant soit les coordonnées rectangulaires, soit les coordonnées polaires.

Pour saisir un nombre complexe :

- Pour la représentation rectangulaire, appuyez sur ◀ ( ), saisissez les coordonnées séparées par SPC ou par ◀ , et appuyez sur ENTER.
- Pour la représentation polaire, appuyez sur ◀ ( ), saisissez les coordonnées séparées par ▶ ∠ et appuyez sur ENTER.
- Pour utiliser le mode de coordonnées en cours, saisissez les deux valeurs des coordonnées et appuyez sur ◀ 2D (mais seulement si l'indicateur −19 est armé). (Ne saisissez pas ∠.)

L'indicateur −19 (mode complexe) détermine si ◀ 2D (la commande →V2) crée des vecteurs bidimensionnels (désarmé) ou des nombres complexes (armé).

La représentation interne rectangulaire de tous les nombres complexes a les effets suivants sur les nombres polaires :

- θ est normalisé pour la plage ±180° (±π radians, ±200 grades).
- Si vous saisissez une valeur r négative, elle est rendue positive et θ est augmenté de 180° et normalisé.
- Si vous introduisez un r de valeur 0, θ il est aussi réduit à 0.

Exemple: Saisissez le nombre $3 + 4i$ (coordonnées rectangulaires). D'abord, assurez-vous que le modes d'angles Degrés et le mode de coordonnées rectangulaires sont définis.

◀ MODES NXT NXT
DEG XYZ

11 Saisissez le nombre complexe rectangulaire.

◀ ( ) 3 SPC 4 ENTER

Exemple: Saisissez les nombres 5,39 à 158,2 degrés (coordonnées polaires).

◀ ( ) 5.39 ▶ ∠ 158.2

Saisissez le nombre polaire dans la pile. Il est converti pour s'harmoniser avec le mode de coordonnées en cours (dans ce cas, le mode rectangulaire).

ENTER

Maintenant, changez le mode de coordonnées et observez les changements du nombre complexe.

▶ POLAR

Appuyez sur ▶ POLAR pour revenir au mode rectangulaire.

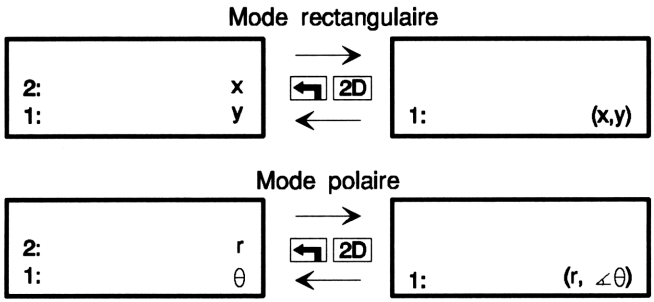
Mise en forme et séparation de nombres complexes

Pour former un nombre complexe à partir des coordonnées de la pile :

- Appuyez sur ⬅ 2D (seulement si l'indicateur −19 est armé). Les coordonnées sont interprétées en fonction du mode de coordonnées en cours.

Pour séparer un nombre complexe :

- Appuyez sur ⬅ 2D. Les valeurs renvoyées sont les mêmes que celles des coordonnées affichées. (L'indicateur −19 n'a pas d'importance.)



Voir aussi les fonctions R→C et C→R au paragraphe « Autres commandes pour nombres complexes » en page 11-11.

Les équivalents programmables de ⬅ 2D sont les commandes →V2 et V→. Ici aussi, faites référence à « Autres commandes pour nombres complexes ».

Exemple : Formez le nombre complexe (3,−5) en prenant ses composants dans la pile, puis séparez-le. (Cet exemple suppose que le mode d'angle Degrés et le mode de coordonnées rectangulaires ont été définis.)

Armez l'indicateur −19, puis saisissez les composants.

19 [+/-] [→] [MODES] [NXT] SF
3 [ENTER] 5 [+/-] [ENTER]

Mettez le nombre complexe en forme.

11 [↶] [2D]

Séparez-le.

[↶] [2D]

Calculs avec les nombres complexes

Un nombre complexe, comme d'ailleurs un nombre réel, est un simple objet. Vous pouvez donc utiliser des nombres complexes comme arguments pour les commandes et vous pouvez aussi les utiliser dans des expressions symboliques. Pour les calculs symboliques, vous pouvez saisir un nombre complexe comme une paire de coordonnées placées entre parenthèses *ou* comme une expression incorporant la constante symbolique i ($\sqrt{-1}$).

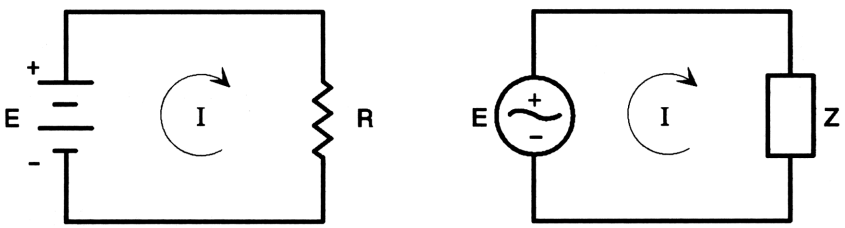
Pour calculer avec des nombres complexes :

- Pour utiliser la syntaxe de la pile, saisissez les nombres complexes, puis exécutez la commande.
- Pour utiliser la syntaxe algébrique, saisissez un nombre complexe de l'une des manières suivantes, puis appuyez sur [ENTER], [EVAL], ou sur [→NUM].
  - Pour utiliser les parenthèses, appuyez sur [↶] [.] entre les deux coordonnées—même si vous incorporez ∠.
  - Pour utiliser i, appuyez sur [α] [↶] I pour la constante symbolique.

Utiliser les nombres complexes dans la pile

Un nombre complexe est considéré comme un seul objet—tout comme un nombre réel. La plupart des fonctions qui utilisent des nombres réels peuvent utiliser des nombres complexes.

Exemple : Dans le cas des deux circuits illustrés ci-dessous, la loi d'Ohm définit la relation entre la résistance R comme étant $R=E\div I$ et l'impédance complexe, Z comme $Z=E\div I$. (Cet exemple suppose que le mode d'angles Degrés est actif.)



Compte tenu de la différence de potentiel de tension de 10 volts et d'un courant de 2 ampères, calculez la résistance R.

10 ENTER 2 ÷

Etant donné une différence de potentiel de tension de $(10,\angle 0)$ et un courant de $(2,\angle 30)$, calculez l'impédance complexe. (D'abord, assurez-vous que le mode de coordonnées polaires est actif.)

→ POLAR (si nécessaire)
← ( ) 10 → ∠ 0 ENTER
← ( ) 2 → ∠ 30 ÷

Définissez le mode de coordonnées rectangulaires.

→ POLAR

Dans sa forme polaire, l'impédance complexe a un module de 5 et un angle de phase de −30 degrés. En passant en forme rectangulaire, vous verrez que ce même nombre complexe implique un composant

résistif de 4,33 ohms et un composant réactif de −2,5 ohms. La phase et la réactance négatives indiquent à un ingénieur en électricité que l'impédance est capacitive, et non pas inductive.

Exemple : Calculez

$$\frac{(9+4i)+(-4+3i)}{(3+i)}$$

11

(Cet exemple suppose que le mode d'angles Degrés et le Mode de coordonnées rectangulaires sont actifs.)

Saisissez les deux premiers nombres complexes.

◀() 9 SPC 4 ENTER
◀() 4 +/− SPC 3

Nul besoin d'appuyer sur ENTER avant d'appuyer sur +.

+

Divisez le résultat par 3 + i.

◀() 3 SPC 1 ÷

Utiliser les nombres complexes dans les expressions algébriques

Voici comment représenter un nombre complexe dans une expression algébrique :

- Une paire de coordonnées entre parenthèses.
- Une expression utilisant la constante symbolique i.

Les composants d'un nombre complexe peuvent être des nombres réels (comme dans l'expression `'X+(1,2)'`) ou des variables formelles (comme dans l'expression `'X+(A,B)'`). Lors de la saisie, cette seconde forme est automatiquement convertie en une forme équivalente, `'X+(A+B*i)'`.

Les expressions algébriques contenant des nombres complexes peuvent être manipulées de manière symbolique de la même façon que les expressions faites de nombres réels.

Remarque

Lorsque vous saisissez un nombre complexe faisant partie d'une expression symbolique, vous devez utiliser ◀ (,) pour séparer les parties réelle et imaginaire. (Si le séparateur décimal est la virgule, ◀ (,) affiche un point-virgule pour les séparer.)

Exemple : Calculez le sinus de 0,6, 2).

' SIN ◀ ( ) .6 ◀ , 2 EVAL

Exemple : Calculez les deux racines carrées du nombre complexe $8-6i$. Parce que la fonction $\sqrt{}$ (√x) ne renvoie qu'*une* racine, utilisez la commande ISOL (isoler) pour trouver W dans l'équation $W^2 = 8 - 6i$. (Vous trouverez une description de la commande ISOL sous le titre « Isoler une variable » en page 22-2.)

D'abord, saisissez l'expression algébrique.

' W y^x 2 ◀ =
◀ ( ) 8 ◀ , 6 +/-
ENTER

Saisissez le nom de la variable à isoler (W) et exécutez la commande ISOL pour la trouver.

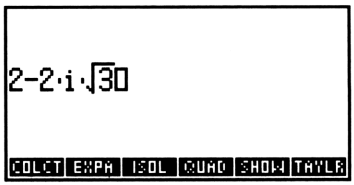
' W ENTER
◀ ALGEBRA ISOL

La variable s1 représente ± 1. Les deux racines sont donc $3 - i$ et $-3 + i$.

Exemple : Utilisez l'application EquationWriter pour saisir une expression représentant le nombre complexe $2 - 2i\sqrt{3}$. Puis évaluez l'expression pour obtenir un résultat complexe. (Cet exemple suppose que le mode de coordonnées rectangulaire a été défini.)

Saisissez l'expression. (Saisissez « i » sous la forme α ← I.)

← EQUATION
2 − 2i √x 3



11

Utilisez la commande →NUM pour évaluer l'expression et obtenir un nombre complexe.

→ →NUM

Résulats complexes à partir d'opérations sur des nombres réels

Les possibilités du HP 48 en matière de nombres complexes peuvent influencer le résultat d'opérations effectuées sur des nombres réels. Certain calculs, qui aboutiraient à une erreur sur la plupart des calculateurs, produisent des résulats complexes corrects sur le HP 48. C'est le cas par exemple, de la racine carrée de −4 qui donne un nombre complexe sur le HP 48, tout comme l'arcsinus de 5.

Le plus souvent, le calculateur vous donnera le résultat (réel ou complexe) attendu. Si d'aventure vous obtenez des résultats complexes alors que vous attendiez des résultats réels, vérifiez votre programmes et la manière dont vous avez effectué vos saisies :

- Les données fournies au calculateur dépassent peut-être les limites de la formule que vous calculez.
- La formule (ou son exécution) est peut-être incorrecte.
- Une erreur d'arrondi à un point critique a peut-être faussé le calcul.
- Un résultat complexe, bien qu'inattendu, convient peut-être pour votre problème.

Autres commandes pour nombres complexes

La plupart des commandes qui utilisent des nombres réels utilisent aussi des nombres complexes (tels que SIN, INV, ^, LN et →Q). Le tableau suivant décrit quelques commandes supplémentaires spécialement utiles pour les nombres complexes.

Par rapport au tableau, V→ et →V2 se trouvent dans le menu MTH VECTR. NEG est exécutée en mode de saisie de programme, en appuyant sur [+/-]. C→R, R→C et OBJ→ se trouvent dans le menu PRG OBJ. Les autres commandes se trouvent dans le menu MTH PARTS.

Commande/Description	Exemple	
	Touches	Résultat
ABS Valeur absolue ; $\sqrt{x^2+y^2}$.	1: (3;4)	1: 5
ARG Argument polaire d'un nombre complexe.	1: (1;1)	1: 45
CONJ Conjugué complexe d'un nombre complexe.	1: (2;3)	1: (2;-3)
C→R Complexe en réel ; sépare un nombre complexe en deux nombres réels, les coordonnées rectangulaires x et y.	1: (2;3)	2: 2 1: 3
IM Partie imaginaire (y) d'un nombre complexe.	1: (4;-3)	1: -3
NEG Négatif de son argument.	1: (2;-1)	1: (-2;1)
OBJ→ Objet vers pile ; sépare un objet (nombre complexe, tableau ou liste) en ses éléments.	1: (4;5)	2: 4 1: 5

Commande/Description	Exemple	
	Touches	Résultat
RE Partie réelle (x) d'un nombre complexe.	1: (4;-3)	1: 4
R→C Réel en complexe ; combine deux nombres réels en un nombre complexe (x,y).	2: -7 1: -2	1: (-7;-2)
SIGN Vecteur-unité dans la direction de l'argument du nombre complexe ; $(\frac{x}{\sqrt{x^2+y^2}}, \frac{y}{\sqrt{x^2+y^2}})$	1: (3;4)	1: (,6;,8)
V→ Sépare un nombre complexe en deux nombres réels x et y ou r et θ, selon le mode de coordonnées en cours. L'exemple suppose les modes polaires et Degrés.	1: (3;∠30)	2: 3 1: 30
→V2 Si l'indicateur −19 est armé, assemble deux nombres réels en un nombre complexe (x,y) ou $(r,\angle\theta)$, selon le mode de coordonnées. L'exemple suppose les modes polaires et Degrés.	2: 6 1: 50	1: (6;∠50)

Nombres complexes ou vecteurs ?

Les nombres complexes et les vecteurs bidimensionnels se ressemblent à bien des égards, à tel point qu'il sera parfois difficile de choisir le meilleur type d'objet pour un problème donné (et parfois même, les deux conviendront également).

Les nombres complexes présentent un avantage important : ils sont acceptés comme éléments de vecteurs et de matrices, et ils conviennent à la plupart des opérations portant sur les nombres réels. Mais ils présentent deux désavantages : ils sont limités à deux dimensions, et les opérations vectorielles, telles que DOT et CROSS ne s'appliquent pas à eux.

Si vous faites le mauvais choix en début de calcul, il est facile, par conversion, de changer de type.

Pour convertir un nombre complexe en vecteur bidimensionnel :

- Séparez le nombre complexe au niveau 1 et reformez-le sous la forme d'un vecteur, désarmez l'indicateur −19, puis appuyez sur ◀ 2D ◀ 2D.
- Pour séparer un vecteur bidimensionnel au niveau 1 et le reforner en tant que nombre complexe, armez l'indicateur −19, puis appuyez sur ◀ 2D ◀ 2D.

Exemple : Convertissez le nombre complexe (3;4) en un vecteur. (Cet exemple suppose mode rectangulaire et Degrés actifs.)

Saisissez le nombre complexe.

◀ ( ) 3 SPC 4 ENTER

```
1:                    (3,4)
COLCT EXPA FOIL QUAD SHOW TAYLR
```

Désarmez l'indicateur −19 de telle façon que ◀ 2D forme un vecteur.

19 +/− ▶ MODES NXT CF

```
1:                    (3,4)
TIMEN RCLM STOF RCLF SF  CF
```

Séparez le nombre complexe et reformez-le en tant que vecteur.

◀ 2D ◀ 2D

```
1:                  [ 3 4 ]
TIMEN RCLM STOF RCLF SF  CF
```

12

Vecteurs

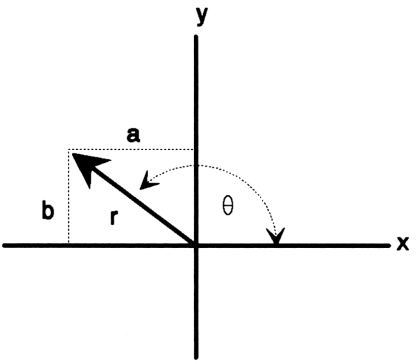
Le HP 48 a de riches possibilités en matière de création et de manipulation de vecteurs bidimensionnels (2D) et tridimensionnels (3D).

Tous les vecteurs sont des objets-tableaux. Le cas des vecteurs à *n* dimensions est traité au chapitre 20, « Tableaux », qui traite principalment des vecteurs bi- et tridimensionnels, et qui traite les sujets suivants :

- Interprétation et contrôle du format d'affichage des vecteurs.
- Saisie de vecteurs.
- Assemblage et séparation de vecteurs.
- Calculs d'ingénierie et de physique avec des vecteurs.
- Choix de l'utilisation de nombres complexes ou de vecteurs.

Affichage de vecteurs 2D et 3D

Vous pouvez afficher les vecteurs bidimensionnels soit en représentation rectangulaire ([*X Y*]) ou polaire ([*R* ∠]) — en mode *mode rectangulaire* ou en *mode polaire*.

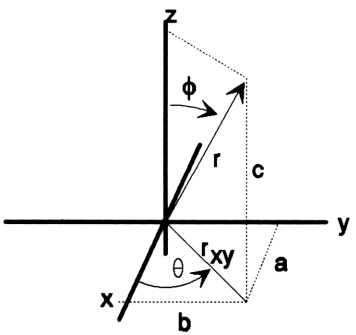


Modes d'affichage bidimensionnels

Rectangulaire	Polaire
[a b]	[r ∠θ]

Composants des vecteurs bidimensionnels

Vous pouvez afficher les vecteurs tridimensionnels sous la forme composants rectangulaires ([*X Y Z*]), composants cylindriques ([*R* ∡ *Z*]), ou composants sphériques ([*R* ∡ ∡])—en *mode rectangulaire*, *mode cylindrique*, ou *mode sphérique*.



Modes d'affichage tridimensionnels

Rectangulaire	Cylindrique	Sphérique
[a b c]	[r_{xy} ∠θ c]	[r ∠θ ∠ϕ]

Composants de vecteurs tridimensionnels

Le mode polaire est en fait constitué de deux modes—le mode cylindrique et le mode sphérique. Pour les vecteurs bidimensionnels, les modes cylindrique et sphérique sont interchangeables—tous deux donnent des résultats bidimensionnels.

Pour afficher les composants rectangulaires :

- Appuyez sur ↷ POLAR jusqu'à ce que plus aucun des témoins de coordonnées ne s'affiche.

  ou
- Appuyez sur MTH VECTR XYZ .

Pour afficher les composants polaires (cylindriques ou sphériques) :

- Appuyez sur ↷ POLAR jusqu'à ce que le témoin de coordonnées R∠Z ou R∠∠ apparaisse.

  ou
- Appuyez sur MTH VECTR R∠Z (cylindriques/polaires) ou sur R∠∠ (sphériques/polaires).

Vous pouvez aussi changer le mode de coordonnées en page 3 du menu MODES (↶ MODES NXT NXT).

Le signe ■ dans le libellé de menu et le témoin de coordonnées indiquent le mode de coordonnées en cours :

- Mode rectangulaire : XYZ■ , pas de témoin.
- Mode cylindrique : R∠Z■ , témoin R∠Z.
- Mode sphérique : R∠∠■ , témoin R∠∠.

Les vecteurs sont affichés entre [ ], leurs délimiteurs. En forme rectangulaire, les composants sont séparés par des espaces. En forme polaire (cylindrique ou sphérique), les angles sont précédés par un signe d'angle (∠). (L'angle est basé sur le mode d'angle en cours : Degrés, Radians ou Grades.) Sans égard à la manière avec laquelle les vecteurs sont affichés, le HP 48 les stocke de manière interne sous forme rectangulaire.

Si vous désirez analyser un triangle droit, vous pouvez utiliser les coordonnées rectangulaires d'un vecteur pour représenter les côtés du triangle et les coordonnées polaires pour représenter l'hypoténuse et l'un des angles du triangle. Si vous saisissez un type de coordonnées, vous pouvez simplement changer le mode de coordonnées pour voir les autres paramètres.

Saisie de vecteurs 2D et 3D

Vous pouvez saisir les vecteurs bi- et tridimensionnels avec n'importe quel type de composants : rectangulaires, cylindriques/polaires ou sphériques/polaires.

12 Pour saisir un vecteur 2D ou 3D :

- Pour saisir un type spécifique de composants, appuyez sur ◀ [ ], saisissez les composants séparés par [SPC] ou par ▶ ∠, et appuyez sur [ENTER]. (Appuyez sur ▶ ∠ juste avant chaque composant angulaire.)
- Pour utiliser le mode de coordonnées en cours, saisissez les deux ou trois valeurs des composants, puis appuyez sur ◀ [2D] ou sur ▶ [3D] (mais n'utilisez ◀ [2D] que si l'indicateur −19 est désarmé). (Evitez de saisir ∠.)

L'indicateur −19 (mode complexe) détermine si ◀ [2D] (la commande →V2) crée des vecteurs bidimensionnels (désarmé) ou des nombres complexes (armé).

La représentation interne rectangulaire de tous les vecteurs a les effets suivants sur l'affichage des vecteurs polaires (cylindriques et sphériques) :

- θ est normalisé à l'intérieur de $\pm 180°$ ($\pm\pi$ radians, ± 200 grades).
- ϕ est normalisé à l'intérieur de $\pm 180°$ (0 à π radians, 0 à 200 grades)
- Si vous introduisez un r négatif, la valeur devient positive ; θ est augmenté de 180°, ϕ est retranché de 180° et tous deux sont normalisés.
- Si ϕ est de valeur 0° ou 180°, θ est réduit à 0°.
- Si vous tapez un r de valeur 0, θ et ϕ sont réduits à 0°.

Exemple : Saisissez le vecteur [3 4] (composants rectangulaires). D'abord, assurez-vous que le mode Degrés et le mode rectangulaire sont définis.

◀ [RAD] (si nécessaire)
[MTH] VECTR XYZ

Saisissez le vecteur rectangulaire.

[←][( )] 3 [SPC] 4 [ENTER]

Exemple : Saisissez le vecteur 5,39 à 158,2 degrés (composants polaires). (Lors de la saisie de vecteurs polaires, nul besoin de séparer les éléments—le signe d'angle sert de séparateur.)

[←][( )] 5.39 [→][∠] 158.2

Saisissez le vecteur polaire dans la pile. Il est converti selon le mode d'affichage en cours (dans ce cas, le mode rectangulaire).

[ENTER]

Maintenant changez le mode de coordonnées et observez le changement subi par le vecteur.

[→][POLAR]

Appuyez une nouvelle fois sur [→][POLAR] pour revenir au mode rectangulaire.

Mise en forme et séparation des vecteurs 2D et 3D

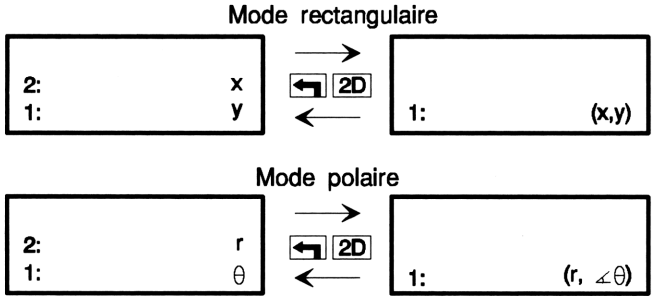
Pour assembler un vecteur 2D ou 3D à partir de composants pris dans la pile :

- Pour deux composants, appuyez sur [←][2D] (mais seulement si l'indicateur −19 est désarmé). Les composants sont interprétés selon le mode de coordonnées en cours.
- Pour trois composants, appuyez sur [→][3D]. Les composants sont interprétés selon le mode de coordonnées en cours.

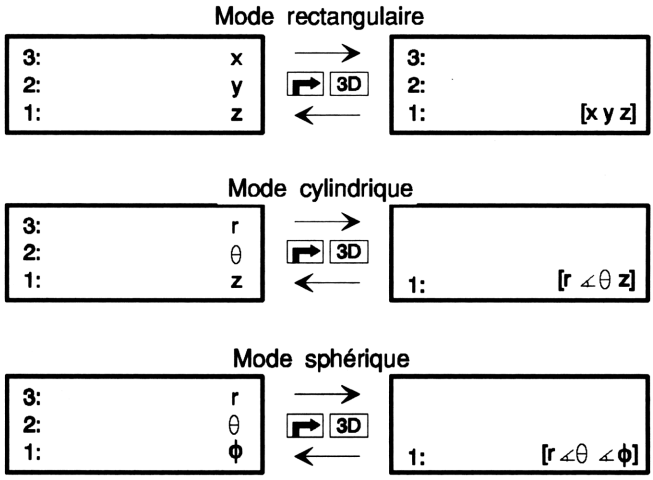
Pour séparer un vecteur 2D ou 3D dans la pile :

- Pour un vecteur 2D, appuyez sur ↰ 2D. Les valeurs fournies renvoyées sont les mêmes que les composants affichés. (L'indicateur −19 n'a pas d'importance.)
- Pour un vecteur 3D, appuyez sur ↱ 3D. Les valeurs fournies sont les mêmes que les composants affichés.

12



Mise en forme et séparation de vecteurs 2D



Mise en forme et séparation de vecteurs 3D

Les équivalents programmables de ↰ 2D sont V→ et →V2, pour ↱ 3D ce sont les commandes V→ et →V3. (Voir « Autres commandes vectorielles » en page 12-14.)

Exemple : vecteur 2D. Assemblez le vecteur bidimensionnel [3 5] à partir de ses composants, pris dans la pile, puis séparez-le à nouveau. (Cet exemple suppose que le mode de coordonnées rectangulaire est actif et que l'indicateur −19 est désarmé.)

Saisissez les nombres réels.

3 ENTER 5 ENTER

Assemblez le vecteur.

◀ 2D

Séparez le vecteur en ses composants.

◀ 2D

Exemple : vecteur 3D. Assemblez le vecteur tridimensionnel [10 ∡240 ∡20] à partir de ses composants, puis séparez-le à nouveau. (Cet exemple suppose que le mode Degrés est actif.)

Définissez le mode de coordonnées sphériques, puis saisissez les nombres réels associés avec le vecteur.

MTH VECTR R▪Z
10 SPC 240 SPC 20 ENTER

Formez le vecteur. (Notez que 240° est converti en −120° lorsque les angles sont normalisés.)

▶ 3D

Séparez le vecteur.

▶ 3D

Appuyez sur ▶ POLAR pour revenir au mode rectangulaire.

Calculs avec les vecteurs à deux et trois dimensions

Un vecteur, comme un nombre réel, constitue un seul objet. Vous pouvez donc utiliser les vecteurs comme arguments pour les commandes. Vous pouvez ajouter et soustraire des vecteurs—vous pouvez multiplier et diviser des vecteurs par des scalaires—et vous pouvez exécutez des commandes spécifiques aux vecteurs (DOT, CROSS et ABS). (La valeur absolue de la fonction ABS renvoie la grandeur d'un vecteur.)

12

Pour calculer avec les vecteurs :

- Saisissez le vecteurs dans la pile, puis exécutez la commande.

Exemple : recherche du vecteur-unité. Pour trouver un vecteur-unité parallèle à un vecteur donné, divisez ce dernier par sa norme. Vous trouverez un vecteur-unité de [3 4 5]. Définissez le mode de coordonnées rectangulaires et le mode Degrés.

Saisissez le vecteur.

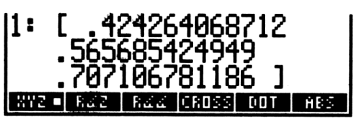
3 ENTER 4 ENTER 5 → 3D

Dupliquez le vecteur et calculez la norme.

ENTER ABS

Divisez le vecteur par sa norme pour obtenir le vecteur-unité.

÷



Exemple : recherche de l'angle entre deux vecteurs. L'angle entre deux vecteurs est obtenu par

$$angle = \cos^{-1}\left[\frac{\mathbf{V1}\cdot\mathbf{V2}}{|\mathbf{V1}|\,|\mathbf{V2}|}\right]$$

Calculez l'angle entre les vecteurs [3 4 5] et [20 ∠30 ∠60]. (Cet exemple suppose que les modes rectangulaires et Degrés sont actifs.)

Saisissez les deux vecteurs. (Notez le passage en mode sphérique pour la saisie du second vecteur.)

3 ENTER 4 ENTER 5 ▶ 3D
MTH VECTR R▸∠∠
20 ENTER 30 ENTER 60 ▶ 3D

```
2: [ 7.07106781187 ∠5...
1:      [ 20 ∠30 ∠60 ]
```


Prenez le produit scalaire.

DOT

```
1:                129.641016151
```

Remettez les deux vecteurs dans la pile.

▶ LAST ARG

```
3:                129.641016151
2: [ 7.07106781187 ∠5...
1:      [ 20 ∠30 ∠60 ]
```

Utilisez la fonction de valeur absolue pour trouver la norme des vecteurs.

ABS ◀ SWAP ABS

```
3:                129.641016151
2:                           20
1:               7.07106781187
```

Multipliez les normes et divisez le résultat par le produit scalaire.

× ÷

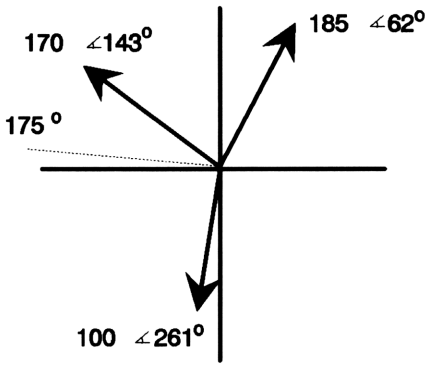
```
1:                .916700416405
```

Prenez l'arccosinus pour trouver l'angle.

◀ ACOS

```
1:                23.5516253446
```

Exemple : recherche du composant d'un vecteur dans une direction donnée. Le diagramme suivant représente trois vecteurs bidimensionnels. Trouvez leur somme, puis utilisez DOT (produit scalaire) pour trouver la composante de la somme selon la ligne de 175°. (Cet exemple suppose que le mode Degrés a été choisi.)



Définissez le mode polaire (dans ce cas le mode cylindrique), puis saisissez les trois vecteurs.

MTH VECTR R∠Z
170 ENTER 143 ↩ 2D
185 ENTER 62 ↩ 2D
100 ENTER 261 ↩ 2D

```
3:          [ 170 ∠143 ]
2:           [ 185 ∠62 ]
1:           [ 100 ∠-99 ]
 XYZ  R∠Z▪  R∠Z  CROSS  DOT  ABS
```

Ajoutez-les.

+ +

```
1: [ 178.937160532
   ∠111.148894255 ]
 XYZ  R∠Z▪  R∠Z  CROSS  DOT  ABS
```

Saisissez le vecteur-unité de 175°.

1 ENTER 175 ↩ 2D

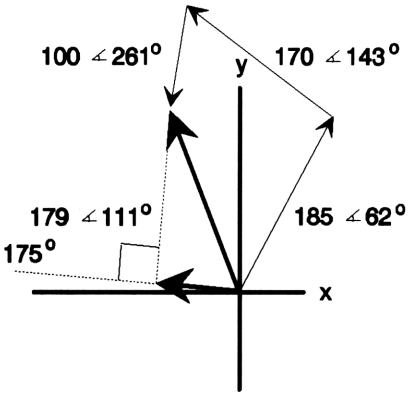
```
2: [ 178.937160532 ∠1…
1:           [ 1 ∠175 ]
 XYZ  R∠Z▪  R∠Z  CROSS  DOT  ABS
```

Trouvez le scalaire représentant la norme de force le long de la ligne de 175°.

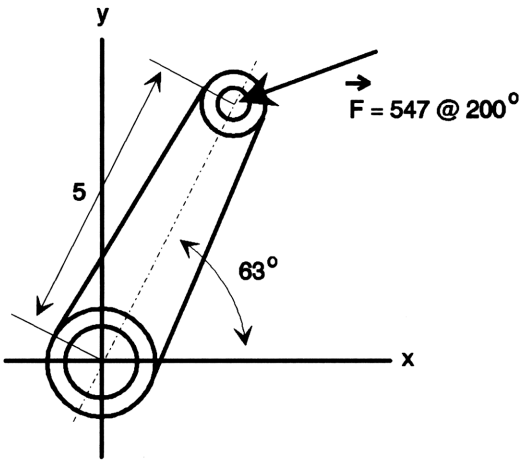
DOT

```
1:          78.8585649505
 XYZ  R∠Z▪  R∠Z  CROSS  DOT  ABS
```

Voici une illustration de la somme des vecteurs :



Exemple : prendre le produit vectoriel. Pour la manivelle ci-dessous, quel est le moment par rapport à l'origine et quelle est la quantité de force transférée le long de l'axe de la manivelle ?



Le moment est obtenu en prenant le produit vectoriel des vecteurs de rayon et de force de la manivelle (pour prendre un produit vectoriel, entrez les vecteurs dans le même ordre où ils apparaissent dans la formule de produit vectoriel $\mathbf{M} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$.

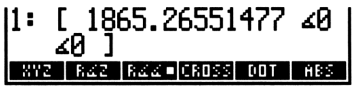
Définissez le mode polaire et saisissez les vecteurs de rayon et de force.

MTH VECTR R∠∠
5 ENTER 63 ↶ 2D
547 ENTER 200 ↶ 2D

12

Obtenez le produit vectoriel. Le résultat est un vecteur tridimensionnel.

CROSS

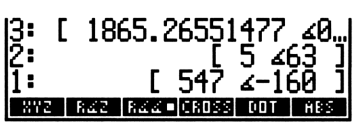


Selon votre calcul, ce vecteur tridimensionnel est positif et parallèle à l'axe des z. Vérifiez par examen et par application de la règle de la main droite. Passez en mode rectangulaire pour faciliter la vérification.

↷ POLAR

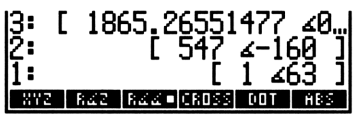
Maintenant replacez les vecteurs d'origine dans la pile et repassez en mode polaire.

↷ LAST ARG ↷ POLAR



Dupliquez le rayon et divisez-le par sa norme pour obtenir le vecteur-unité.

▶ ENTER ABS ÷



Cherchez le produit scalaire pour trouver le scalaire représentant la norme de force le long de la manivelle.

DOT

La norme négative indique que la force est opposée à la direction du vecteur-unité de la manivelle.

Exemple : suite de ce problème. Pour compliquer un peu les choses, supposons que le vecteur de force ne soit pas dans le même

plan que la manivelle. Si la force est de [547 ∠200 ∠87] (de sorte que le vecteur de force s'élève de 3 petits degrés au-dessus de la surface du papier), quel est le moment, la force transmise le long de l'axe de la manivelle, et la poussée le long de l'axe des z ?

Saisissez les vecteurs de rayon et de force. (Utilisez le mode cylindrique avec une valeur z de 0 pour le vecteur de rayon et utilisez le mode sphérique pour la force.)

R∠Z
5 ENTER 63 ENTER 0 ↷ 3D
R∠∠
547 ENTER 200 ENTER 87 ↷ 3D

```
2:          [ 5 ∠63 ∠90 ]
1:   [ 547 ∠-160 ∠87 ]
 XYZ  R∠Z  R∠∠■ CROSS  DOT  ▸▸
```

Calculez le produit vectoriel.

CROSS

```
1: [ 1868.20084977
   ∠-27 ∠4.39422603566
   ]
 XYZ  R∠Z  R∠∠■ CROSS  DOT  ▸▸
```

Cette fois, le moment résultant n'est pas dirigé exactement le long de l'axe des z. Passez en mode rectangulaire et vérifiez le composant de l'axe des z. Le moment utile le long de la manivelle a une norme de presque 1 863.

XYZ

```
1: [ 127.537640594
   -64.9836736511
   1862.70923321 ]
 XYZ■ R∠Z  R∠∠ CROSS  DOT  ▸▸
```

Maintenant replacez les vecteurs d'origine dans la pile. Notez que le problème de la poussée a été résolu par le passage en mode rectangulaire. La poussée (le composant z du vecteur) est d'environ 28,6. Notez qu'elle est positive et qu'elle « sort » du papier de la même manière que le vecteur de force. Vous auriez pu arriver à cette valeur par une méthode plus générale : en calculant le produit scalaire du vecteur-unité associé avec l'axe des z [0 0 1] et le vecteur de force.

↷ LAST ARG

```
2: [ 2.2699524987 4.4…
1: [ -513.307428175
   -186.828624883
   28.6277680649 ]
 XYZ■ R∠Z  R∠∠ CROSS  DOT  ▸▸
```

Enfin, calculez la force le long de la manivelle.

▶ ENTER
ABS ÷ DOT

12

Autres commandes vectorielles

Les commandes suivantes interprètent leurs arguments et fournissent les résultats en utilisant le mode de coordonnées en cours. Elles se trouvent en page 2 du menu MTH VECTR (MTH VECTR NXT).

Commande/Description	Exemple	
	Touches	Résultat
V→ Sépare un vecteur (ou un nombre complexe) en ses éléments de coordonnées. Les exemples supposent le mode Degrés.	1: [8 9] 1: [5 ∠90 3]	2: 8 1: 9 3: 5 2: 90 1: 3
→V2 Si l'indicateur −19 est désarmé, crée un vecteur à deux éléments. L'exemple suppose mode de coordonnées polaires et mode Degrés.	2: 2 1: 20	1: [2 ∠20]
→V3 Crée un vecteur à 3 éléments. L'exemple suppose mode de coordonnées sphériques et mode Degrés.	3: 2 2: 20 1: 5	1:[2 ∠20 ∠5]

Les autres commandes de manipulation de vecteurs sont →ARRY, GET, GETI, OBJ→, PUT et PUTI. Vous les trouverez dans le tableau intitulé « Commandes manipulant des objets » en page 4-12.

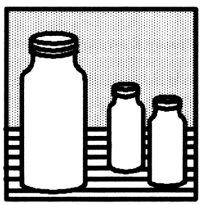
Choisir entre nombres complexes et vecteurs

Les nombres complexes et les vecteurs bidimensionnels se ressemblent à plus d'un égard. Il sera parfois difficile de choisir le meilleur type d'objet pour un problème donné ; parfois les deux types conviendront.

Lisez « Nombres complexes ou vecteurs ? » en page 11-13, vous y trouverez une comparaison et un exemple.

13

Gestion des unités



Le catalogue d'applications Unités (UNITS) rassemble 147 unités que vous pouvez combiner avec des nombres réels pour créer des *objets-unités*. Cette application vous permet :

- de convertir des unités. Par exemple, vous pouvez convertir l'objet-unité `10_ft` en `120_in` ou `3.048_m`.
- de factoriser une unité par rapport à une autre. Par exemple, vous pouvez factoriser `20_W` par rapport à `1_N` et obtenir `20_N*m/s`.
- d'exécuter des calculs sur des objets-unités. Par exemple, vous pouvez ajouter `10_ft/s` à `10_mph` et obtenir `24.67_ft/s`.

Comment l'application Units est organisée

Elle comporte deux menus :

- Le menu Catalogue des unités (◀ UNITS), qui contient toutes les unités intégrées au HP 48, classées par sujet. Vous utiliserez le menu Catalogue des unités pour créer des objets-unités et pour effectuer des conversions entre unités associées.
- Le menu de commande UNITS (▶ UNITS), qui contient les commandes de conversion d'unités et de gestion des objets-unités.

Unités et objets-unités

L'application Units se fonde sur le Système International des Unités (SI), qui reconnaît sept unités *de base* : `m` (le mètre), `kg` (le kilogramme), `s` (la seconde), `A` (l'ampère), `K` (le Kelvin), `cd` (la candela) et `mol` (la mole, molécule-gramme). Le menu de Catalogue
13 des unités contient ces sept unités de base et les 140 unités *composées* par ces unités de base. Par exemple, `in` (*inch*, un pouce) vaut 0,0254 `m` et `Fdy` (Faraday), 96 487 `A*s`.

Un *objet-unité* a deux parties : un *nombre* (un nombre réel) et une *expression-unité* (une seule unité ou une combinaison multiplicative d'unités). Les deux parties sont liées par le caractère _. Par exemple, `2_in` (2 pouces), `X*1_N` (*X* Newtons) et `8.303_gal/h` (8,303 gallons des USA par heure) sont des objets-unités. Comme les autres types d'objet, une unité peut être placée dans la pile, stockée dans une variable et utilisée dans des expressions algébriques et des programmes.

Lorsque vous effectuez une *conversion d'unités*, le HP 48 remplace l'ancienne expression par une nouvelle expression d'unité (spécifiée par vous) et multiplie automatiquement le nombre par le facteur de conversion approprié.

Menu de Catalogue unités

Le menu de Catalogue UNITS (◀ UNITS) affiche un menu de trois pages de touches « sujet », dont chacune, lorsqu'on l'actionne, affiche un sous-menu d'unités associées. Par exemple, ◀ UNITS NXT PRESS affiche le menu de deux pages des unités de pression.

Les touches de chaque sous-menu standard ne se comportent pas comme celles du menu standard. En mode de saisie immédiate, lorsque vous appuyez sur :

- Une touche non-shiftée, le HP 48 *crée* un objet-unité correspondant à cette touche. (En modes de saisie algébrique ou de saisie de programme, les touches non shiftées servent d'aide à la frappe, plaçant le nom de l'unité correspondante en ligne de commande.)
- Une touche shiftée gauche, le HP 48 *convertit* l'objet-unité placé sur la ligne de commande ou au niveau 1 de la pile, en l'unité correspondante.

- Une touche shift droite, le HP 48 *divise par* l'unité correspondante. Ceci facilite la création d'expressions-unités ayant un dénominateur.

L'utilisation du menu de Catalogue UNITS est traité en détail dans ce chapitre.

Créer un objet-unité

Le menu de Catalogue UNITS facilite la création des objets-unités.

Pour créer un objet-unité :

1. Tapez la partie numérique de l'objet-unité.
2. Appuyez sur ◀ UNITS et sélectionnez le menu qui contient l'unité désirée.
3. Appuyez sur la touche de menu de l'unité désirée. (Si vous désirez *l'inverse* de l'unité, appuyez sur ▶ et sur la touche de menu.)
4. Pour les unités composées, répétez les étapes 2 à 4 pour chaque unité incluse dans l'expression.

Lorsque vous appuyez sur une touche de menu dans le menu de Catalogue UNITS, le HP 48 introduit d'abord un objet-unité dans la pile avec valeur numérique 1. Puis, dans le cas d'une touche non shiftée, il exécute * (multiplication)—ou, dans celui d'une touche shift droite, / (division).

Exemple : Créez l'objet-unité `3.5_ft^3`.

Sélectionnez le sous-menu VOL du menu de Catalogue UNITS.

◀ UNITS VOL

Tapez le nombre, puis adjoignez-lui l'unité.

3.5 FT^3

Exemple : Créez l'objet-unité `32_kg*m^2/s^2`.

Tapez le nombre et ajoutez l'unité de masse.

32 ◀ UNITS MASS KG

Ajoutez la deuxième unité.

◀ UNITS AREA M^2

```
1:                    32_kg*m^2
M^2 CM^2 B YD^2 FT^2 IN^2
```

Ajoutez les unités du dénominateur.

◀ UNITS TIME
▶ S ▶ S

```
1:                  32_kg*m^2/s^2
YR D H MIN S HZ
```

13

Pour créer un objet-unité sur la ligne de commande :

1. Tapez le nombre.
2. Tapez le caractère _ (appuyez sur ▶ _). Il met en action le mode de saisie algébrique.
3. Tapez l'expression d'unité comme s'il s'agissait d'une expression algébrique :
   - Pour taper un nom d'unité, appuyez sur la touche de menu qui lui correspond ou tapez les lettres du nom de l'unité.
   - Pour créer des unités composées, appuyez sur ×, ÷, y^x et ◀ ( ) selon le cas.

Notez que la différence entre majuscules et minuscules est importante pour les noms d'unités. Par exemple, Hz (hertz) doit être saisi avec un H majuscule suivi d'un z minuscule. (Pour améliorer la lisibilité, toutes les touches de menu utilisent des majuscules. Faites par conséquant la distinction entre les libellés de touches de menu représentant les unités et les unités elles-mêmes.)

En tapant les noms d'unités au clavier, vous pouvez créer un objet-unité sans passer d'un sous-menu à l'autre dans le menu de Catalogue UNITS. D'autre part, les touches de menu éliminent les risques de fautes d'orthographe.

Exemple : Créez l'objet-unité `8_Btu/(ft^2*h*°F)` en ligne de commande.

Tapez le nombre et le caractère _. Puis tapez l'expression en utilisant les caractères alpha. (Pour taper °, appuyez sur α ▶ 6.) Puis saisissez l'objet-unité.

8 ▶ _
Btu ÷ ◀ ( ) ft y^x 2
× h × °F
ENTER

```
1:              8_Btu/(ft^2*h*°F)
YR D H MIN S HZ
```

Pour créer un objet-unité en utilisant l'application EquationWriter :

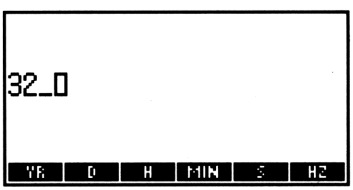
1. Appuyez sur ◀ EQUATION.
2. Saisissez le nombre, appuyez sur ▶ _ et saisissez l'expression en notation EquationWriter standard.
3. Appuyez sur ENTER.

L'application EquationWriter permet de construire une expression algébrique contenant des objets-unités, telle que vous pourriez l'écrire sur une feuille de papier. Les unités inverses sont affichées sous leur forme fractionnaire et les exposants sont affichés en notation classique. (Voyez « Saisir des équations » en page 16-4 pour les détails sur l'utilisation des objets-unités avec EquationWriter.)

Exemple : Utilisez l'application EquationWriter pour créer l'objet-unité `32 W/m^2*°C`. (Cette procédure est expliquée en page 16-10.)

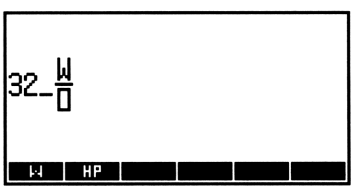
Sélectionnez l'application EquationWriter. Tapez le nombre et commencez l'expression.

◀ EQUATION
32 ▶ _



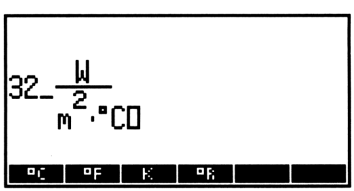
Tapez le numérateur de l'expression.

▲ ◀ UNITS NXT POWR
W ▶



Tapez le dénominateur.

◀ UNITS AREA M^2 ▶
◀ UNITS NXT TEMP °C



Placez l'objet-unité dans la pile.

ENTER

Pour voir un objet-unité en utilisant l'application EquationWriter :

13

- Appuyez sur ▼, l'objet étant placé au niveau 1.

Pour vérifier l'orthographe et la casse :

1. Appuyez sur ◀ UNITS et sélectionnez la page correspondante du menu.
2. Appuyez sur ◀ REVIEW. La liste des unités ou des rubriques de cette page s'affiche sur votre écran.
3. Appuyez sur ATTN pour revenir à la pile.

Exemple : Vérifiez l'orthographe et la casse de l'unité correspondant à la touche FT*LB du sous-menu UNITS ENRG (énergie).

◀ UNITS NXT ENRG
◀ REVIEW

Appuyez sur ATTN pour revenir à la pile.

Les fonctions, pour les objets-unités, respectent l'ordre de priorité suivant :

1. ( ) (priorité la plus haute).
2. ^.
3. * et /.

Par exemple, 7_m/s^2 représente 7 mètres par seconde au carré et 7_(m/s)^2 représente 7 mètres carrés par seconde au carré.

Vous pouvez aussi insérer des préfixes devant le nom de l'unité. Les préfixes d'unités sont des lettres qui indiquent des puissances de dix. Par exemple, mA signifie « milliampère » (amp $\times$ 10^{-3}). Le tableau suivant dresse la liste des préfixes qu'accepte le HP 48. (Pour saisir un signe « mu », μ, appuyez sur α ▶ N.)

Préfixes d'unités

Préfixe	Nom	Exposant
E	exa	+18
P	péta	+15
T	téra	+12
G	giga	+9
M	méga	+6
k *ou* K	kilo	+3
h *ou* H	hecto	+2
D	déca	+1

Préfixe	Nom	Exposant
d	déci	−1
c	cent	−2
m	milli	−3
μ	micro	−6
n	nano	−9
p	pico	−12
f	femto	−15
a	atto	−18

La plupart des préfixes utilisés par le HP 48 correspondent à la notation SI standard—avec une seule exception : « déca » est noté « D » dans le HP 48 et « da » en notation SI.

Remarque

Vous ne pouvez utiliser de préfixe avec une unité intégrée si l'unité résultante correspond à une autre unité intégrée. Par exemple, vous ne pouvez pas utiliser le préfixe `min` pour indiquer des millipouces (milli-inches), parce que `min` est une unité intégrée dans le HP 48 signifiant « minutes ». Voici quelques autres combinaisons possibles qui correspondent à des unités prévues dans le calculateur : `Pa`, `da`, `cd`, `ph`, `flam`, `nmi`, `mph`, `kph`, `ct`, `pt`, `ft`, `au` et `cu`.

Utiliser les objet-unités dans les expressions algébriques

Les objets-unités sont acceptés dans les expression algébriques—saisissez-les comme vous le feriez pour les introduire en ligne de commande. En outre, la ligne de commande accepte les nombres symboliques au lieu des nombres réels, convertissant par exemple `'Y_ft'` en `Y*1_ft`.

+ et − sont permis dans le nombre. Cependant, le caractère _ a priorité sur + et −. En conséquence, `'(4+5)_ft'` EVAL donne `9_ft`, mais `'4+5_ft'` EVAL renvoie `+ Error: Inconsistent Units`.

13

Convertir des unités

Il y a quatre méthodes de conversion d'objets-unités en des unités différentes :

- Le menu de Catalogue UNITS. Convertit en unités intégrées seulement.
- La commande CONVERT. Convertit en toutes unités.
- Le menu CST (*custom*, personnalisation). Convertit en toutes unités déjà définies.
- La commande UBASE (unités de base). Convertit en les sept unités SI de base.

Si vous traitez en unités de température, lisez « Unités de température » en page 13-18.

Utiliser le menu de Catalogue UNITS

Le menu de Catalogue UNITS permet de convertir un objet-unité placé dans la pile au niveau 1 en toute unité du menu, pour autant qu'elle soit homogène avec elle.

Pour convertir des unités en une unité intégrée :

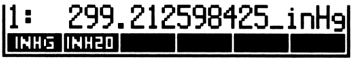
1. Saisissez l'objet-unité avec les unités d'origine.
2. Appuyez sur ◀ UNITS et sélectionnez le titre de menu qui contient l'unité cherchée.
3. Appuyez sur ◀ et sur la touche de menu de l'unité désirée.

Exemple : Convertissez `10_atm` (atmosphères) en `inHg` (pouces de mercure). D'abord, créez l'objet-unité `10_atm`.

◀ UNITS
NXT PRESS
10 ATM

Convertissez en pouces de mercure.

NXT ◀ INHG

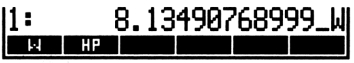


Exemple : Convertissez 6_ft*lbf/s (force, en pieds-livres par seconde) en W (watts). D'abord, saisissez l'objet-unité.

6 ▶ _ ◀ UNITS NXT
ENRG FT*LB
◀ UNITS TIME ▶ S

Sélectionnez le sous-menu POWR et convertissez en watts.

◀ UNITS NXT POWR
◀ W



Utiliser CONVERT

Vous pouvez utiliser la commande CONVERT pour effectuer *toute* conversion entre unités dimensionnellement homogènes.

Pour convertir en unités :

1. Saisissez l'objet-unité avec les unités d'origine.
2. Saisissez n'importe quel nombre (1 par exemple) et attachez-y les unités vers lesquelles vous désirez que se fasse la conversion.
3. Appuyez sur ▶ UNITS CONV.

CONVERT convertit les objets-unités du niveau 2 en utilisant les unités du niveau 1. Il ignore la partie numérique de l'objet-unité du niveau 1.

Exemple : Convertissez 12_ft^3/min (pieds cubiques par minute) en qt/h (quarts par heure). Puisque qt/h ne se trouve pas dans le menu de Catalogue UNITS, il faut utiliser CONVERT pour faire la conversion.

Saisissez l'objet-unité.

12 ◀ UNITS VOL FT^3
◀ UNITS TIME ▶ MIN

Placez une nouvelle expression-unité dans la pile, adjoignez-la au nombre 1. (Le nombre est ignoré.)

1 → LAST MENU NXT QT
→ LAST MENU → H

Effectue la conversion.

13

→ UNITS CONV

(Notez que vous pouvez utiliser LAST MENU pour éviter l'utilisation du menu de Catalogue UNITS et passer directement au sous-menu précédent.)

Utiliser le menu CST

S'il vous arrive fréquemment d'exécuter une certaine conversion d'unités, vous aurez avantage à l'exécuter à partir du menu CST (*custom*, personnalisé) si cette unité ne figure pas au menu de Catalogue UNITS.

Pour préparer le menu CST aux opérations avec les unités :

- Placez un objet-unité avec les unités qui vous intéressent dans la liste du menu CST—la partie numérique de l'objet est ignorée. (Voir à ce sujet « Créer un menu personnalisé » en page 15-1 for details.)

Les touches d'unité du menu CST fonctionnent de la même façon que les touches des menus UNITS.

Pour saisir des unités à partir du menu CST :

- Appuyez sur CST et sur la touche de menu de l'unité désirée. (Si vous recherchez *l'inverse* de l'unité, appuyez sur → et sur la touche de menu.)

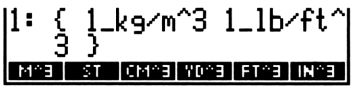
Pour convertir des unités en unités de menu CST :

1. Saisissez l'objet-unité avec les unités d'origine.
2. Appuyez sur CST.
3. Appuyez sur ← et sur la touche de menu de l'unité désirée.

Exemple : Supposez que vous exécutiez assez souvent une conversion d'unités entre `kg/m^3` (kilogrammes par mètre cube) et `lb/ft^3` (livres par pied carré). Placez ces expressions dans le menu CST. (Cet exemple suppose qu'il n'y a pas d'autres saisies dans la liste du menu CST.)

Constituez une liste qui contienne les deux objets-unités. (Lorsque vous appuyez sur ◀{}, le HP 48 passe en mode de saisie de programme, de sorte que vous devez taper les caractères _ et /.)

◀{}
1 ▶_ ◀UNITS MASS KG
÷ ◀UNITS VOL M^3 SPC
1 ▶_ ▶LAST MENU LB ÷
▶LAST MENU FT^3 ENTER

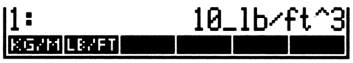


Stockez la liste dans une variable nommée *CST* et affichez le menu CST. (Cette procédure est expliquée en page 15-1.)

▶MODES MENU

Maintenant convertissez `10_lb/ft^3` en `kg/m^3`. Saisissez l'objet-unité.

10 LB/FT



Convertissez en kilogrammes par mètre cube.

◀ KG/M

Utiliser UBASE (pour les 7 unités de base SI)

La commande UBASE convertit une unité composite en l'unité de base SI équivalente.

Pour convertir des unités en unités de base SI :

1. Saisissez l'objet-unité avec ses unités d'origine.
2. Appuyez sur ▶UNITS UBASE.

Exemple : Convertissez `8.3_Pa` (Pascals) en unités de base SI.

◀ UNITS NXT PRESS
8.3 PA
▶ UNITS UBASE

13

Exemple : Convertissez `30_knot` en unités de base SI.

◀ UNITS SPEED
30 KNOT
▶ UNITS UBASE

Convertir des unités d'angles sans dimension

Les angles plans et les angles solides sont *sans dimension*. Vous pouvez utiliser les unités sans dimension suivantes comme constantes dans vos expressions d'unités, tout en sachant que le HP 48 ne peut vérifier l'homogénéité des dimensions des unités.

Unités sans dimension	Nom d'unité	Valeur
Arcmin	`arcmin`	$^1/_{21600}$ cercle-unité
Arcsec	`arcs`	$^1/_{1296000}$ cercle-unité
Degree	`°`	$^1/_{360}$ cercle-unité
Grad	`grad`	$^1/_{400}$ cercle-unité
Radian	`r`	$^1/_{2\pi}$ cercle-unité
Steradian	`sr`	$^1/_{4\pi}$ sphère-unité

Certaines unités photométriques sont définies en stéradians. Ces unités incluent un facteur de $^1/_{4\pi}$ dans leurs valeurs numériques. Comme ces facteurs son sans dimension, le HP 48 ne peut vérifier leur absence ou leur présence—il lui est impossible de vérifier l'harmonisation des unités. Le tableau suivant présente deux listes d'unités photométriques :

Incluent des stéradians	N'incluent pas de stéradians
Lumen (lm)	Candela (cd)
Lux (lx)	Pied-lambert (flam)
Phot (ph)	Lambert (lam)
Pied-bougie (fc)	Stilb (sb)

Pour convertir entre unités photométriques :

- Pour convertir entre unités photométriques de la même colonne, l'unité sr *n'est pas* nécessaire.
- Pour convertir entre unités photométriques de colonnes différentes, divisez l'unité de la colonne de gauche par sr ou multipliez celle de la colonne de droite par sr.

Voici quelques exemples d'unités photométriques homogènes :

- lm est homogène avec cd*sr.
- fc/sr est homogène avec flam.
- lm/sr*m^2 est homogène avec lam.

Factoriser des expressions-unités

La commande UFACT factorise une unité à partir d'une expression-unité, donnant un objet-unité constitué par l'unité factorisée et des unités de reste, en base SI.

Pour factoriser des unités avec une expression-unité :

1. Saisissez l'objet-unité avec les unités originales.
2. Saisissez n'importe quel nombre (par exemple 1) et attachez-y les unités que vous désirez factoriser.
3. Appuyez sur ▶ UNITS UFACT.

UFACT factorise les unités de l'objet du niveau 1 à partir de l'objet-unité du niveau 2.

Exemple : Factorisez `3.5_kg*m^2/s^2` par rapport à `N` (Newtons). D'abord, saisissez l'objet-unité.

◀ UNITS MASS 3.5 KG
◀ UNITS AREA M^2
◀ UNITS TIME
13 ▶ S ▶ S

Tapez l'unité à factoriser

1 ◀ UNITS NXT FORCE N

Factorisez l'objet-unité placé au niveau 2.

▶ UNITS UFACT

Calculs avec les unités

Le HP 48 vous permet d'exécuter beaucoup d'opérations arithmétiques sur les objets-unités, comme s'il s'agissait de simples nombres réels :

- Addition et soustraction (unités dimensionnellement homogènes seulement).
- Multiplication et division.
- Inversion.
- Elévation à une puissance.
- Calculs de pourcentage (unités dimensionnellement homogènes seulement).
- Comparaisons de valeurs (unités dimensionnellement homogènes seulement).
- Opérations trigonométriques (unités angulaires planaires seulement).

Certaines autres opérations mathématiques ne fonctionnent qu'avec la partie numérique de l'objet-unité.

Pour effectuer des calculs sur les objets-unités :

1. Saisissez les objets-unités.
2. Exécutez les commandes.

Les unités sont automatiquement converties et combinées au cours du calcul. Certaines opérations nécessitent des unités dimensionnellement homogènes—des unités qui ont les mêmes dimensions physiques, telles que la longueur ou la densité. Pour de telles opérations, les résultats et leurs unités sont convertis en fonction des unités de l'objet placé au niveau 1.

Les unités de température nécessitent une mention spéciale—voyez à leur sujet : « Unités de température » en page 13-18.

Les opérations trigonométriques SIN, COS et TAN sur les objets-unités exigent des unités angulaires planaires : radians, (r), degrés (°), grades (grad), arc-minutes (arcmin) et arc-secondes (arcs). Le résultat est un nombre réel sans dimension.

Les fonctions suivantes, décrites en détail sous le titre « Autres fonctions sur les nombres réels » en page 9-14, agissent sur la partie numérique des objets-unités. Chaque fonction renvoie un objet-unité, laissant inchangée la partie exprimant l'unité de l'argument :

ABS	FLOOR	IP	RND
CEIL	FP	NEG	TRNC

La fonction SIGN, décrite dans cette même section, renvoie un *nombre* indiquant le signe du nombre de l'argument : +1 pour un nombre positif, −1 pour un nombre négatif et 0 si le nombre est 0.

Exemple : addition. Calculez la somme de `0.4_lbf` et de `11.9_dyne`. D'abord, saisissez les objets-unités.

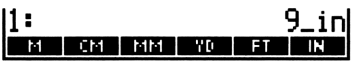
(←) (UNITS) (NXT) FORCE
.4 LBF
11.9 DYN

Ajoutez les objets-unités. La conversion d'unités se fait automatiquement.

(+)

Exemple : soustraction. Soustrayez `39_in` de `4_ft`.

◀ UNITS LENG
4 FT
39 IN
−



13

Exemple : multiplication et division d'objets-unités par des nombres entiers. Multipliez `12_mph` par 10, puis divisez par 6.

◀ UNITS SPEED
12 MPH
10 × 6 ÷

Exemple : multiplication et division. Multipliez `50_ft` par `45_ft`, puis divisez par `3.2_d` (jours). D'abord, multipliez les deux objets-unités.

◀ UNITS LENG
50 FT
45 FT
×

Saisissez le troisième objet-unité et divisez.

◀ UNITS TIME
3.2 D
÷

Exemple : calcul de l'inverse. Trouvez l'inverse de `11.4_g*cm/s^2`.

11.4 ◀ UNITS MASS G
◀ UNITS LENG CM
◀ UNITS TIME
▶ S ▶ S
1/x

Exemple : puissance. Elevez `2_ft/s` à la sixième puissance. Trouvez la racine carrée du résultat. Puis trouvez la racine cubique de ce résultat.

Saisissez l'objet-unité et élevez l'objet-unité à la sixième puissance.

2 ◀ UNITS SPEED FT/S
6 y^x

```
1:                    64_ft^6/s^6
M/S | CM/S | FT/S | KPH | MPH | KNOT
```

13

Maintenant trouvez la racine carrée du résultat.

$\sqrt{x}$

```
1:                    8_ft^3/s^3
M/S | CM/S | FT/S | KPH | MPH | KNOT
```

Calculez la racine carrée de ce résultat.

3 ▶ $\sqrt[y]{}$

```
1:                        2_ft/s
M/S | CM/S | FT/S | KPH | MPH | KNOT
```

Exemple : pourcentage. Quel pourcentage de `1_in^3` représente `4.2_cm^3` ?

◀ UNITS VOL 1 IN^3
4.2 CM^3
MTH PARTS NXT %T

```
1:                  25.6299725198
MIN | MAX | MOD |  % | %CH | %T
```

Exemple : trigonométrie. Calculez le sinus de 45°.

◀ UNITS NXT NXT ANGL
45 ° SIN

```
1:                  .707106781187
°  | R | GRAD | ARCM | ARCS | SR
```

Exemple : calculs algébriques. En syntaxe d'expression algébrique, calculez la tangente de 40 grades.

' TAN 40 ▶ _ GRAD
EVAL

```
1:                  .726542528005
°  | R | GRAD | ARCM | ARCS | SR
```

Unités de température

Le travail avec les unités de température offre peu de différence avec les autres unités—*excepté* qu'il vous faut reconnaître et anticiper la distinction entre *niveau* et *différence* de température. Par exemple, un *niveau* de température de 0 °C signifie le gel, mais une *différence* de
13 températures de 0 °C signifie « pas de changement ».

Lorsque °C ou °F représentent un *niveau* de température, celle-ci est une unité avec constante additive : 0 °C = 273,15 K, and 0 °F = 459,67 °R. Mais lorsque °C ou °F représentent une température *différentielle*, la température est une unité sans constante additive : 1 °C = 1 K et 1 °F = 1 °R.

Convertir des unités de température

Les conversions entre les quatre échelles de température (K, °C, °F et °R) impliquent l'utilisation de constantes additives et de facteurs de multiplication. Les constantes additivies sont *incluses* dans une conversion lorsque les unités de température reflètent des *niveaux* de température—ils sont *ignorés* lorsque les unités de température reflètent des *différences* de température :

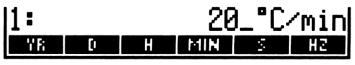
- **Unités de température simples (niveaux).** Si les deux expressions-unités comportent une seule unité de température sans préfixe et sans exposant, CONVERT effectue une conversion de température *absolue*, incluant les constantes additives.
- **Unités de température combinées (différences).** Si l'une des expressions-unités inclut un préfixe, un exposant, ou toute autre unité qu'une unité de température, CONVERT effectue une conversion d'unité de température *relative*, qui ignore les constantes additives. Les résultats ainsi obtenus sont incorrects.

Exemple : Convertissez 25_°C en °F.

◀ UNITS NXT TEMP
25 °C ◀ °F

Exemple : Convertissez 20_°C/min en °F/s. D'abord, créez l'objet-unité 20_°C/min.

◀ UNITS NXT TEMP
20 °C
◀ UNITS TIME ▶ MIN



Saisissez un objet-unité contenant les nouvelles unités.

▶ LAST MENU 1 °F
▶ LAST MENU ▶ S

Faites la conversion.

▶ UNITS CONV

Calcul avec les unités de température

Les unités de température sont automatiquement converties et combinées au cours des calculs.

- **Unités de température simples (niveaux ou différences de température).** Pour les fonctions +, −, =, <, >, ≤, ≥, ==, ≠, %, %CH et %T, les unités de température simples sont interprétées comme des *niveaux relatifs au zéro absolu* pour toutes les échelles de température. Avant de faire le calcul, le HP 48 convertit les températures, Celsius ou Fahrenheit, en températures absolues. (Ce qui peut vous donner des résultats imprévus si vous attendiez une différence de température plutôt que de simples niveaux de température. Par exemple, 0_°C 0_°C + renvoie 273.15_°C, deux fois la différence entre le zéro absolu et 0 °C.)

  Pour les autres fonctions, les unités de température homogènes sont des *différences* de température—elles ne sont pas converties avant le calcul.

- **Unités de température composées (différences de température).** Les unités de température qui comportent des préfixes, des exposants, ou d'autres unités sont interprétées comme des *différences* de température—elles ne sont pas converties avant le calcul.

Pour saisir une différence de température pour l'une des six fonctions énoncées ci-dessus, utilisez des unités absolues (degrés K ou °R). Par exemple, vous pouvez saisir une différence de 2 °C as 2_K.

Pour interpréter un résultat produit par l'une de ces fonctions comme différence de température, convertissez le résultats en unités absolues (K ou °R). Par exemple, après conversion, un résultat de 2_K signifie une différence de température de 2 K soit 2 °C.

Exemple : Determinez si 12 °C sont supérieurs à 52 °F. (La commande > interprète les températures en tant que niveaux.) Le résultat indique que l'expression est vraie (12 °C équivalent 53,6 °F).

```
◀ UNITS NXT TEMP
12 °C
52 °F
PRG TEST NXT >
```

Exemple : Calculez le changement de température de 29 °C à 17 °C. (Convertissez le changement en unités absolues.)

```
◀ UNITS NXT TEMP
17 °C 29 °C −
◀ K
```

Exemple : Calculez la température finale pour une augmentation de 18 °F à partir d'une température de 74 °F (saisissez l'augmentation de température en unités absolues).

```
18 °R 74 °F +
```

Exemple : Pour un coefficient d'expansion linéaire α de 20×10^{-6} 1/°C et un changement de température ΔT de 44 °C, calculez le changement fractionnel de longueur donné par $\alpha \Delta T$. (La commande × interprète les températures comme des différences.)

```
20 EEX +/− 6 ▶ °C
44 °C ×
```

Exemple : L'équation d'état des gaz parfaits est $PV = nRT$, où P est la pression exercée par le gaz (en atmosphères), V est le volume du gaz (en litres), n est la quantité de gaz (en moles), R est la constante de gaz parfaits (0,082057 litre-atmosphère/mole-Kelvin) et T est la température du gaz (en Kelvins).

En supposant un comportement de gaz parfait, calculez la pression exercée par 0,305 mole d'oxygène dans 0,950 litres à 150 °C.

D'abord, saisissez la température.

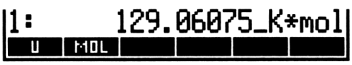
◀ UNITS
NXT TEMP
150 °C

Convertissez les unités en Kelvins.

◀ K

Multipliez T (déjà présente au niveau 1) par n (0,305 mole).

◀ UNITS MASS NXT NXT
.305 MOL
×



Multipliez nT par R.

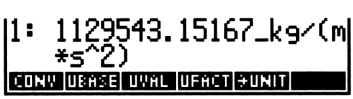
.082057 ◀ UNITS
VOL NXT L
◀ UNITS NXT PRESS ATM
◀ UNITS NXT TEMP ▶ K
◀ UNITS
MASS NXT NXT ▶ MOL
×

Divisez par V (0,950 litres) pour calculer P.

.95 ◀ UNITS VOL NXT L
÷

Convertissez la pression (en atmosphères) en unités de base SI.

▶ UNITS
UBASE



Notez que dans cet exemple la conversion de température de °C à K est exécutée *avant* que les autres opérations n'ajoutent d'autres unités à l'objet-unité. Sans cela, la conversion des unités de base SI de la troisième partie aurait produit un résultat incorrect.

13

Créer des unités-utilisateur

Si vous utilisez une unité qui ne figure pas au catalogue UNITS, vous pouvez créer une *unité-utilisateur* qui se comporte comme une des unités intégrées au calculateur.

Pour créer une unité-utilisateur :

1. Saisissez un objet-unité—en utilisant une unité intégrée ou précédemment définie—qui soit égal à une valeur de 1 de la nouvelle unité.
2. Stockez l'objet-unité dans une variable—le nom de laquelle sera utilisé comme nom pour la nouvelle unité.
3. Optionnel : ajoutez un objet-unité contenant l'unité-utilisateur au menu CST—voir ci-dessous. La partie numérique de l'objet est ignorée. (Cette procédure est expliqué sous « Créer un menu personnalisé » en page 15-1.)

Vous ne pouvez pas utiliser la touche de l'unité du menu VAR comme les touches d'unités du menu UNITS, parce que les touches du menu VAR stockent et rappellent les objets. Cependant, si vous ajoutez l'unité-utilisateur au menu CST, vous pouvez utiliser le menu CST pour saisir et convertir votre unité-utilisateur, tout comme les touches du menu UNITS.

Exemple : Utilisez l'unité intégrée d (*day*, jour) pour créer l'unité-utilisateur WEEK. (Cet exemple suppose qu'il n'y a aucune autre saisie dans le menu CST.)

Saisissez l'objet-unité 7_d. Stockez l'objet-unité dans la variable *WEEK*, puis saisissez une liste contenant l'objet-unité 1_WEEK.

◀ UNITS TIME 7 D
' WEEK STO
◀ { } 1 ▶ _ VAR WEEK
ENTER

Stockez la liste dans le menu CST et affichez celui-ci. (Ceci est expliqué sous le titre « Créer un menu personnalisé » en page 15-1.)

→ MODES MENU

Maintenant convertissez 14 jours en semaines.

← UNITS TIME 14 D
CST ← WEEK

13

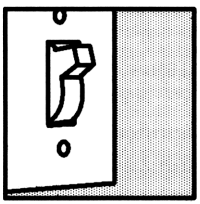
Vous pouvez préfixer une unité-utilisateur. Toutefois, les conflits entre unités définies par l'utilisateur (préfixées ou autres) et unités intégrées sont toujours résolus en donnant la priorité à l'unité intégrée.

Autres commandes pour objets-unités

Touches	Commande programmable	Description
→ UNITS :		
UVAL	UVAL	renvoie la partie numérique de l'objet-unité du niveau 1 au niveau 1.
→UNIT	→UNIT	Combine un nombre du niveau 2 avec un objet-unité du niveau 1, ignorent la partie numérique de l'objet du niveau 1, pour former un objet-unité au niveau 1.

14

Arithmétique binaire



Le HP 48 permet l'arithmétique binaire—les opérations qui utilisent des nombres entiers binaires. Un entier binaire est un nombre de base 2—bien qu'il puisse être exprimé en d'autres bases de nombres. Lorsqu'il est exprimé en base 2, il consiste en une suite de 0 et de 1—chacun formant un *bit*. Huit bits forment un *octet*.

Pour le HP 48, les objets entiers binaires contiennent de 1 à 64 bits, selon la *taille de mot*. Vous pouvez saisir et afficher les entiers binaires en base décimale (base 10), hexadécimale (base 16), octale (base 8) ou binaire (base 2). C'est la *base en cours* qui détermine l'affichage des entiers binaires dans la pile.

Le délimiteur # précède un entier binaire. Un `d`, `h`, `o` ou `b` suivant l'entier binaire indique sa base—par exemple, `# 182d`, `# B6h`, `# 266o` ou `# 10110110b`.

Définition de la taille de mot

La taille de mot est le nombre de bits utilisé pour représenter les entiers binaires. Cette taille de mot peut varier de 1 à 64 bits—par défaut elle est de 64 bits.

Pour définir la taille de mot:

1. Tapez un nombre de 1 à 64.
2. Appuyez sur (MTH) BASE STWS (la commande STWS). (Un nombre fractionnaire est arrondi à l'entier le plus proche.)

Pour rappeler la taille de mot en cours :

- Appuyez sur (MTH) BASE RCWS (la commande RCWS).

Si vous saisissez un entier binaire qui excède la taille de mot en cours, le nombre s'affiche amputé de ses bits les plus significatifs. Tous les bits au-dessus de 64 sont perdus ; les bits compris entre la taille de mot en cours et 64 sont « cachés » et peuvent être affichés en augmentant la taille de mot. Toutefois, ces bits cachés ne sont pas utilisés dans les calculs et sont perdus lorsqu'une commande est exécutée sur un entier binaire.

De même, la taille de mot contrôle les résultats d'opérations arithmétiques et d'autres commandes. Si un argument dépasse la taille de mot en cours, il est tronqué (les bits les plus significatifs sont perdus) selon la taille de mot en cours, avant que la commande ne s'exécute. Si nécessaire, les résultats sont également tronqués.

Choix de la base

Les entiers binaires sont affichées en base décimale, hexadécimale, octale ou binaire. La base par défaut est décimale.

Pour définir la base en cours :

1. Appuyez sur (MTH) BASE .
2. Appuyez sur l'une des touches suivantes : HEX (hexadécimale), DEC (décimale), OCT (octale), ou BIN (binaire).

Le signe ▪ dans l'un des libellés de menu indique la base en cours.

HEX, DEC, OCT et BIN sont programmables. Les réglages des indicateurs −11 et −12 correspondent à la base en cours. (Pour plus de détails sur −11 et −12, voyez l'annexe E, « Liste des indicateurs système du HP 48 ».

Le choix de la base en cours n'a aucun effet sur la représentation interne des entiers binaires.

Saisie d'entiers binaires

Pour saisir un entier binaire :

1. Appuyez sur ▶ #.
2. Saisissez la valeur de l'entier binaire—les caractères valables dépendent de la base que vous utilisez.
3. Optionnel : pour définir la base, tapez un marqueur de base: d, h, o, ou b. (A défaut de quoi la base en cours est utilisée.)
4. Appuyez sur ENTER.

Exemple : Saisissez l'adresse $24FF_{16}$ et affichez-la en base hexadécimale.

MTH BASE HEX
▶ # 24FF ENTER

```
1:                    # 24FFh
HEX■ DEC  OCT  BIN  STWS RCWS
```

Maintenant, affichez-la en base octale.

OCT

```
1:                    # 22377o
HEX  DEC  OCT■ BIN  STWS RCWS
```

Exemple : Saisissez 101101_2, la base en cours étant octale. Appuyez sur α ◀ B pour introduire le « b ».

▶ # 101101b ENTER

```
1:                       # 55o
HEX  DEC  OCT■ BIN  STWS RCWS
```

Calcul avec les entiers binaires

Si un argument excède la taille de mot en cours, les bits excédentaires les plus significatifs sont perdus avant l'exécution de la commande. Si nécessaire, les résultats sont également tronqués. Si le calcul produit un reste, seule la partie entière du résultat est conservée. L'opposé d'un nombre binaire est son complément à deux (tous les bits inversés et 1 bit ajouté).

Pour calculer avec les entiers binaires :

1. Saisissez les objets de l'entier.
2. Exécutez les commandes.

Exemple : Calculez $46AF_{16} - 33D_{16}$. D'abord, passez en base hexadécimale et saisissez les deux nombres.

(MTH) BASE HEX
(→)(#) 46AF (ENTER)
(→)(#) 33D (ENTER)

Exécutez la commande (−).

(−)

Exemple : Divisez 64_{10} par 5_{10}. (Le reste de 4d est perdu.)

(MTH) BASE DEC
(→)(#) 64
(→)(#) 5 (÷)

Autres commandes manipulant les entiers binaires

Ce tableau contient des commandes du menu MTH BASE ((MTH) BASE) utilisées pour manipuler les objets entiers binaires. Sauf indication contraire, chaque exemple suppose une taille de mot de 24.

Commande/Description	Exemple	
	Touches	Résultat
AND ET logique bit-par-bit de deux arguments.	2: # 1100b 1: # 1010b	1: # 1000b
ASR Décalage arithmétique droit. Effectue un décalage arithmétique vers la droite d'un bit. Le bit le plus significatif est recréé.	1:# 1100010b 1: # 800000h	1: # 110001b 1: # C00000h
B→R Binaire/réel. Convertit un entier binaire en son entier réel équivalent.	1: # 755o	1: 493
NOT Renvoie le complément à un de l'argument. Chaque bit du résultat est le complément du bit correspondant de l'argument.	1: # F0F0F0h	1: # F0F0Fh
OR Ou logique bit-par-bit de deux arguments.	2: # 1100b 1: # 1010b	1: # 1110b
R→B Réel/binaire. Convertit un entier réel en son équivalent entier binaire.	1: 10	1: # 1010b
RL Permutation à gauche. L'entier bianire subit une permutation à g. d'un bit. (Taille de mot=4.)	1: # 1100b	1: # 1001b
RLB Permutation d'octet vers la gauche. L'entier binaire subit une permutation à g. d'un octet.	1: # FFFFh	1: # FFFF00h

Commande/Description	Exemple	
	Touches	Résultat
RR Permutation droite. L'entier binaire subit une permutation à d. d'un bit. (Taille de mot=4.)	1: # 1101b	1: # 1110b
RRB Permutation d'octet vers la droite. L'entier binaire subit une permutation vers la droite d'un octet.	1: # A0B0C0h	1: # C0A0B0h
SL Décalage vers la gauche. L'entier binaire est décalé vers la gauche d'un bit.	1: # 1101b	1: # 11010b
SLB Décalage vers la gauche d'un octet. L'entier binaire est décalé vers la gauche d'un octet.	1: # A0B0h	1: # A0B000h
SR Décalage vers la droite. L'entier binaire est décalé vers la droite d'un bit.	1: # 11011b	1: # 1101b
SRB Décalage vers la droite d'un octet. L'entier binaire est décalé vers la droite d'un octet.	1: # A0B0C0h	1: # A0B0h
XOR OU exclusif logique bit-par-bit des arguments.	2: # 1100b 1: # 1010b	1: # 110b

15

Personnalisation du calculateur

Le HP 48 offre plusiurs possibilités de personnalisation. Il est possible de créer des *menus personnalisés* qui rassemblent les opérations que vous avez créées, vous pouvez redéfinir le clavier pour votre usage personnel, et enfin il est possible de définir les *modes* du calculateur en utilisant le menu MODES et en armant ou désarmant des *indicateurs binaires*.

Menus-utilisateurs (CST)

Un menu-utilisateur est un menu créé par vous-même. Il peut contenir des labels de menu pour les opérations, commandes et autres objets que vous créez ou groupez pour votre convenance personnelle.

Créer un menu personnalisé

Le menu CST est défini par le contenu d'une variable *réservée*, la variable *CST*. Il suffit donc, pour créer un menu-utilisateur, de créer une variable *CST* qui contienne les objets désirés dans votre menu.

Pour créer et afficher le menu CST dans le répertoire en cours :

1. Saisissez une liste contenant les objets que vous désirez voir figurer dans le menu. (Le rôle des différents types d'objets est décrit plus loin.)
2. Appuyez sur ↱ (MODES) MENU (la commande MENU).

MENU stocke le contenu de la liste dans *CST* et affiche le menu-utilisateur. Une autre possibilité pour créer le menu CST est de stocker la liste de menu personnalisée dans *CST*, comme vous feriez

dans n'importe quelle variable—placez la liste dans la pile et appuyez sur VAR ◀ CST ou sur ▶ MODES CST STO. (Le menu de personnalisation MODES contient toujours un libellé *CST*.)

Pour afficher le menu CST :

- Appuyez sur CST.

15

Les objets contenus dans le menu CST ont généralement la même fonctionnalité que dans les menus intégrés :

- **Noms.** Les noms se comportent comme des touches du menu VAR. Donc, si *ABC* est le nom d'une variable, le fait d'appuyer sur ABC provoque l'évaluation d'*ABC*, ▶ ABC rappelle son contenu et ◀ ABC stocke un nouveau contenu dans *ABC*. De plus, un label de menu représentant un répertoire porte une barre sur son côté gauche—le fait d'appuyer sur cette touche de menu ouvre ce répertoire.
- **Unités.** Les objets-unités ont le même comportement que les unités du Catalogue UNITS. Ils ont, comme eux, la possibilité de conversion avec shift gauche.
- **Chaînes.** Les objets-chaînes reflètent le contenu d'une chaîne, comme une simple aide à la frappe.
- **Commandes.** Presque tous les noms de commandes se comportent comme des touches de commande normales. Ils respectent le mode de saisie en cours.

Vous pouvez inclure des objets-sauvegarde dans la liste définissant un menu-utilisateur en adjoignant le nom de cet objet avec son emplacement de port. Par exemple, si :2:TOM se trouvait dans la liste du menu-utilisateur, un label TOM représenterait cet objet de sauvegarde dans le port numéro 2.

Il peut être utile de créer des aides à la frappe correspondant à certaines commandes qui affectent le déroulement des programmes (comme HALT, PROMPT, IF...THEN...END et d'autres structures de contrôle des programmes) ; vous pouvez si vous le désirez les inclure en tant qu'objets de la chaîne, et non en tant que noms de commandes.

Exemple : Créez un menu-utilisateur contenant la commande intégrée →TAG, l'objet-unité 1_m^3, une chaîne devant servir d'aide à la frappe pour VOLUME, et le nom de la variable *CST*.

Saisissez la liste d'objets.

◀ {} PRG OBJ →TAG
1 ▶ _ m y^x 3
▶ " " VOLUME ▶
CST ENTER

Créez et affichez le menu CST.

▶ MODES MENU

Convertissez 1 075 cm^3 en m^3.

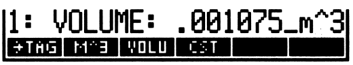
1075 ▶ _ cm y^x 3 ENTER
◀ M^3

Saisissez la chaîne "VOLUME".

▶ " " VOLU ENTER

Créez un objet étiqueté à partir du contenu des niveaux 2 et 1.

→TAG



Affichez le contenu de *CST*.

CST

Une variable *CST* peut résider dans chacun des répertoires présents en mémoire, comme toute autre variable. Ceci vous permet de loger, dans chaque répertoire, des menus-utilisateur différents.

Aussi bien, au lieu de stocker la liste d'objets elle-même dans *CST*, vous pouvez choisir de stocker le nom d'une autre variable contenant la liste. Ceci vous donne la possibilité de rassembler dans un répertoire plusieurs variables contenant des listes de menus-utilisateur. De cette manière, vous pouvez facilement faire passer le menu CST d'un menu-utilisateur à un autre en stockant un nom différent dans *CST*.

Perfectionner les menus personnalisés

Vous pouvez perfectionner le menu CST en créant des labels de menu spéciaux et en attribuant des rôles différents aux touches shiftées et non shiftées.

15 Pour créer un label de menu spécial pour un objet:

- Dans la liste CST, remplacez l'objet par une liste de la forme { "*label*" *objet* }.

Le label par défaut pour un objet du menu CST est un nom, une commande, unité, ou aide à la frappe. Le nombre de caractères qui pourront être affichés dans le label de menu est variable et dépend de la largeur des lettres qui le composent.

Exemple: Si vous stockez { →TAG 1_m^3 { "VOL" "VOLUME"} { "CUST" CST } } dans *CST*, vous obtenez les mêmes opérations CST que dans l'exemple précédent, mais les labels sont cette fois →TAG, M^3, VOL et CUST.

Pour spécifier des fonctionnalités pour les touches shiftées:

- Dans la liste CST, remplacez l'objet par une liste d'objets: { $objet_{\text{non shifté}}$ $objet_{\text{shift gauche}}$ $objet_{\text{shift droite}}$ }. (Vous pouvez omettre un ou deux objets à la fin de la liste si vous voulez.)

Il vous faut spécifier que l'action de la touche est non shiftée pour obtenir des actions shiftées. De plus, vous pouvez combiner les perfectionnements de labels spéciaux et les améliorations de fonctions shiftées—voyez l'exemple suivant:

Exemple: Supposons que vous désirez que la touche de menu CST VOL déclenche les trois actions suivantes:

- VOL évalue un programme qui stocke la valeur au niveau 1, dans une variable nommée *VBTE*.
- ◀ VOL évalue un programme qui calcule le produit des niveaux 1, 2 et 3.
- ▶ VOL provoque la saisie de VOLUME.

La liste CST suivante offre le menu-utilisateur cherché. Le menu ne comporte qu'un seul label : VOL . (Voyez au chapitre 25 les informations concernant les programmes.)

```
{ { { "VOL" { « 'VBTE' STO » « * * » "VOLUME" } } }
```


Créer un menu temporaire

La commande TMENU crée un menu temporaire sans écraser le contenu de la variable *CST*. Les menus temporaires sont très utiles en programmation—vous trouverez des informations sous le titre « Utiliser des menus dans les programmes » en page 29-20.

Redéfinir le clavier utilisateur

Le HP 48 vous permet d'assigner d'autres fonctions à n'importe laquelle des touches du clavier (y compris les touches alpha et les touches shiftées), vous permettant de le personnaliser entièrement. Votre clavier devient alors un *clavier utilisateur*, actif dès que le calculateur est placé en *mode utilisateur*.

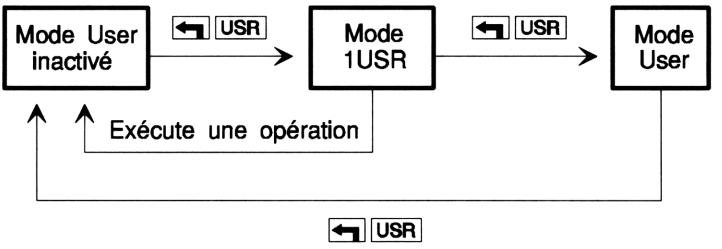
Les commandes de création et de modification du clavier utilisateur se trouvent dans le menu de personnalisation MODES (→ MODES).

Modes utilisateur

Pour activer le mode utilisateur (User) :

- Pour l'activer pour une seule opération (1USR), appuyez sur ← USR. (Il s'inactive après l'opération.)
- Pour l'activer pour plusieurs opérations (USER), appuyez sur ← USR ← USR. (Appuyez sur ← USR une troisième fois pour l'inactiver.)

La touche ← USR est un commutateur à trois positions, comme indiqué par l'illustration suivante :



15

En mode 1-User, (témoin 1USR), le clavier utilisateur est activé pour une seule opération. En mode User (témoin USER), le clavier utilisateur reste actif jusqu'à ce que vous appuyiez sur ←USR pour l'éteindre.

Si vous armez l'indicateur −61, ←USR devient un commutateur à deux positions seulement, activant et inactivant le mode User. (Voir « Utiliser les indicateurs système » en page 15-12.)

Pour changer le fonctionnement de ←USR:

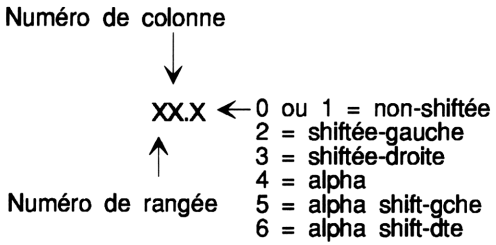
- Pour lui donner 2 fonctions seulement (User actif/User inactif), tapez 61 +/− →MODES NXT SF.
- Pour lui en donner 3, tapez 61 +/− →MODES NXT CF.

Définir et annuler des touches utilisateur

Vous pouvez assigner des commandes ou d'autres objets à n'importe quelle touche utilisateur (y compris les touches shiftées). Le comportement des différents types d'objet est le même que dans le cas des menus personnalisés—voyez « Créer un menu personnalisé » en page 15-1.

Pour redéfinir une touche utilisateur:

1. Saisissez l'objet que vous désirez assigner à la touche.
2. Saisissez le nombre à trois chiffres qui désigne la touche. (Consulter le diagramme ci-contre.)
3. Appuyez sur →MODES ASN (la commande ASN).



Si l'objet que vous assignez à une touche est une des commandes intégrées, utilisez la procédure suivante.

Pour redéfinir plusieurs touches :

1. Saisissez une liste contenant deux paramètres par touche—l'objet qui doit être assigné à la touche, suivi du nombre à trois chiffres désignant son emplacement sur le clavier (ci-dessus).
2. Appuyez sur ▶ MODES STOK (la commande STOKEYS).

Voici un exemple de redéfinition de touches STOKEYS :

```
{ SINH 41 "3.14" 94.2 ABC 11.4 }
```

Vous pouvez aussi utiliser 'SKEY' comme un objet assigné lui aussi à une touche. 'SKEY' veut dire *Standard Key*, ou définition standard d'une touche, non redéfinie.

Lorsque vous appuyez sur une touche utilisateur, l'objet qui lui a été assigné est exécuté—ou bien, si la touche n'a pas été redéfinie, c'est l'opération standard qui est exécutée. (Vous pouvez aussi rétablir les touches standard, c'est le sujet de la section suivante.)

Après avoir redéfini une touche, cette nouvelle définition reste en vigueur jusqu'à ce que vous lui donniez une nouvelle définition à l'aide de ASN ou de STOKEYS, ou jusqu'à ce que vous que vous rétablissiez le rôle « standard » de la touche avec la commande DELKEYS.

Exemple : Assignez le nom VOLUME, une aide à la frappe, à la touche SIN (sans autrement modifier le clavier utilisateur).

Appuyez sur ▶ " " VOLUME ENTER pour créer l'objet de chaîne. Appuyez sur 41 ▶ MODES ASN pour assigner cette chaîne à la touche SIN (rangée 4, colonne 1, non shiftée). Maintenant, vous pouvez appuyez sur ◀ USR SIN pour introduire VOLUME.

Exemple : Assignez la commande DUP2 à ◀ SWAP (sans autrement modifier le clavier utilisateur).

Appuyez sur ◀ { } PRG STK NXT DUP2 36.2 ENTER pour créer la liste de redéfinition des touches. Puis appuyez sur ▶ MODES STOK pour redéfinir la touche ◀ SWAP (rangée 3, colonne 6, shiftée gauche). A partir de maintenant, lorsque le calculateur est en mode 1-User ou User, appuyez sur ◀ SWAP pour exécuter DUP2.

Exemple : Assignez les définitions standard des touches NXT et ◀ USR.

Appuyez sur ◀ { } ' SKEY ▶ 26 ' SKEY ▶ 61.2 ENTER ▶ MODES STOK. (La liste de redéfinition est `{ 'SKEY' 26 'SKEY' 61.2 }`).

Vous pouvez aussi redéfinir chaque touche individuellement avec ASN (*Assign*).

Exemple : Faites les redéfinitions de touches suivantes :

- Assignez la variable *ABC* contenant `{ A B C }` à α A.
- Assignez le programme `« OBJ→ DROP »` à ▶ _.
- Assignez la commande DROP2 à ◀ DROP.
- Assignez la chaîne (aide à la frappe) « HAUTEUR » à α ◀ h.

Créez la variable *ABC* contenant la liste `{ A B C }` et affichez le menu VAR.

◀ { } A SPC B SPC C ENTER
' ABC STO VAR

Saisissez la liste de redéfinition des touches pour la commande STOKEYS.

◀ { } ABC 11.4
◀ « » PRG OBJ OBJ→
◀ DROP ▶ ▶ 75.3
PRG STK NXT DROP2 55.2
▶ " " HAUTEUR ▶ 22.5 ENTER

Exécutez STOKEYS et activez le clavier utilisateur.

▶ MODES STOK
◀ USR ◀ USR

Maintenant, récupérez la liste logée dans *ABC* et utilisez le programme assigné à ▶_ pour la séparer en ses composants.

α A
▶_

Exécutez DROP2, puis placez la chaîne "HAUTEUR" dans la pile.

◀ DROP
▶ " " α ◀ h ENTER

Appuyez sur ◀ USR pour inactiver le mode User.

Pour annuler des redéfinitions de touches utilisateur:

- Pour annuler la redéfinition d'une seule touche, saisissez son nombre à trois chiffres, puis appuyez sur ▶ MODES DELK .
- Pour en annuler plusieurs, saisissez une liste contenant leurs codes à trois chiffres, puis appuyez sur ▶ MODES DELK .
- Pour annuler toutes les redéfinitions de touches, appuyez sur 0 ▶ MODES DELK .

Une touche qui n'a pas été redéfinie revient à sa fonction première—celle du clavier standard. Si la commande DELKEYS est exécutée avec un argument 0, toutes les redéfinitions de touches sont annulées, et toutes les touches qui avaient été inactivées sont réactivées (voir la section suivante).

Exemple: Annulez toutes les redéfinitions de touches utilisateur.

0 ▶ MODES DELK

Inactiver des touches utilisateur

Vous pouvez *inactiver* les touches utilisateur qui n'ont pas été redéfinies—elles n'ont plus alors aucun effet. Ceci laisse sur le clavier des touches utilisateur qui sont actives, y compris les touches redéfinies, des touches qui ont conservé leur rôle d'origine, et des touches inactivées.

Si vous redéfinissez une touche utilisateur inactivée, elle devient active.

Pour inactiver toutes les touches non redéfinies :

- Saisissez `'S'` et appuyez sur ▶ MODES `DELK` .

Pour activer et annuler la redéfinition des touches inactivées :

- Pour activer une seule touche qui n'a pas été redéfinie, saisissez `'SKEY'`, saisissez le nombre à trois chiffres identifiant la touche, puis appuyez sur ▶ MODES `ASN` .
- Pour activer plusieurs touches non redéfinies, saisissez une liste contenant `'SKEY'` et le code de chaque touche, puis appuyez sur ▶ MODES `STOK` . (incorporez un `'SKEY'` par touche.)
- Pour activer et annuler la redéfinition de *toutes* les touches utilisateur, appuyez sur 0 ▶ MODES `DELK` .

Pour activer et redéfinir des touches inactivées :

- Pour activer et redéfinir une seule touche, saisissez l'objet qui doit être assigné à la touche, le code de la touche, puis appuyez sur ▶ MODES `ASN` .
- Pour activer toutes les touches utilisateur et redéfinir plusieurs touches, saisissez une liste dont le premier objet est `S`, suivi de l'objet assigné à chaque touche, avec le code à trois chiffres, puis appuyez sur ▶ MODES `STOK` .

Rappeler et modifier des redéfinitions de touches

Pour rappeler les redéfinitions en cours :

- Appuyez sur ▶ MODES `RCLK` (la commande RCLKEYS).

La commande RCLKEYS renvoie au niveau 1 une liste de toutes les redéfinitions de touches en cours—la liste présente chaque objet assigné en face du code à trois chiffres de chaque touche. Si le premier élément de la liste est la lettre `S`, les touches utilisateur non redéfinies sont actives—sinon, les touches qui n'ont pas été redéfinies n'ont aucune fonction.

Pour modifier des redéfinitions de touches utilisateur :

1. Appuyez sur ▶ MODES `RCLK` (la commande RCLKEYS).
2. Appuyez sur ◀ EDIT et modifiez la liste des redéfinitions.
3. Appuyez sur ▶ MODES `STOK` (la commande STOKEYS) pour activer les redéfinitions après modification.

Remarque

Si vous vous retrouvez « coincé » en mode User—avec un clavier bloqué—parce que vous avez redéfini ou inactivé les touches d'annulation du mode User, appuyez sur la touche ON et appuyez sur la touche C, puis relâchez la touche C d'abord.

Les redéfinitions de touches, même supprimées, occupent encore de 2,5 à 15 octets de mémoire chacune. Vous pouvez libérer cette mémoire en *compactant* vos redéfinitions de touches—appuyez sur → MODES RCLK 0 DELK STOK.

Définir les modes du calculateur

Vous pouvez utiliser le menu MODES pour définir certains modes de fonctionnement. Pour les définir, ou pour spécifier d'autres modes de fonctionnement du calculateur, vous pouvez armer et désarmer des indicateurs système.

Utiliser le menu MODES

Les pages du menu MODES (← MODES) contiennent des fonctions qui vous permettent de personnaliser assez profondément le comportement de votre calculateur. Lorsqu'un label de menu porte un signe ■, ce mode est actif. Par exemple, SYM■ signifie que le mode de résultats symboliques est actif. (Si vous désirez modifier l'un de ces modes dans un programme, il vous faut armer ou désarmer les indicateurs appropriés—c'est le sujet de la section suivante.)

Opérations du menu MODES

Touches	Description
◀ MODES :	
SYM	Fait alterner entre l'évaluation symbolique (■ dans le label) et numérique.
BEEP	Fait alterner le bip en cas d'erreur (■ dans le label) et l'absence de bip.
STK	Fait alterner la sauvegarde (■ dans le label) et l'abandon du contenu de la dernière pile. Agit sur ◀ LAST STACK.
ARG	Fait alterner la sauvegarde (■ dans le label) et l'abandon des derniers arguments. Influe sur ▶ LAST ARG.
CMD	Fait alterner la sauvegarde (■ dans le label) et l'abandon de la dernière ligne de commande. Influe sur ◀ LAST CMD.
CNCT	Fait alterner le tracé d'une ligne continue pour connecter des points (CNC■) et le simple traçage de points (CNCT).
ML	Fait alterner l'affichage multiligne au niveau 1 (■ dans le label) et l'affichage d'une seule ligne suivie de points de suspension.
CLK	Fait s'afficher une horloge (■ dans le label) ou l'efface.
FM,	Fait alterner le point et la virgule (■ dans le label) comme séparateur décimal.

Utiliser les indicateurs système

Le HP 48 compte plusieurs modes qui vous permettent également de personnaliser son fonctionnement. La plupart de ces modes sont contrôlés par des *indicateurs système*. Le HP 48 en possède 64, numérotés de −1 à −64 ; ils peuvent être, soit armés (ils ont une valeur de 1) ou désarmés (leur valeur est 0). Les indicateurs système et les modes qu'ils contrôlent sont décrits à l'annexe E.

Les commandes qui arment, désarment et testent les indicateurs se trouvent dans le menu de personnalisation MODES (▶ MODES). (Elles se trouvent aussi dans le menu PRG TEST.) Leurs arguments sont les numéros des indicateurs.

Pour utiliser une commande de gestion des indicateurs :

1. Saisissez le numéro de l'indicateur (négatif pour un indicateur système).
2. Exécutez la commande (choisissez-la dans le tableau ci-dessous).

Tests des indicateurs

Touche	Commande programmable	Description
(→)(MODES) (pages 2 et 3) ou (PRG) TEST (page 3) :		
SF	SF	Arme l'indicateur.
CF	CF	Désarme l'indicateur.
FS?	FS?	renvoie vrai (1) si l'indicateur est armé et faux (0) s'il est désarmé.
FC?	FC?	renvoie vrai (1) si l'indicateur est désarmé et faux (0) s'il est armé.
FS?C	FS?C	Teste l'indicateur (renvoie vrai (1) s'il est armé et faux (0) s'il est désarmé), puis désarme l'indicateur.
FC?C	FC?C	Teste l'indicateur (renvoie vrai (1) s'il est désarmé et faux (0) s'il est armé), puis désarme l'indicateur.

Exemple : activation du verrouillage alpha automatique. Normalement, le mode de saisie alpha est bloqué en appuyant deux fois de suite sur la touche (α). Vous pouvez changer cela, et choisir d'appuyer une seule fois sur (α) pour activer automatiquement le verrouillage alpha. Pour sélectionner le verrouillage alpha automatique, armez l'indicateur système −60 : appuyez sur 60 (+/−) (→)(MODES) (NXT) SF .

Exemple : verrouillage du mode utilisateur (User). En appuyant sur (←)(USR) une seule fois, vous placez normalement le calculateur en mode utilisateur pour la prochaine frappe au clavier ; si vous répétez cette manoeuvre, et appuyez sur cette touche deux fois de suite, le clavier est verrouillé en mode utilisateur, jusqu'à ce que vous actionniez cette touche une troisième fois. Pour verrouiller le mode utilisateur User dès le premier appui sur la touche, armez l'indicateur −61: appuyez sur 61 (+/−) (→)(MODES) (NXT) SF .

Exemple : Evaluer des constantes symboliques. Les constantes symboliques (e, i, π, MAXR et MINR) conservent normalement leur forme symbolique lorsqu'elles sont évaluées. Si vous désirez qu'elles soient automatiquement évaluées en utilisant leurs représentations numériques HP 48, armez l'indicateur −2: appuyez sur 2 [+/−] [→] [MODES] [NXT] SF .

15

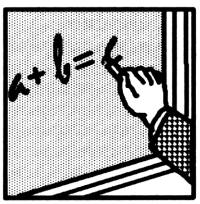
Les exemples précédents ne donnent qu'un faible aperçu des possibilités de personnalisation du HP 48 au moyen des indicateurs binaires. Vous pouvez aussi utiliser les indicateurs pour agir sur d'autres aspects du calculateur : affichage, opérations mathématiques, impression, traçage de courbes, gestion du temps et diverses autres opérations. Vous trouverez la liste des 64 indicateurs système et de leurs effets à l'annexe E.

Partie 3

Outils spécialisés

16

Application EquationWriter



L'application EquationWriter permet de saisir et de visualiser des expressions algébriques et des équations sous la forme la plus simple qui soit—la forme qu'elles ont dans les ouvrages scientifiques, celle que vous utilisez lorsque vous les notez sur une feuille de papier.

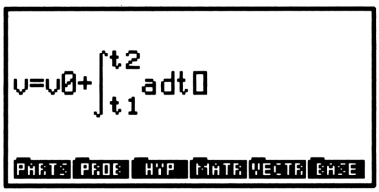
Voici par exemple une équation extraite d'un ouvrage de physique :

$$v = v_0 + \int_{t_1}^{t_2} a \, dt$$

Voici comment cette équation apparaîtrait dans la pile :

```
'v=v0+∫(t1,t2,a,t)'
```

Et voici comment elle s'affiche dans l'application EquationWriter :

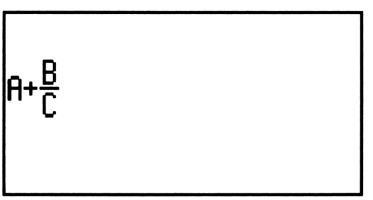


Structure de l'application EquationWriter

L'application EquationWriter constitue un environnement particulier dans lequel le clavier est redéfini et limité à certaines opérations. Les touches correspondant aux fonctions algébriques servent à introduire le nom de la fonction, ou son symbole graphique, dans l'équation. Par exemple, le fait d'appuyer sur [√x] dessine le symbole de la racine carrée. Vous pouvez afficher n'importe quel menu—toutefois, seules les touches qui correspondent à des fonctions algébriques sont actives. A l'instar des touches de fonction du clavier, les touches de menu n'exécutent pas leur fonction habituelle ; elles servent simplement à introduire le nom de la fonction dans l'équation.

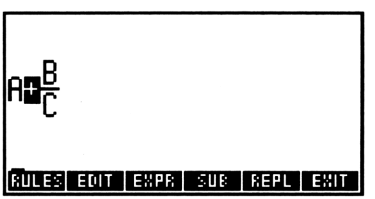
L'application EquationWriter comporte trois modes :

- **Mode de saisie.** Pour la saisie et la modification d'équations.
- **Mode de défilement.** Pour lire les équations dont la longueur dépasse celle de l'écran.
- **Mode de sélection.** Pour la correction ou la modification d'expressions dans les équations.



Mode de défilement

Mode de saisie



Mode de sélection

Les touches spéciales du clavier sont définies ci-dessous.

Opérations dans l'application EquationWriter

Touche	Description
▲	Débute un numérateur.
▶ ou ▼	Termine une sous-expression. (→ ▶ ou → ▼ termine toutes les sous-expressions en cours.)
◀	Invoque le mode de *sélection*, dans lequel l'environnement de sélection est actif.
→ ( )	Introduit (—ouverture de parenthèse. ▶ (ou ▼) termine le terme entre parenthèses.
SPC	Introduit le séparateur choisi (. ou ;) lorsque plusieurs arguments sont entre parenthèses dans une fonction, et le place entre les termes des nombres complexes.
EVAL	Quitte l'application EquationWriter et évalue l'équation.
ENTER	Renvoie l'équation dans la pile et sort de l'application.
ATTN	Quitte EquationWriter sans sauvegarder l'équation.
→ GRAPH	Invoque le mode de *défilement*. En mode de défilement, les touches de menu sont effacées ; si l'équation est plus longue que l'affichage, les touches ▲ ▼ ◀ ▶ permettent d'afficher le reste de l'équation dans la direction qu'elles indiquent. Appuyez sur → GRAPH une fois encore (ou sur ATTN) pour revenir au mode précédent.
→ EDIT	renvoie l'équation en ligne de commande pour modification. (Voir « Modifier des équations » en page 16-16.)
STO	Renvoie l'équation dans la pile sous la forme d'un *objet graphique*. (Voir « Structure de l'application PLOT » en page 18-2 et « Travailler avec les objets graphiques placés dans la pile » en page 19-27.)
→ CLR	Efface l'affichage sans quitter EquationWriter.
→ RCL	Insère l'objet placé au niveau 1 dans l'équation à la position du curseur. (Voir « Modifier des équations » en page 16-16.)
→ { }	Quitte le mode des *parenthèses implicites*. Le fait d'appuyer sur → { } le rétablit. (Voir « Contrôler les parenthèses implicites » en page 16-11.)
→ " "	renvoie l'équation dans la pile sous forme de chaîne.

Construire une équation

Pour lancer l'application EquationWriter :

- Appuyez sur ◀ EQUATION.

Une fois dans l'application EquationWriter, vous pouvez saisir une équation ou une expression (ou l'objet-unité) en utilisant les opérations disponibles dans cet environnement. Voir « Saisir des équations » ci-dessous.

Pour lire entièrement une longue équation :

16

1. Appuyez sur ◀ GRAPH pour activer le mode de défilement.
2. Appuyez sur ◀ ▶ ▲ ▼ pour déplacer la « fenêtre ».
3. Appuyez sur ◀ GRAPH pour revenir au mode précédent.

Pour sortir de l'application EquationWriter :

- Pour mettre l'équation dans la pile et sortir, appuyez sur ENTER.
- Pour l'abandonner et sortir, appuyez sur ATTN.

Saisir des équations

Lorsque vous saisissez une équation, vous n'avez pas à attendre que le HP 48 affiche le résultat de chaque frappe—continuez votre saisie, le HP 48 est capable de mémoriser jusqu'à 15 saisies consécutives.

Pour saisir des nombres ou des noms :

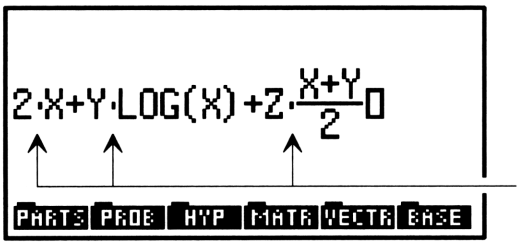
- Introduisez-les exactement comme vous le faites en ligne de commande. Les touches de menu du menu VAR agissent comme aides à la frappe pour les noms de variables.

Pour introduire additions, soustractions et multiplications :

- Pour saisir +, − et ·, appuyez sur +, − et ×.
- Vous disposez d'un dispositif de *multiplication implicite*, sans appui sur la touche ×. (Voir ci-dessous.)

Dans certains cas, sans qu'il soit nécessaire d'appuyer sur ×), des signes de multiplication (·) sont insérés entre :

- Un nombre suivi d'un caractère alpha, d'une parenthèse ou d'une fonction préfixe (une fonction dont le(s) argument(s) se trouve(nt) après le nom)—par exemple 6 [SIN].
- Un caractère alpha et une fonction préfixe—par exemple, lorsque vous appuyez sur A [↶][x^2].
- Une parenthèse droite suivie d'une parenthèse gauche.
- Un nombre ou un caractère alpha et une barre de division, un symbole de racine carrée, ou une racine de $n^{ième}$ degré—par exemple, lorsque vous appuyez sur B [▲].



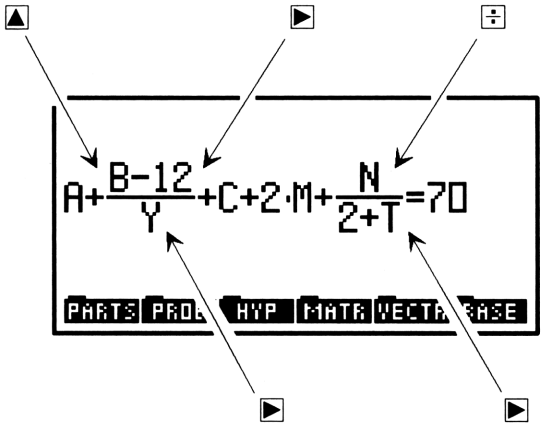
Il n'est pas nécessaire d'appuyer sur [X] lors de la saisie

Pour introduire divisions et fractions :

1. Appuyez sur [▲] pour commencer le numérateur.
2. Appuyez sur [▶] pour le terminer ([▼] a le même effet).
3. Appuyez sur [▶] pour terminer le dénominateur.

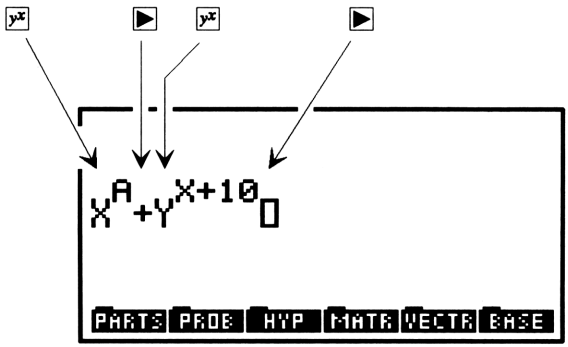
Voici une autre méthode de saisie de fractions dont le numérateur est constitué soit *d'un seul* terme, soit d'une suite de termes dont les opérateurs ont une hiérarchie supérieure ou égale à l'opérateur de division ⁄ :

1. Tapez le numérateur, sans utiliser [▲].
2. Appuyez sur [÷] pour débuter le dénominateur.
3. Appuyez sur [▶] après avoir terminé sa saisie ([▼] a le même effet).



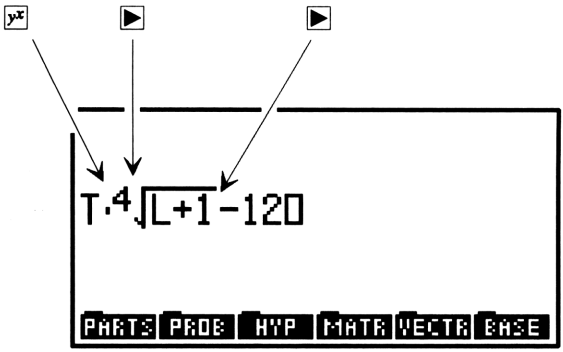
Pour les exposants :

1. Appuyez sur y^x pour commencer l'exposant.
2. Appuyez sur ▶ après avoir terminé sa saisie (▼ a le même effet).



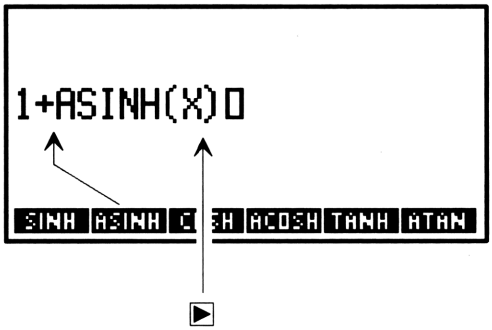
Pour les racines :

- Pour introduire une racine carrée, appuyez sur $\sqrt{x}$ pour dessiner le symbole √ et commencer le terme, puis appuyez sur ▶ pour le terminer.
- Pour introduire une $n^{ième}$ racine de x, appuyez sur ↱ $\sqrt[x]{y}$ pour commencer le terme x à l'extérieur du symbole √, appuyez sur ▶ pour dessiner le symbole √ et commencer le terme y sous le symbole √, puis appuyez sur ▶ pour terminer la $n^{ième}$ racine de x.



Pour introduire des fonctions avec des arguments entre parenthèses:

1. Appuyez sur la touche de la fonction—ou tapez son nom et appuyez sur ⬅(()).
2. Appuyez sur ▶ pour terminer l'argument et afficher).



Pour introduire des termes entre parenthèses:

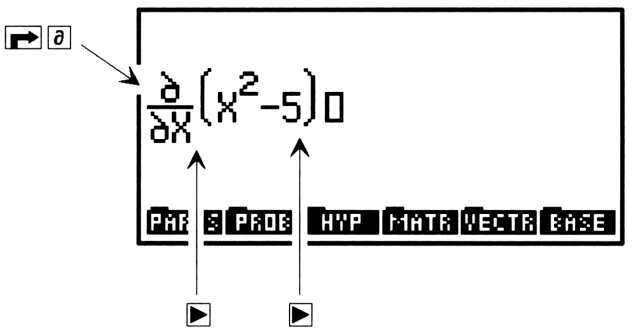
1. Appuyez sur ⬅(()) pour afficher (.
2. Appuyez sur ▶ pour mettre fin au terme et afficher).

Pour introduire des puissances de 10:

1. Appuyez sur EEX pour afficher E.
2. Si la puissance est négative, appuyez sur +/– pour afficher –.
3. Tapez les chiffres de la puissance.
4. Appuyez sur n'importe quelle touche de fonction pour terminer.

Pour introduire des dérivées :

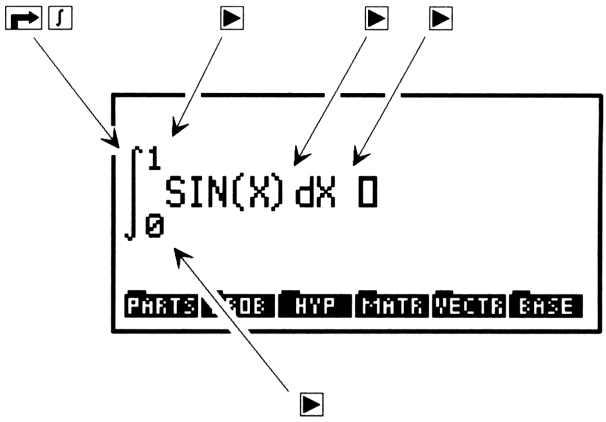
1. Appuyez sur ↱∂ pour afficher $\frac{\partial}{\partial}$.
2. Tapez la variable de différentiation, puis appuyez sur ▶ pour terminer le dénominateur et afficher ⟨.
3. Tapez l'expression.
4. Appuyez sur ▶ pour terminer l'expression et afficher ⟩.



16

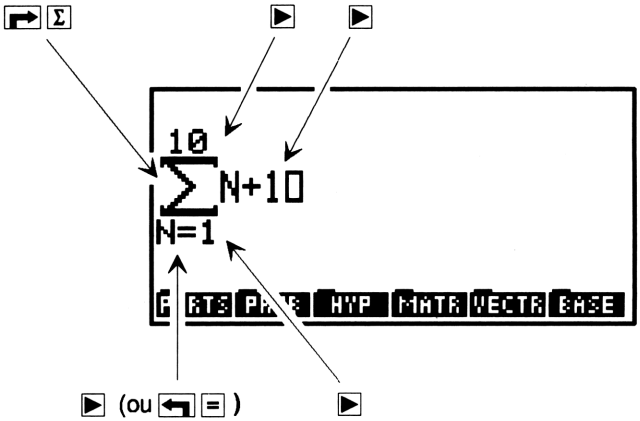
Pour introduire des intégrales :

1. Appuyez sur ↱∫ pour afficher le symbole ∫ avec le curseur placé sur la limite inférieure.
2. Tapez la limite inférieure et appuyez sur ▶.
3. Tapez la limite supérieure et appuyez sur ▶.
4. Tapez l'intégrale et appuyez sur ▶ pour afficher d.
5. Tapez la variable d'intégration.
6. Appuyez sur ▶ pour compléter l'intégrale.



Pour introduire des sommations :

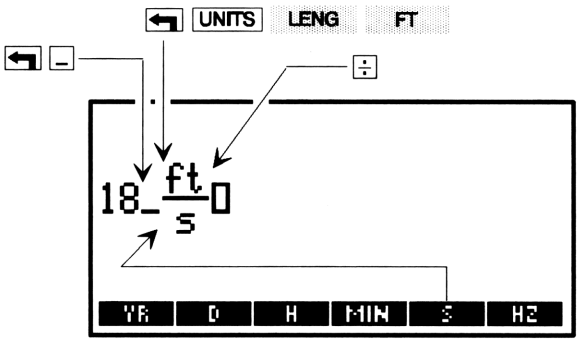
1. Appuyez sur (↱)(Σ) pour afficher le symbole Σ. Le curseur est positionné sous le Σ.
2. Tapez l'indice N de la sommation.
3. Appuyez sur (▶) (ou sur (↰)(=)) pour le signe =.
4. Tapez la valeur initiale de l'index et appuyez sur (▶).
5. Tapez la valeur finale de l'index et appuyez sur (▶).
6. Tapez l'expression à sommer.
7. Appuyez sur (▶) pour terminer la sommation.



Pour introduire des unités :

1. Tapez la partie numérique de l'objet-unité.
2. Appuyez sur ▶ _ pour commencer la partie unitaire de l'objet-unité.
3. Tapez l'expression-unité.
4. Appuyez sur ▶ pour la terminer.

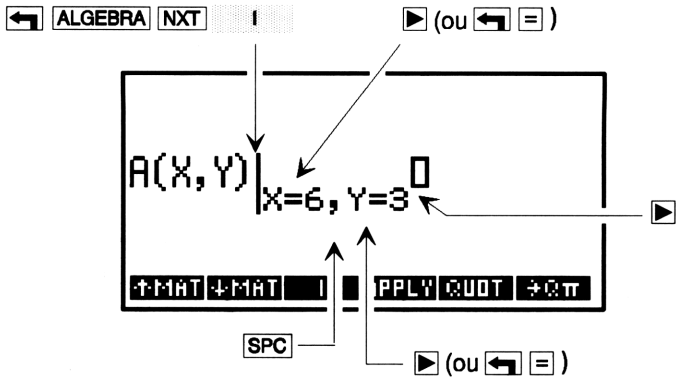
Vous pouvez construire des objets-unités (décrits au chapitre 13) sous l'application EquationWriter. Pour les unités combinées ou composites, appuyez sur × ou sur ÷ pour séparer chaque unité dans l'expression-unité. Vous pouvez taper des noms d'unités avec une seule touche en appuyant sur la touche de menu correspondante du menu de catalogue UNITS.



Pour introduire | (la fonction de recherche) :

1. Tapez une expression entre parenthèses avec des arguments symboliques.
2. Appuyez sur ◀ ALGEBRA NXT | pour afficher |. Le curseur se place en bas et à droite du symbole.
3. Tapez l'équation de définition de chaque argument en appuyant sur ▶ ou sur ◀ = pour introduire = et sur SPC pour séparer chaque équation.
4. Appuyez sur ▶ pour terminer la fonction.

La fonction | (recherche) substitue des valeurs aux noms des expressions. Elle est décrite sous le titre « Utiliser la fonction | (Recherche) » en page 22-27.



Contrôler les parenthèses implicites

Les parenthèses implicites sont activées dès le lancement de l'application EquationWriter. Ce qui signifie que les arguments de ÷, √x et y^x sont normalement entourés de parenthèses « invisibles », de sorte que seules ▶ (ou ▼) terminent l'argument.

Si vous inactivez les parenthèses implicites, l'argument se termine lorsque vous saisissez la fonction suivante—le fait d'appuyer sur ▶ ne met pas fin à l'argument.

Pour activer ou arrêter les parenthèses implicites :

- Appuyez sur ◀ {}. Un message montrant leur état est brièvement affiché.

L'arrêt des parenthèses implicites est utile pour la saisie des polynômes dans lesquels, par exemple, on termine les exposants en appuyant tout simplement sur la touche qui débute le terme suivant.

Le fait de quitter, puis de relancer EquationWriter réactive le mode des parenthèses implicites. Si vous inactivez les parenthèses implicites après avoir introduit ÷, √x ou y^x, mais avant d'introduire l'argument, les parenthèses implicites *ne s'appliqueront pas* à ces arguments.

Le second exemple, ci-dessous, illustre une situation où les parenthèses implicites ont été inactivées.

Exemples EquationWriter

A la fin de chaque exemple, au lieu d'appuyer sur la touche ENTER pour placer l'équation dans la pile, vous pouvez appuyez sur → CLR pour faire place à l'exemple suivant. (Si vous appuyez sur → CLR, ignorez l'instruction ← EQUATION placée au début de chaque exemple.)

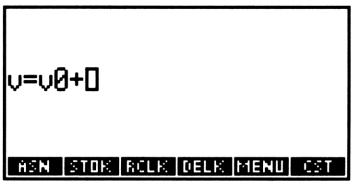
Si vous faites une erreur lors de la saisie d'une équation, appuyez sur ◀ pour revenir en arrière—ou bien appuyez sur → CLR et recommencez. Notez que le HP 48 peut mettre plusieurs secondes pour réafficher l'équation après plusieurs appuis sur ◀. Dans « Comment modifier en ligne de commande » en page 16-17, vous apprendrez comment corriger une équation en ligne de commande.

Exemple : Tapez l'équation

$$v = v_0 + \int_{t_1}^{t_2} a\ dt$$

Sélectionnez EquationWriter et tapez l'équation jusqu'au signe $\int$. (Après avoir appuyé sur ← EQUATION, vous pouvez verrouiller le clavier en alpha, minuscules en appuyant sur α ← α.)

← EQUATION
v ← = v0 +



Tapez le signe intégrale.

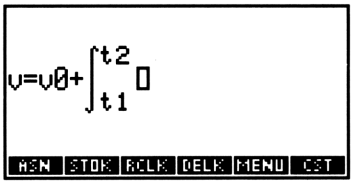
→ ∫

Tapez la limite inférieure et placez le curseur sur la limite supérieure.

t1 ▶

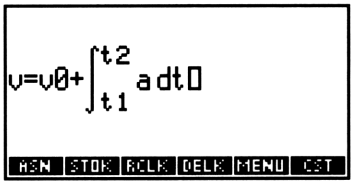
Tapez la limite supérieure et déplacez le curseur vers le début de l'expression à intégrer.

t2 ▶



Tapez l'expression et la variable d'intégration.

a ▶ t

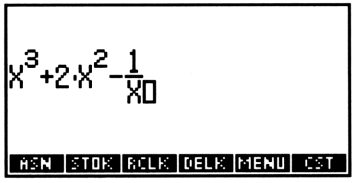


Placez l'équation dans la pile.

ENTER

Exemple : Tapez l'expression $X^3 + 2X^2 - \frac{1}{X}$, d'abord avec des parenthèses implictes, puis sans.

◀ EQUATION X y^x 3 ▶ +
2X y^x 2 ▶ −
1 ÷ X



Effacez l'affichage et inactivez les parenthèses implicites.

→ CLR
← {}

Saisissez cette même l'expression.

X y^x 3 + 2X y^x 2 − 1 ÷ X

16

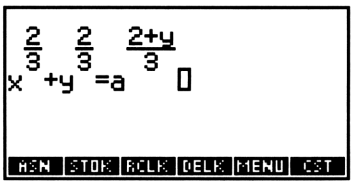
Appuyez sur ← {} ENTER pour activer les parenthèses implicites et placer l'expression dans la pile.

Exemple : Tapez l'équation

$$x^{\frac{2}{3}} + y^{\frac{2}{3}} = a^{\frac{2+y}{3}}$$

Tapez l'équation. (Après l'appui sur ← EQUATION, vous pouvez activer le verrouillage en minuscules en appuyant sur α ← α.)

← EQUATION
α ← α
x y^x 2 ÷ 3 ▶ ▶ +
y y^x 2 ÷ 3 ▶ ▶ ← =
a y^x ▲ 2 + y ▶ 3
▶ ▶

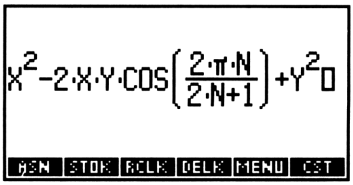


Appuyez sur ENTER pour placer l'équation dans la pile.

Exemple : Tapez l'expression

$$X^2 - 2XY\cos\frac{2\pi N}{2N+1} + Y^2$$

◀ EQUATION
X y^x 2 ▶ −
2X × Y COS
2 ◀ π × N ÷
2N + 1 ▶ ▶
+ Y y^x 2 ▶

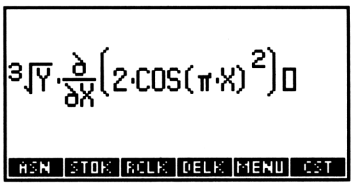


Appuyez sur ENTER pour placer l'expression dans la pile.

Exemple : Tapez l'expression

$$\sqrt[3]{Y}\,\frac{d}{dX}2\cos^2(\pi X)$$

◀ EQUATION
▶ $\sqrt[x]{y}$ 3 ▶ Y ▶
▶ ∂ X ▶
2 COS ◀ π × X ▶
y^x 2 ▶ ▶

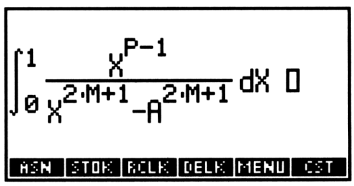


Appuyez sur ENTER pour placer l'expression dans la pile.

Exemple : Tapez l'expression

$$\int_0^1 \frac{X^{P-1}}{X^{2M+1}-A^{2M+1}}\,dx$$

◀ EQUATION
▶ ∫ 0 ▶ 1 ▶
X y^x P − 1 ▶ ÷
X y^x 2M + 1 ▶
− A y^x 2M + 1 ▶ ▶
▶ X ▶

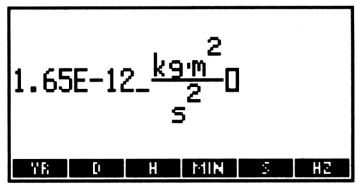


Appuyez sur ENTER pour placer l'expression dans la pile.

Exemple : Tapez l'expression

$$1{,}65 \times 10^{-12}\,\frac{\mathrm{kg}\cdot\mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^2}$$

◀ EQUATION ▶
1.65 EEX +/- 12 ▶ _
◀ UNITS MASS KG ×
◀ UNITS AREA M^2 ▶ ÷
◀ UNITS TIME S y^x 2
▶ ▶



Appuyez sur ENTER pour placer l'expression dans la pile.

16

Modifier des équations

Vous avez plusieurs possibilités pour la modification d'équations sous EquationWriter :

- Modification par recul du curseur.
- Modification en ligne de commande.
- Insertion d'un objet pris dans la pile.
- Remplacement d'une sous-expression par une expression algébrique prise dans la pile.

Modifier par recul du curseur

Si vous faites une erreur lors de la saisie d'une expression dans EquationWriter, vous pouvez effacer les caractères et reculer le curseur jusqu'à l'endroit de l'erreur.

Pour modifier en reculant le curseur :

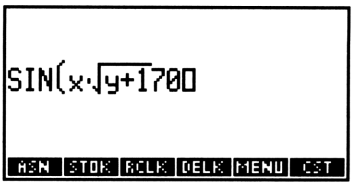
- Appuyez sur ◀ jusqu'à ce que vous ayez supprimé l'erreur.
- Complétez l'expression.

Cependant, le « retour arrière » peut se révéler trop lent dans certains cas. Cette technique est en général satisfaisante pour corriger une faute de frappe. Pour des modifications plus importantes, utilisez la modification en ligne de commande, décrite ci-après.

Exemple : Tapez l'expression $\sin(x + \sqrt{y + 180} + z)$.

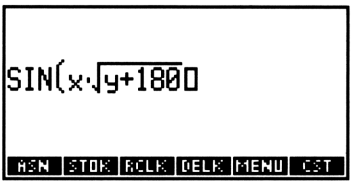
Sélectionnez EquationWriter et commencez l'expression. Tout à fait « accidentellement », tapez 170 au lieu de 180.

◀ EQUATION
SIN x +
√x y + 170



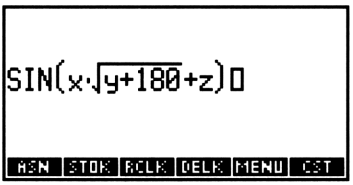
Revenez sur 70, tapez le nombre correct et terminez la sous-expression.

◀ ◀ 80 ▶



Terminez la saisie de l'expression.

+ z ▶



Appuyez sur ENTER pour la placer dans la pile.

Comment modifier en ligne de commande

Vous pouvez modifier tout ou partie d'une équation dans la ligne de commande et ensuite renvoyer la version corrigée dans l'application EquationWriter.

Pour modifier entièrement l'équation :

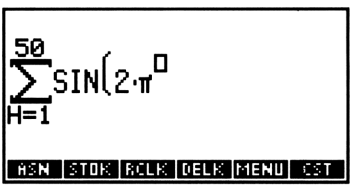
1. Si l'équation l'équation est restée inachevée, complétez-la.
2. Appuyez sur ◀ EDIT.
3. Modifiez l'équation en ligne de commande.
4. Appuyez sur ENTER pour sauvegarder les changements (ou appuyez sur ATTN pour les abandonner) et revenir à EquationWriter.

Exemple : Tapez l'expression

$$\sum_{i=1}^{50} \sin(2\pi^i)$$

Sélectionnez l'application EquationWriter et tapez l'expression. Spécifiez « accidentellement » H au lieu de I, comme index de sommation.

◀ EQUATION
▶ Σ
H ▶ 1 ▶ 50 ▶
SIN 2 ◀ π y^x

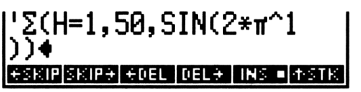


Vous désirez maintenant changer ce H en I. Appuyez sur

◀ EDIT

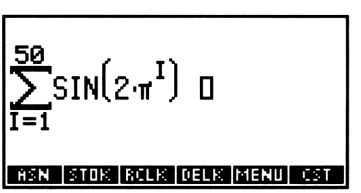
L'application EquationWriter affiche brièvement le message `Incomplete Subexpression` et laisse le curseur à la fin de l'équation. Complétez l'expression, puis lancez le mode de modification de ligne de commande.

I ▶ ◀ EDIT



Changez le H en I et remettez l'expression dans l'environnement EquationWriter. (Cela prend quelques secondes.)

▲ ▶ DEL I
ENTER



Appuyez à nouveau sur ENTER pour placer l'expression dans la pile.

Pour modifier une sous-expression :

1. Si l'équation se termine par une sous-expression dont les arguments n'ont pas encore été introduits, complétez-la.
2. Appuyez sur ◀ pour activer l'environnement de sélection.
3. Appuyez sur ▲ ▼ ◀ ▶ pour faire passer le curseur de sélection à la *fonction de niveau le plus élevé* de la sous-expression que vous désirez modifier. (Voir ci-dessous.)
4. Optionnel : appuyez sur EXPR à tout moment pour mettre en surbrillance la sous-expression associée.
5. Appuyez sur EDIT pour placer la sous-expression en cours en ligne de commande.
6. Modifiez la sous-expression dans la ligne de commande.
7. Appuyez sur ENTER pour remettre la sous-expression modifiée dans l'équation (ou bien appuyez sur ATTN pour la rejeter complètement).
8. Appuyez sur EXIT pour quitter l'environnement de sélection. (Si EXIT n'est pas affiché, appuyez sur − pour revenir au menu de sélection.)

L'*environnement de sélection* est un espace particulier de l'application EquationWriter, utilisé pour spécifier une sous-expression de l'équation.

Une *sous-expression* consiste en une fonction et ses arguments. La fonction qui définit une sous-expression est dite *fonction de niveau le plus élevé* pour cette sous-expression. Par exemple, dans l'expression 'A+B*C/D', la fonction de niveau le plus élevé de la sous-expression 'B*C' est *, la fonction la plus élevée de 'B*C/D' est / et la fonction la plus élevée de 'A+B*C/D' est +. (Vous pouvez en fait spécifier un objet isolé, un nom par exemple, comme sous-expression.)

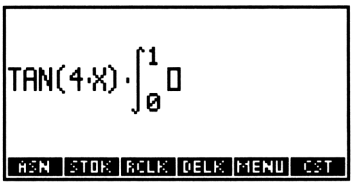
Vous pouvez aussi, dans l'environnement de sélection, identifier une sous-expression que vous pourrez ensuite modifier à l'aide de l'application Rules—voir « Transformations Rules » en page 22-11.

Exemple : Tapez l'expression

$$\tan\frac{4}{x}\int_0^1 x^y\,dx$$

Sélectionnez l'application EquationWriter et commencez l'expression. Dans l'argument de TAN, appuyez « accidentellement » sur ⊠ au lieu de ÷.

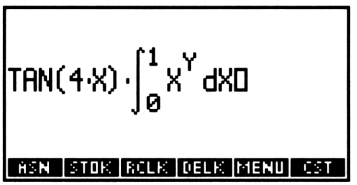
◀ EQUATION
TAN 4 ⊠ X ▶
↱ ∫ 0 ▶ 1 ▶



Vous venez de vous apercevoir de votre erreur. Toutefois, il vous faut introduire le reste des arguments de la sous-expression d'intégrale avant de pouvoir activer l'environnement de sélection.

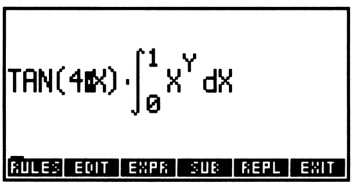
16

X y^x Y ▶ ▶ X



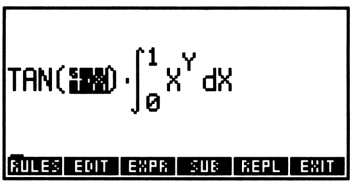
Activez maintenant menu et curseur de sélection. Puis revenez en arrière et placez le curseur sur le signe ▪.

◀
◀ (autant de fois que nécessaire)



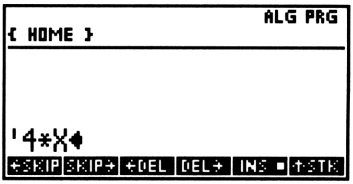
Optionnel : mettez en surbrillance la sous-expression pour laquelle ▪ est la *fonction de niveau le plus élevé*.

EXPR



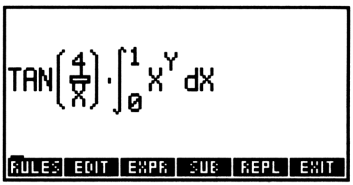
Remettez la sous-expression en ligne de commande pour modification.

EDIT



Remplacez le signe * par un / et saisissez la nouvelle expression. (Le HP 48 mettra quelques secondes à replacer l'expression dans EquationWriter.)

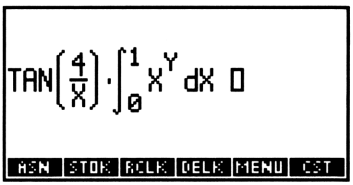
◀ ◀ ÷
ENTER −



16

Quittez l'environnement de sélection. Après quelques secondes, le curseur normal réapparaît à la fin de l'équation et le dernier menu réapparaît à l'affichage.

EXIT



Appuyez sur ENTER pour placer l'expression dans la pile.

Insérer un objet à partir de la pile

L'application EquationWriter permet d'introduire un objet placé dans la pile dans une équation que vous avez saisie. L'objet peut être un nom, un nombre réel, un nombre complexe, une expression algébrique ou une chaîne.

Pour introduire un objet placé au niveau 1 dans une équation :

- Appuyez sur ▶ RCL.

L'object est retiré de la pile et inséré à la position du curseur. Les délimiteurs des noms, expressions algébriques et chaînes sont automatiquement enlevés.

Exemple : Saisissez l'expression

$$\int_0^{10} x^2 - y \, dx + \frac{x^2 - y}{2}$$

Saisissez l'expression `'X^2-Y'` en ligne de commande et dupliquez-la.

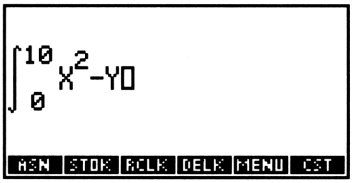
' X y^x 2 − Y ENTER ENTER

Sélectionnez l'application EquationWriter et tapez le signe intégrale et les limites d'intégration.

EQUATION
∫ 0 ▶ 10 ▶

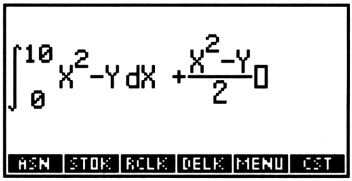
Insérez la valeur à intégrer dans l'expression.

RCL



Complétez la sous-expression, puis tapez le reste de l'expression, en insérant le deuxième terme, pris dans la pile.

▶ X ▶
+
▲ RCL ▶ 2 ▶



Appuyez sur ENTER pour placer l'expression ainsi complétée dans la pile.

Remplacer une sous-expression par un objet algébrique

Pour remplacer une sous-expression par une expression algébrique prise au niveau 1 :

1. Si l'équation se termine par une sous-expression incomplète, achevez-la.
2. Appuyez sur ◀ pour activer l'environnement de sélection.
3. Appuyez sur ▲ ▼ ◀ ▶ pour placer le curseur de sélection sur la *fonction du nievau le plus élevé* de la sous-expression que vous désirez remplacer. (Voyez « Comment modifier en ligne de commande » en page 16-17.)
4. Optionnel : appuyez sur EXPR à tout moment pour mettre la sous-expression associée en évidence.
5. Appuyez sur REPL.
6. Appuyez sur EXIT pour quitter l'environnement de sélection.

L'expression algébrique est retirée de la pile.

Examiner et modifier des objets dans l'application EquationWriter

Vous pouvez utiliser cet environnement pour examiner et modifier une expression algébrique ou un objet-unité sous sa forme EquationWriter.

Pour examiner une expression algébrique ou un objet-unité sous EquationWriter :

1. Examinez l'objet :
   - S'il se trouve au niveau 1 de la pile, appuyez sur ▼.
   - S'il est stocké dans une variable, placez le nom de cette variable au niveau 1 et appuyez sur → ▼.
2. Appuyez deux fois sur ATTN pour revenir à la pile.

Notez que, selon la longueur et la complexité de l'expression algébrique ou de l'objet-unité, il est possible que le HP 48 mette plusieurs secondes à l'afficher dans EquationWriter.

Pour modifier un objet que vous examinez sous EquationWriter :

1. Utilisez l'un des trois modes d'EquationWriter—le mode de défilement, le mode de sélection ou le mode de saisie. Voir « Structure de l'application EquationWriter » en page 16-2.
2. Appuyez sur ENTER pour sauvegarder les modifications (ou appuyez sur ATTN pour les rejeter) et revenir à la pile.

17

Application HP Solve

L'application HP Solve permet de résoudre numériquement des équations contenant un nombre quelconque de variables. Cet outil s'ajoute aux mathématiques symboliques et à la programmation pour l'obtention de résultats numériques de valeur réelle.

Lorsque vous résolvez une équation en cherchant à obtenir un résultat numérique, vous utilisez probablement une procédure de ce type :

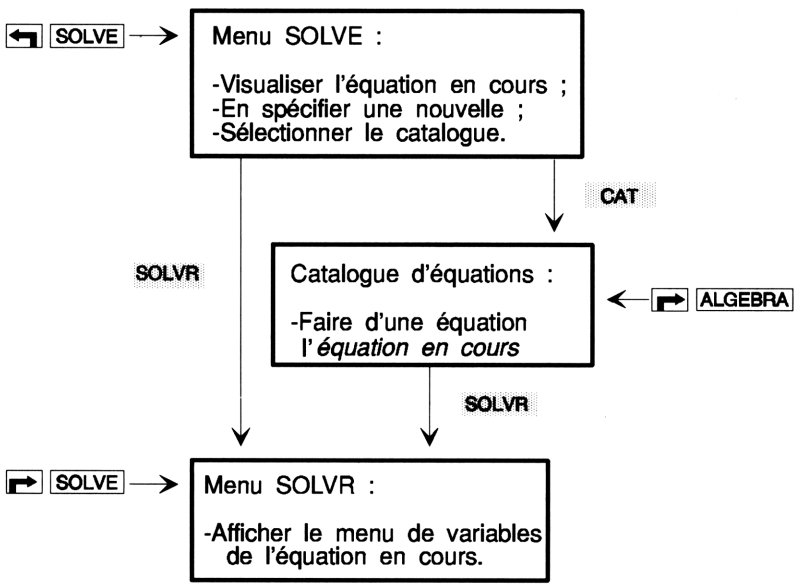
1. Vous écrivez l'équation que vous désirez résoudre.
2. Si possible, vous manipulez l'équation pour trouver l'inconnue.
3. Vous remplacez les variables par des valeurs connues.
4. Enfin vous calculez la valeur de l'inconnue.

La procédure est très semblable sous HP Solve—*sauf* que vous n'avez pas besoin de la deuxième étape, ce qui simplifie le processus. Vous pouvez répéter les étapes 3 et 4 aussi souvent que vous le désirez, changer les valeurs d'une ou de plusieurs variables, et résoudre l'équation pour n'importe quelle variable.

Structure de l'application HP Solve

L'application HP Solve consiste en deux menus (le menu SOLVE et le SOLVR) et une variable réservée, *EQ* qui contient *l'équation en cours*—l'équation que vous désirez résoudre.

- Le menu SOLVE vous permet de lire l'équation en cours ou d'en définir une autre. Le menu SOLVE permet aussi d'accéder au *catalogue d'équations*, de façon à pouvoir sélectionner des équations dans une liste et les gérer.
- Le menu SOLVR affiche les variables de l'équation en cours, vous permettant de stocker, rechercher et examiner la valeur numérique de chaque variable de l'équation.



Utiliser équations, expressions et programmes

L'application HP Solve permet de trouver la valeur numérique d'une variable dans une équation, une expression ou un programme :

- **Equation.** Une équation est un objet-expression algébrique contenant = (par exemple, `'A+B=C'`). Une solution est une valeur de l'inconnue qui a pour effet de donner aux deux membres de l'équation la même valeur numérique.
- **Expression.** Un expression est un objet-expression algébrique ne comportant pas de signe = (par exemple, `'A+B+C'`). Une solution est une *racine* de l'expression—une valeur de l'inconnue pour laquelle l'expression a une valeur nulle.
- **Programme.** Un programme, pour être résolu, doit renvoyer un nombre réel. Une solution est la valeur de l'inconnue pour laquelle le programme renvoie 0.

Tout au long de ce chapitre, le terme « équation » *recouvre tous les objets utilisés pour créer des menus SOLVR—équations, expressions, programmes, et listes d'équations, d'expressions et de programmes.*

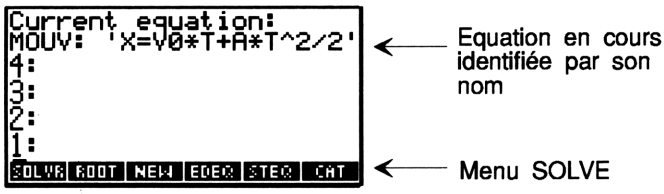
Spécifier l'équation en cours

L'*équation en cours* est l'équation que vous avez résolue ou tracée en dernier lieu. Elle est stockée dans la variable réservée *EQ*. Vous changez l'équation en cours chaque fois que vous résolvez ou tracez une équation différente. (Pour *résoudre* l'équation en cours, voyez « Résoudre l'équation en cours » en page 17-12.)

Pour vérifier l'équation en cours :

- Appuyez sur ◀ SOLVE.

Un message d'état sur deux lignes identifie l'équation en cours et donne son nom—ou, s'il n'y a pas d'équation en cours, donne des instructions pour la saisie d'une nouvelle équation. De plus, le menu SOLVE est affiché.



Saisir une nouvelle équation en cours

Vous pouvez utiliser NEW ou STEQ pour saisir une nouvelle équation en cours. NEW vous aide à saisir et à nommer une nouvelle équation en cours en affichant un message d'instructions. STEQ est utile lorsque vous désirez stocker une équation dans *EQ* sans la nommer. Les équations ayant reçu un nom sont stockées dans des variables pour que vous puissiez les utiliser ultérieurement—les équations sans nom sont perdues lorsque vous changez l'équation en cours.

17

Pour saisir et nommer une nouvelle équation en cours :

1. Saisissez l'équation au niveau 1. Vous pouvez la taper en ligne de commande ou utiliser EquationWriter.
2. Appuyez sur ◀ SOLVE NEW .
3. Sans appuyer sur α, tapez un nom pour l'équation et appuyez sur ENTER.

L'équation est stockée dans une variable portant le nom que vous avez saisi—le nom de cette variable étant stocké dans *EQ*. (Si vous appuyez sur ENTER sans taper de nom, l'équation elle-même est stockée directement dans *EQ*.)

Si « l'équation » est un programme ou une liste, NEW ajoute automatiquement ,EQ au nom de la variable (ou .EQ si le séparateur décimal est « . »). Ceci indique que la variable contient un objet à résoudre ou à tracer.

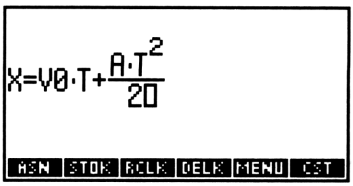
Exemple : Utilisez NEW pour saisir et nommer l'équation du mouvement d'un corps en accélération :

$$x = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

(Cette équation suppose que les variables *X*, *V0*, *T* et *A* n'existent pas dans le répertoire en cours.)

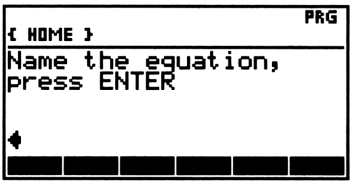
Tapez l'équation avec EquationWriter.

(→) [CLR]
(←) [EQUATION]
X (←) (=) V0 (×) T
(+) (▲) A (×) T (y^x) 2 (▶)
(▶) 2



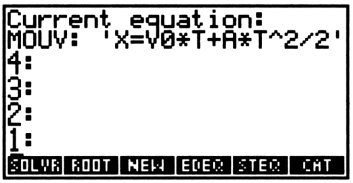
Faites-en l'équation en cours.

[ENTER]
(←) [SOLVE] NEW



Nommez l'équation MOUV. N'appuyez pas sur (α), NEW verrouille automatiquement le mode de saisie alpha.

MOUV [ENTER]



L'équation est résolue dans l'exemple en page 17-13.

Pour saisir une équation en cours sans la nommer:

1. Spécifiez l'équation au niveau 1 :
   - Pour une nouvelle équation, saisissez-la dans le niveau 1.
   - Pour une équation stockée dans une variable, saisissez le nom de la variable. (Appuyez sur ('), puis sur la touche de menu de la variable ou tapez son nom.)
2. Appuyez sur (←) [SOLVE] STEQ (la commande STEQ).

La commande STEQ stocke l'équation ou son nom dans *EQ*. Notez qu'une équation sans nom stockée dans *EQ* est perdue dès le stockage d'une autre équation dans *EQ*.

Exemple : Saisissez l'équation de la vitesse du son dans un gaz, puis stockez la dans *VSON*. Utilisez STEQ pour en faire l'équation en cours.

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

Sélectionnez EquationWriter et tapez l'équation. (Pour γ, appuyez sur α → G.)

◀ EQUATION
v ◀ = √x
γ × R × T ÷ M

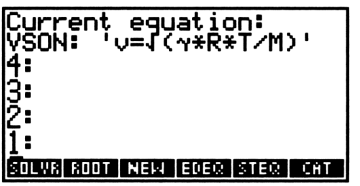
17

Stockez l'équation dans *VSON*.

ENTER
' VSON STO

Utilisez STEQ pour faire de *VSON* l'équation en cours.

VAR ' VSOU
◀ SOLVE STEQ

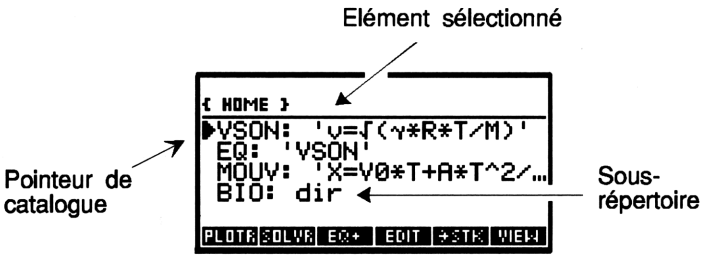


Utiliser une équation existante

Le catalogue d'équations affiche une liste de toutes les équations nommées du répertoire en cours. Il constitue un environnement spécial destiné à gérer les équations que vous avez créées. L'affichage de la pile est remplacé par une liste d'équations et le clavier est redéfini pour exécuter des opérations spéciales. Ces opérations vous permettent de choisir l'équation en cours et de combiner, modifier, remettre en ordre et supprimer des équations existantes. Le catalogue d'équations fait la liste de toutes les expressions algébriques ayant reçu un nom et de tous les noms de variables terminés par le suffixe *EQ*, ainsi que de tous les répertoires pour lesquels le répertoire en cours est le répertoire père.

Pour sélectionner le catalogue d'équations :

- Appuyez sur ◀ SOLVE CAT .
  ou
- Appuyez sur ◀ PLOT CAT .
  ou
- Appuyez sur ▶ ALGEBRA.



Pour travailler une équation prise dans le catalogue d'équations :

1. Appuyez sur ▲ et ▼ placez le pointeur sur l'élément de la liste qui vous intéresse.
2. Faites l'opération :
   - Pour faire de cette équation l'équation en cours et commencer à résoudre l'équation avec HP Solve, appuyez sur SOLVR.
   - Pour voir l'équation, appuyez et *maintenez la pression* sur VIEW —puis relâchez la touche.

Pour sortir du catalogue d'équations :

- Pour sortir du catalogue, remettre à jour l'équation en cours et commencer à résoudre l'équation sous HP Solve, appuyez sur SOLVR.
- Pour sortir sans modifier l'équation en cours, appuyez sur ATTN.

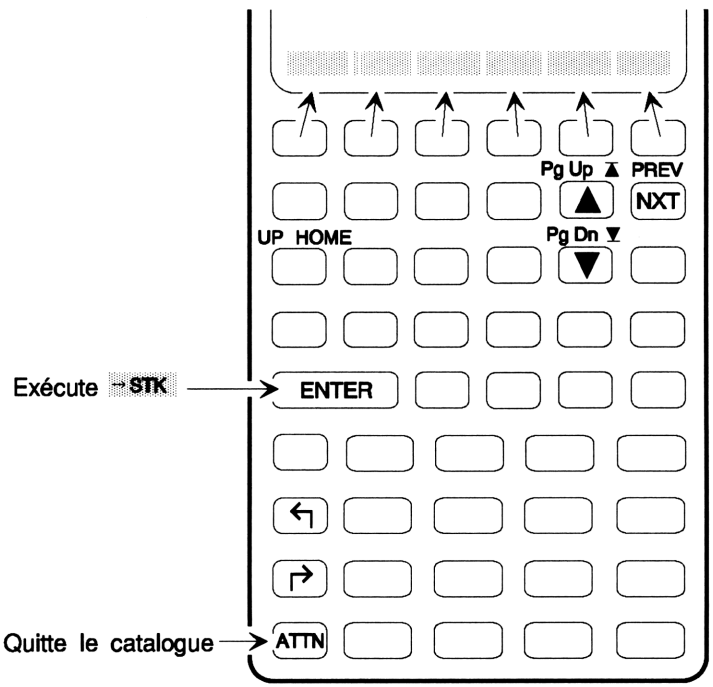
Le tableau suivant dresse la liste des opérations qu'offre l'environnement du catalogue d'équations. Elles n'affectent que l'entrée sélectionnée. Le catalogue d'équations est utilisé par HP Solve et par l'application Plot (décrite au chapitre 18).

Opérations dans le catalogue d'équations

Touche	Description
PLOTR	Fait de l'entrée sélectionnée l'équation en cours et affiche le menu PLOTR.
SOLVR	Fait de l'entrée sélectionnée l'équation en cours et affiche son menu de variables.
EQ+	Crée ou ajoute une équation à une liste d'équations. (Voir « Résoudre deux ou plusieurs équations » en page 17-27.) (◀ EQ+ Supprime la dernière saisie d'une liste.)
EDIT	Place l'entrée sélectionnée dans la ligne de commande pour modification. Appuyez sur ENTER pour sauvegarder les changements—ou appuyez sur ATTN pour les annuler.
→STK	Copie l'entrée sélectionnée dans la pile.
VIEW	Efface l'affichage et montre *uniquement* l'entrée sélectionnée, sans son nom, jusqu'au relâchement de la touche. Si l'entrée sélectionnée est un répertoire, VIEW mène à ce répertoire.
ORDER	Fait de l'entrée sélectionnée la première du catalogue. Si vous créez une liste de *n* équations avec EQ+, ORDER fait de ces équations les *n* premières entrées du catalogue.
PURG	Elimine l'entrée sélectionnée du catalogue (et du répertoire en cours).
FAST	L'activation de FAST■ affiche les noms dans le catalogue (et dans les messages d'état) sans leur contenu (activer FAST■ arme l'indicateur −59 ; la réciproque est également vraie). FAST■ est utile si le catalogue contient beaucoup de longues équations, puisque leur affichage est lent.
▲	Déplace le pointeur du catalogue d'un niveau vers le haut. Précédée de l'appui sur ◀, déplace le pointeur d'une page vers le haut (◀ PgUp dans l'illustration du clavier suivante) ; précédée de l'appui sur ▶, déplace le pointeur en début de catalogue (▶ ▲ dans l'illustration suivante).

Opérations dans le catalogue d'équations (suite)

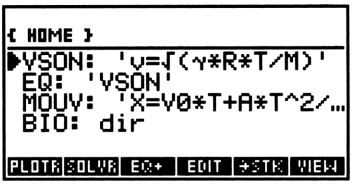
Touche	Description
▼	Déplace le pointeur de catalogue vers le bas d'un niveau. Précédée de l'appui sur ◀, descend le pointeur d'une page (◀ PgDn dans l'illustration suivante) ; précédée de l'appui sur ▶, envoie le pointeur en fin de catalogue (▶ ▼ dans l'illustration suivante).
ATTN	Quitte le catalogue d'équations.
ENTER	Exécute →STK (copie dans la pile l'*équation* sélectionnée). Si l'entrée sélectionnée est un *répertoire*, affiche le catalogue d'équations de ce répertoire.
◀ UP	Passe au catalogue d'équations du répertoire père.
▶ HOME	Passe au catalogue d'équations du répertoire *HOME*.



Exemple : Utilisez le catalogue d'équations pour sélectionner *MOUV* (reprise de l'exemple en page 17-4) comme équation en cours et commencez à la résoudre (en affichant son menu de variables).

Appelez le catalogue d'équations.

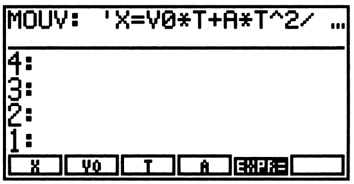
◀ SOLVE CAT



17

Placez le pointeur sur *MOUV*. Faites-en l'équation en cours et affichez son menu de variables.

▼ (si nécessaire)
SOLVR



Notez que l'entrée sélectionnée ne devient l'équation en cours que lorsque vous appuyez sur SOLVR (ou bien sur PLOTR).

Sommaire des opérations du menu SOLVE

Le menu SOLVE

Touche	Commande programmable	Description
↩ SOLVE :		
SOLVR		Sélectionne le menu de variables de l'équation en cours.
ROOT	ROOT	Résout une équation (au niveau 3) en trouvant l'inconnue (au niveau 2), utilisant les estimations placées au niveau 1. ROOT est surtout utile dans les programmes.
NEW		Prend l'équation du niveau 1, sollicite un nom de variable, stocke l'équation dans cette variable et fait de l'équation qu'elle contient l'équation en cours.
EDEQ		Place l'équation en cours en ligne de commande pour modification. Appuyez sur ENTER pour stocker les changements dans la variable et fait de la version modifiée l'équation en cours—ou bien appuyez sur ATTN pour rejeter les changements.
STEQ	STEQ	Fait de l'équation du niveau 1 l'équation en cours.
↪ STEQ	RCEQ	Rappelle l'équation en cours au niveau 1.
CAT		Sélectionne le catalogue d'équations.
↩ REVIEW		Ré-affiche le message d'état de l'équation en cours.

Résoudre l'équation en cours

Lorsque vous résolvez l'équation en cours, vous stockez les valeurs des variables connues, et trouvez la valeur de l'inconnue. Vous le faites normalement dans le menu SOLVR, qui est un menu des variables de l'équation en cours.

Première étape de la résolution de l'équation en cours :

- Appuyez sur SOLVR dans le menu SOLVE ou dans le catalogue d'équations.

  ou

- Appuyez sur ▶ SOLVE à tout moment, dans n'importe quel menu.

Dans le catalogue d'équations, SOLVR fait aussi de l'équation sélectionnée sur la liste, l'équation en cours.

Lorsque vous commencez à résoudre l'équation, vous accédez au menu SOLVR, le menu des variables de l'équation en cours—l'équation stockée dans *EQ*. Le menu SOLVR contient :

- Une touche de menu « blanche » pour chacune des variables de l'équation en cours.
- La touche de menu EXPR=, traitée plus loin dans cette même section.

Les labels de menu de variables sont blanches avec des lettres noires. Ceci met en évidence que le fonctionnement du menu des touches des variables, dans le menu HP Solve du SOLVR, diffère de celui du menu VAR (ou du menu CST).

Trouver une solution

Lorsque vous résolvez l'équation en cours, HP Solve ne cherche qu'une seule solution. Si l'équation devait en comporter plusieurs, voyez « Trouver d'autres solutions » en page 17-17.

Pour résoudre l'équation en cours :

1. Pour chaque variable avec une valeur connue, saisissez la valeur et appuyez sur la touche de cette variable dans le menu SOLVR.
2. Optionnel : pour l'inconnue, saisissez une estimation de sa valeur et appuyez sur la touche de la variable dans le menu SOLVR.

3. Appuyez sur ◀ et la touche de l'inconnue dans le menu SOLVR pour trouver sa valeur.

Si une variable n'existe pas, elle est créée lorsque vous stockez une valeur connue, ou que vous trouvez cette valeur. Nul besoin de saisir une valeur pour une variable si elle contient déjà la valeur recherchée.

Si vous désirez saisir une estimation pour une variable, voyez « Trouver d'autres solutions » en page 17-17.

Lorsque vous résolvez l'équation, vous obtenez un message qui décrit le résultat du processus. Voir « Vérifier la solution » en page 17-16 et « Interpréter les résultats » en page 17-19.

Pour rappeler la valeur d'une variable :

- Appuyez sur ▶ et la touche de la variable du menu SOLVR.

Pour passer en revue les valeurs des variables :

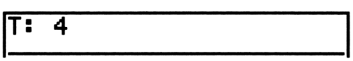
1. Appuyez sur ◀ (REVIEW).
2. Appuyez sur (ATTN) pour revenir à l'affichage de la pile.

Exemple : En supposant que l'équation en cours soit l'équation du mouvement d'un corps en accélération (*MOUV*), calculez la distance (x) qu'un corps parcourt en 4 secondes (t) si sa vitesse (v_0) est 2 m/s et son accélération (a), 3 m/s^2. (Cette équation possède en fait deux solutions pour x—pour trouver la seconde solution, voyez « Trouver d'autres solutions » en page 17-17.)

(Cet exemple suppose que les variables X, *V0*, T et A n'existent pas encore dans le répertoire en cours.)

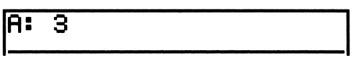
Si nécessaire, invoquez le menu SOLVR. Puis stockez 4 dans T. (`T: 4` en haut de l'affichage vous indique que 4 a été stocké dans T.)

▶ (SOLVE) (si nécessaire)
4 [T]



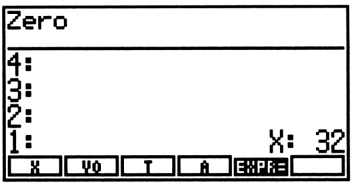
Maintenant, stockez 2 dans *V0* et 3 dans A.

2 [V0]
3 [A]



Cherchez x. Notez que le résultat numérique est étiqueté par le nom de la variable. Le message ZERO dans la zone d'état indique qu'une racine (une solution) a été trouvée.

◀ X



Si l'objet a parcouru 40 mètres à la même vitesse et pendant le même temps, quelle est son accélération ? Stockez les nouvelles valeurs et cherchez a.

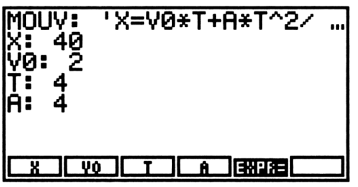
17

40 X

◀ A

Notez que la solution de X obtenue dans le calcul précédent est au niveau 2—ce n'est *pas* sa valeur actuelle. Passez en revue les valeurs en cours ...

◀ REVIEW

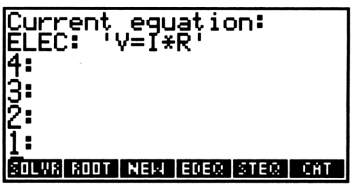


Appuyez sur ATTN pour revenir à la pile.

Exemple : L'équation pour un circuit résistif simple est $V = IR$, V étant la tension du circuit, I son courant et R, sa résistance. Utilisez HP Solve pour trouver la valeur de I si V vaut 10 volts et si R vaut 20 ohms.

(Cet exemple suppose que les variables V, I et R n'existent pas dans le répertoire en cours.)

Sélectionnez HP Solve, puis tapez l'équation. Utilisez NEW pour nommer l'équation *ELEC* et en faire l'équation en cours.

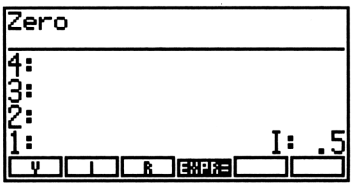


Affiche le menu de variables de l'équation en cours.

SOLVR

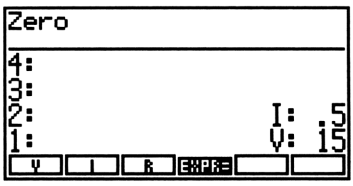
Introduisez les valeurs connues et calculez l'inconnue. Le message Zero qui apparaît dans la zone d'état indique que l'équation a trouvé une solution, qu'une racine a été trouvée.

10 V
20 R
I



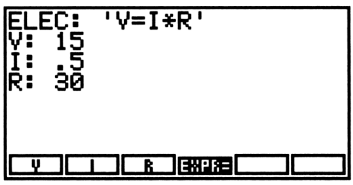
Si R valait 30 ohms pour une même valeur de I, quelle est la valeur de V ? Stockez la nouvelle valeur de R, puis calculez V.

30 R
V



Maintenant passez en revue les valeurs de toutes les variables.

REVIEW



Appuyez sur [ATTN] pour revenir à l'affichage de la pile.

Vérifier la solution

Après avoir trouvé une solution à l'équation, vous pouvez vérifier la solution en établissant si le résultat approche de zéro—si vous êtes, ou non, proche de la solution réelle, la *racine*.

Pour vérifier la solution :

17

- Appuyez sur EXPR=.

EXPR= renvoie une ou deux valeurs, selon la forme de l'équation en cours :

- Pour une équation, EXPR= renvoie deux valeurs—la valeur numérique des membres gauche et droit. Les valeurs sont étiquetées LEFT et RIGHT.
- Pour une expression ou un programme, EXPR= renvoie une valeur—la valeur numérique de l'expression ou du programme. Elle porte l'étiquette EXPR.

Pour une expression, plus le résultat que renvoie EXPR= est proche de zéro, plus il est vraisemblable que HP Solve ait trouvé une racine. Pour une équation, plus les deux résultats fournis par EXPR= sont proches l'un de l'autre, plus il est vraisemblable que HP Solve a trouvé une racine. Pour plus de détails, voyez « Interpréter les résultats » en page 17-19.

Exemple : En supposant que *ELEC* soit toujours l'équation en cours, utilisez EXPR= pour évaluer les deux membres de l'équation.

Sélectionnez le menu SOLVR directement et évaluez l'équation.

[→] [SOLVE]
EXPR=

Les membres gauche et droit ont la même valeur, 15, ce qui indique que HP Solve a trouvé une racine.

Trouver d'autres solutions

Lorsque vous calculez une variable sous HP Solve, celui-ci ne trouve qu'une seule solution—même s'il en reste d'autres. Si vous avez déjà trouvé une solution pour votre équation et si vous désirez en trouver une autre, vous pouvez utiliser des estimations pour guider l'extracteur de racine vers une solution différente. Voir « Utiliser des estimations » ci-dessous.

Pour une approche plus visuelle de la recherche de solutions, vous pouvez utiliser l'application Plot. Voir « Choisir entre HP Solve et l'application Plot » en page 17-22.

Utiliser des estimations

Vous pouvez fournir une ou plusieurs estimations pour l'inconnue avant de résoudre l'équation. De bonnes estimations sont utiles pour deux raisons :

- S'il existe plus d'une solution, les estimations déterminent celle qui sera finalement choisie.
- De bonnes estimations réduisent le temps de calcul.

Pour stocker des estimations :

- Pour stocker une estimation, saisissez la valeur et appuyez sur la touche de menu, sans utiliser de touche préfixe « shift ».
- Pour stocker deux ou trois estimations pour approcher une solution, saisissez une liste (entre délimiteurs { }) contenant les estimations, puis appuyez sur la touche de menu (sans utiliser de touche préfixe).

Pour vérifier la manière dont les estimations influencent la solution, voyez « Comment l'extracteur de racines utilise les estimations » en page 17-33.

Exemple : Stockez les estimations 0 et 10 pour la variable V. Appuyez sur ◀ { } 0 SPC 10 ENTER V pour créer une liste, et stockez la dans V.

Résumé des opérations du menu SOLVR

Le menu SOLVR contient en général un libellé pour chaque variable globale dans l'équation en cours, plus le libellé EXPR=. Vous pouvez personnaliser ce menu—voyez « Personnaliser le menu SOLVR » en page 17-25.

Pour utiliser le menu SOLVR :

- Pour stocker une valeur dans une variable, saisissez la nouvelle valeur dans la pile, puis appuyez sur sa touche de menu.
- Pour calculer la valeur d'une variable, appuyez sur ◀ et sur sa touche de menu.
- Pour rappeler la valeur d'une, appuyez sur ▶ et sur sa touche de menu.
- Pour taper un nom de variable lorsque la ligne de commande est en mode de saisie algébrique ou de programme, appuyez sur la touche de menu.
- Pour calculez la « valeur » de l'équation, appuyez sur EXPR=.
- Pour passer en revue les valeurs des variables, appuyez sur ◀ REVIEW. (Appuyez sur ATTN pour revenir à la pile.)

Le menu SOLVR reste inchangé jusqu'à ce qu'une nouvelle équation en cours soit spécifiée.

Le catalogue de valeurs montre les noms complets et la valeur des variables sur la page en cours du SOLVR. La frappe suivante annule le mode de révision des valeurs, vous ramène à la pile, et ensuite seulement exécute la fonction de la touche sur laquelle vous avez appuyé.

Interpréter les résultats

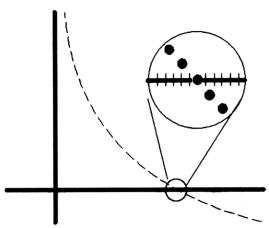
L'application HP Solve renvoie un message décrivant le résultat du processus d'extraction de la racine. Vous pouvez l'utiliser avec d'autres informations pour juger si le résultat est bien une racine de votre équation.

Le message se fonde sur la *valeur de l'équation*—la différence entre les membres gauche et droit d'une équation, ou la valeur fournie par une expression ou un programme.

Lorsqu'une solution a été trouvée

Si une racine est trouvée, HP Solve renvoie un message décrivant la racine :

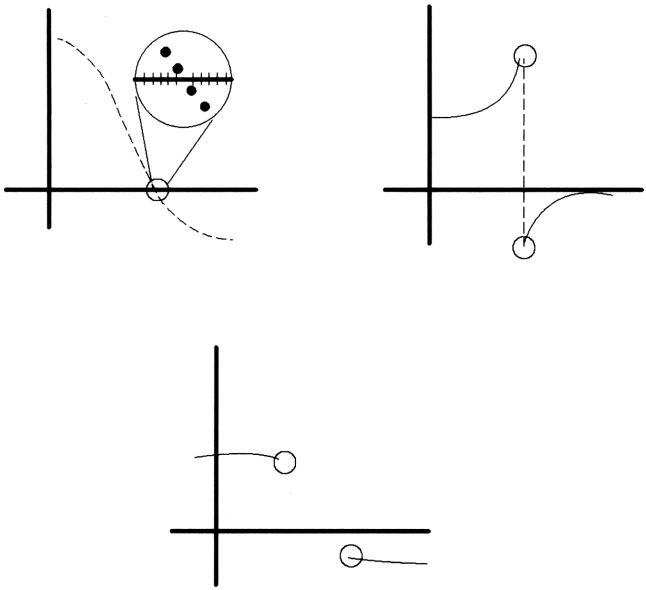
`Zero` HP Solve a trouvé un point pour lequel la valeur de l'équation est 0 à l'intérieur de la précision à 12 chiffres du calculateur.



`Sign Reversal` HP Solve a trouvé deux points pour lesquels les valeurs de l'équation sont de signes opposés, mais elle ne parvient pas à trouver un point intermédiaire pour lequel la valeur de l'expression est nulle. Ce peut être parce que :

- Les deux points sont voisins (ils diffèrent de 1 au niveau du 12ième chiffre).
- L'équation n'a pas de valeur réelle entre les deux points. L'application HP Solve renvoie le point pour lequel la valeur de l'expression est la plus proche de 0. Si l'expression est une fonction réelle continue, ce point est la

meilleure estimation que HP Solve puisse faire de la racine.

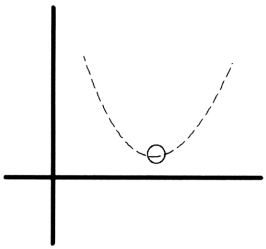


17

Extremum

Plusieurs situations sont possibles :

- HP Solve a trouvé un point pour lequel la valeur de l'expression approche un minimum local (dans le cas de valeurs positives) ou maximum (pour des valeurs négatives). Ce point peut, ou non, représenter la racine.
- HP Solve a arrêté sa recherche à ±9.99999999999E499, le plus grand ou le plus petit nombre que puisse gérer le calculateur.



Pour obtenir plus d'informations, vous pouvez :

- Evaluer l'équation en utilisant EXPR=. Pour une expression ou un programme, plus le résultat est proche de 0, et pour une équation, plus les deux résultats sont proches l'un de l'autre, plus il est probable que HP Solve ait trouvé une racine. Utilisez les règles du bon sens pour interpréter de tels résultats.
- Tracer la courbe de l'expression ou de l'équation dans la région de la réponse. L'application Plot vous montrera tout minimum ou maximum local, ou toute discontinuité.
- Vérifier l'état des indicateurs système qui détectent les erreurs mathématiques (voyez l'annexe E). Par exemple, l'indicateur −25 indique une situation de dépassement de capacité.

Aucune solution n'a été trouvée

Si l'application HP Solve ne parvient pas à un résultat, elle affiche un message en indiquant la raison :

Bad Guess(es)	Une ou plusieurs des estimations initiales sont hors du domaine de l'équation—ou encore les unités de l'inconnue ne sont pas homogènes avec celles des autres variables (voyez « Utiliser HP Solve avec des objets-unités » en page 17-23). Par conséquent, lorsque de l'évaluation de l'équation a eu lieu, elle n'a pas fourni un nombre réel ou a causé une erreur.
Constant?	La valeur de l'équation est la même pour chacun des points échantillonnés.

Choisir entre HP Solve et l'application Plot

Les applications HP Solve et Plot permettent toutes deux d'arriver aux solutions d'une équation.

Plot trouve les solutions en travaillant directement sur l'image de l'équation. Cette ressource est très utile si vous ne savez pas quel aspect peut prendre l'équation pour toute une plage de valeurs. Les équations peuvent avoir plusieurs solutions—et elles peuvent présenter des minima et des maxima.

Avec HP Solve application, vous utilisez des estimations numériques pour diriger l'extracteur de racines vers la région de l'équation. Avec Plot, vous déplacez le curseur graphique directement sur la région de l'équation qui contient la solution. (Voir « Analyser des fonctions » en page 18-27 pour plus de détails.)

Advantages de HP Solve	Advantages de l'application Plot
■ Vous pouvez aisément stocker les valeurs des variables connues et calculer l'inconnue et vous pouvez décider quelle variable est l'inconnue. ■ Vous pouvez passer les valeurs des variables en revue. ■ Vous pouvez utiliser des objets-unités nécessitant la conversion automatique des unités.	■ Vous pouvez voir immédiatement si une équation compte plusieurs solutions ou des extrêmes locaux. ■ Vous pouvez diriger l'application vers une solution spécifique en déplaçant le curseur au lieu d'introduire des estimations chiffrées.

Utiliser HP Solve avec des objets-unités

L'équation en cours et ses variables peuvent contenir des objets-unités. Le menu SOLVR les traite automatiquement.

Pour utiliser des unités avec le menu SOLVR :

- Pour stocker une valeur *comportant des unités* dans une variable, saisissez l'objet-unité, puis appuyez sur la touche de menu de la variable.
- Pour changer la valeur d'une variable *et conserver ses anciennes unités*, saisissez le nombre uniquement, puis appuyez sur la touche de menu de la variable.
- Pour calculer une variable :
  1. Saisissez une ou plusieurs estimations *avec les unités désirées*, puis appuyez sur la touche de menu de la variable.
  2. Appuyez sur ◀ et sur la touche de menu de la variable pour trouver la solution.

Gardez ces recommandations présentes à l'esprit :

- Avant de résoudre l'équation, toutes les variables doivent contenir un ensemble d'unités homogène—*y compris l'inconnue*. Par exemple, si l'équation est `'Y=X/T'` et si vous avez stocké `2_m` dans X et `3_s` dans T, vous devez introduire une estimation pour Y avec les mesures *longueur/temps*. La solution est exprimée dans l'unité spécifiée dans l'estimation. Si vous saisissez une estimation de `1_m/yr`, le résultat sera exprimé en `m/yr`.
- Si vous avez introduit une liste de deux ou trois estimations, l'une d'elles doit être assortie des unités appropriées. (Si plus d'une des estimation est accompagnée d'unités, ce sont les unités de la dernière estimation qui sont utilisées, et seul la pertie numérique des autres estimations est prise en compte.)
- Si l'équation que vous résolvez utilise ou calcule des *différences* de températures (par opposition à des *niveaux*), utilisez des degrés `K` ou `°R` (et non des `°C` ou des `°F`). Pour la conversion de températures, utilisez le menu de catalogue UNITS.

Remarque

Puisque le menu SOLVR vous permet de modifier la partie numérique d'un objet-unité sans affecter l'unité qui l'accompagne, vous devez supprimer les variables contenant des objets-unités avant de les utiliser dans des équations qui n'acceptent que des nombres.

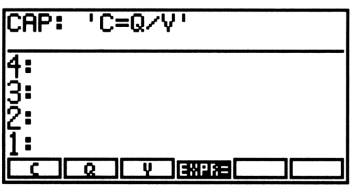
Exemple : Utilisez l'équation $C = Q/V$ pour calculer la capacité C si $Q = 8,9 \times 10^{-6}$ coulombs et $V = 57$ volts.

(Cet exemple suppose que les variables C, Q et V n'existent pas dans le répertoire en cours.)

17

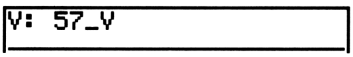
Saisissez et nommez l'équation, puis sélectionnez le menu SOLVR.

(→) CLR
(←) SOLVE
(') C (←) (=) Q (÷) V NEW
CAP ENTER
SOLVR



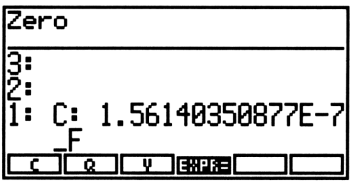
Saisissez les valeurs connues, puis stockez-les.

(←) UNITS NXT ELEC
57 V
8.9 EEX 6 +/- C
(→) SOLVE Q
V



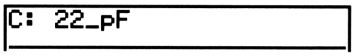
Stockez une estimation dans « farads », puis calculez l'inconnue.

(→) LAST MENU 1 F
(→) LAST MENU C
(←) C



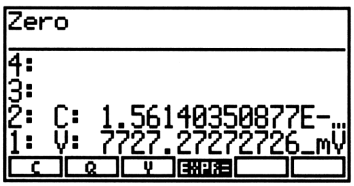
Maintenant changez le problème : calculez V en millivolts pour une valeur de $C = 22$ picofarads et un $Q = 1,7 \times 10^{-10}$ coulombs. Stockez la nouvelle valeur de Q—nul besoin d'adjoindre l'unité. Stockez C avec sa nouvelle unité.

1.7 EEX 10 +/- Q
22 → _ pF ENTER C



Stockez une estimation de V en millivolts et calculez l'inconnue.

1 → _ mV ENTER V
← V



Personnaliser le menu SOLVR

Vous pouvez personnaliser le menu SOLVR—créer des touches qui vous permettent de résoudre des équations *et* exécuter d'autres opérations sans quitter le menu SOLVR :

- Spécifier l'équation à résoudre.
- Définir les variables de l'équation qui apparaissent dans le menu et leur ordre.
- Incorporer dans le menu d'autres objets que vous pouvez exécuter.

Pour créer un menu SOLVR personnalisé :

1. Saisissez une *liste* (avec des délimiteurs « » délimiteurs) au niveau 1. (Le contenu d'une liste type est décrit plus loin.)
2. Appuyez sur ← SOLVE NEW, saisissez un nom et appuyez sur ENTER.

L'équation de la liste devient l'équation en cours. La syntaxe de la liste pour Solver est

« *équation* « *touche-définitions* » »

où

équation Spécifie l'équation. Il peut s'agir d'une équation ou d'une expression (avec délimiteurs '), un objet-programme (avec délimiteurs « »), ou le nom d'une équation, d'une expression, ou d'un programme.

touche-déf. Spécifie la touche de menu—chaque saisie définit une touche. Chaque saisie peut être un nom de variable (avec un comportement de type SOLVR) ou un autre type d'objet (avec un comportement CST - menu personnalisé). (Pour insérer un programme que vous puissiez exécuter, saisissez, soit son *nom* dans une définition de touche comme sous-liste de la forme { "*libellé*" « *nom* » }, ou saisissez l'objet-programme lui-même dans la touche-définition.)

Le comportement CST behavior pour plusieurs types d'objet dans la liste de définition des touches est décrite sous le titre « Créer un menu personnalisé » en page 15-1.

Pour insérer un menu personnalisé SOLVR dans le catalogue d'équations :

- Saisissez la liste pour Solver, puis utilisez NEW pour la nommer.
  ou
- Stockez la liste pour Solver dans une variable dont le nom se termine par EQ.

Le catalogue d'équations comprend tous les objets algébriques et toutes les variables dont le nom se termine en EQ. NEW ajoute automatiquement ,EQ au nom lorsque l'objet du niveau 1 est une liste ou un programme.

Exemple : L'équation $I = 2\pi^2 f^2 \rho v a^2$ calcule l'intensité d'une onde sonore. Supposons que vous calculiez toujours la valeur de ρ et la stockiez dans une variable *avant* d'utiliser cette équation, et pour cette raison désiriez éliminer ρ du menu du SOLVR ...

La liste pour de Solver suivante

```
{ 'I=2*π^2*f^2*ρ*v*a^2' { I f v a } }
```

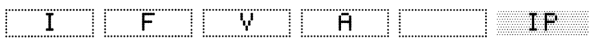
lorsqu'elle est stockée dans *EQ*, crée le menu SOLVR suivant pour l'équation

et élimine ρ du menu. Pour sauvegarder cette liste pour Solver dans le catalogue d'équations, stockez-la dans une variable se terminant par EQ, par exemple, *I.EQ*.

Exemple: Supposons que vous désirez avoir à disposition dans le menu SOLVR la commande IP (partie entière) de sorte que vous puissiez stocker des valeurs entières dans les variables du menu SOLVR. La liste Solver qui suit modifie l'action de la liste Solver de l'exemple précédent et y inclut deux touches supplémentaires : une touche blanche et une touche qui exécute IP.

```
{ 'I=2*π^2*f^2*ρ*v*a^2' { I f v a { } IP } }
```


Cette liste, une fois stockée dans *EQ*, crée le menu de variables et de fonctions suivant :



Résoudre deux ou plusieurs équations

Il se peut que vous travailliez souvent avec deux ou plusieurs équations—par exemple, des équations ayant des variables communes. Le fait de placer plusieurs équations dans une liste vous permet de partager les valeurs connues et trouvées entre ces équations—et de changer aisément d'équation.

Pour créer une liste de deux ou plusieurs équations :

1. Appuyez sur ◀ SOLVE CAT ou sur ▶ ALGEBRA pour obtenir accès au catalogue d'équations.
2. Appuyez sur ▼ et sur ▲ pour placer le pointeur sur une équation que vous désirez incorporer dans la liste.
3. Appuyez sur EQ+ pour l'ajouter à la liste. (Si nécessaire, appuyez sur ◀ EQ+ pour retirer la dernière entrée de la liste.)
4. Répétez les étapes 2 et 3 pour chaque équation que vous désirez inclure.
5. Appuyez sur SOLVR pour commencer la résolution de la première équation de la liste.

Chaque fois que vous appuyez sur EQ+, une liste contenant les équations sélectionnées est affichée et mise à jour dans la zone d'état.

Lorsque vous appuyez sur SOLVR, la liste est stockée dans *EQ* et le menu SOLVR de la équation de la liste est affiché, avec une touche supplémentaire : NXEQ.

Si l'équation en cours est une liste d'équations, les équations sont « chaînées »—vous pouvez aisément faire passer le menu SOLVR d'une équation à une autre.

Pour commencer à résoudre l'équation suivante :

17 ■ Appuyez sur NXEQ.

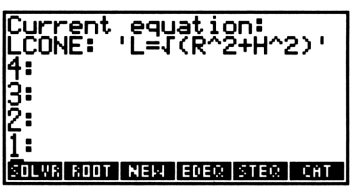
Les noms d'équations permutent dans la liste, déplaçant le deuxième nom au début de la liste—et les variables de cette équation apparaissent dans le menu SOLVR.

Exemple : Créez les deux équations : 'L=√(R^2+H^2)' et 'V=π*R^2*H/3'. Utilisez NEW pour les nommer *LCONE* et *VCONE* respectivement, et les stocker dans le catalogue d'équations. Puis placez les deux équations dans une liste et trouvez le rayon d'un cône droit circulaire dont la hauteur est 10 mètres et la distance du sommet du cône au bord de sa base est de 25 mètres. Puis, trouvez son volume.

(Cet exemple suppose que les variables *L*, *R*, *H* et *V* n'existent pas dans le répertoire en cours. Si vous utilisez *V* dans l'exemple de circuit en page 17-14 et que vous vous trouvez dans le même répertoire, il vous faut éliminer *V*.)

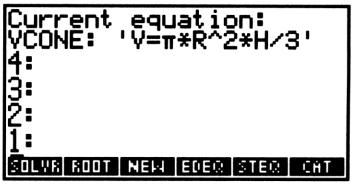
Tapez et stockez la première équation.

(→) CLR
(←) EQUATION
L (←) = √x (←) ( )
R y^x 2 ▶ + H y^x 2 ENTER
(←) SOLVE NEW LCONE ENTER



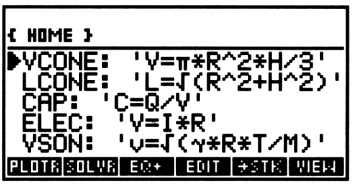
Tapez et stockez la seconde équation.

◀ EQUATION
V ◀ = ◀ π ×
R y^x 2 ▶ × H ÷ 3
ENTER
NEW VCONE ENTER



Placez les deux équations dans une liste et commencez par résoudre *VCONE*. Appuyez sur ▲ ou sur ▼ pour placer le curseur sur *VCONE*.

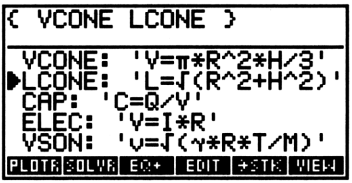
CAT
(▲ ou ▼ si nécessaire)
EQ+



17

Amenez le curseur sur *LCONE* et exécutez EQ+.

▼ EQ+

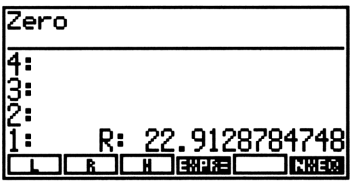


Commencez à résoudre les deux équations.

SOLVR

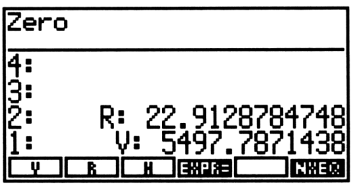
Affichez le menu des variables de *LCONE*. Puis fournissez les valeurs des variables connues et calculez le rayon.

NXEQ 10 H
25 L
◀ R



Passez au menu de variables de *VCONE*. Vous pouvez sans plus tarder calculer le volume puisque la hauteur et le rayon sont déjà connus et stockées dans leurs variables.

NXEQ ◀ V



Le fait de stocker simplement une liste d'équations dans *EQ* ne nomme pas pour autant cette liste. Si vous ne lui donnez pas de nom, elle est perdue si vous changez par la suite la valeur de *EQ*. NEW ajoute .EQ au nom, et la liste est incluse dans le catalogue d'équations.

17

Pour nommer une liste d'équations se trouvant dans EQ :

1. Appuyez sur ◀ SOLVE ▶ STEQ (la commande RCEQ) pour rappeler la liste au niveau 1.
2. Appuyez sur NEW pour nommer la liste.

Pour créer et nommer une liste d'équations :

1. Appuyez sur ◀ SOLVE CAT ou sur ▶ ALGEBRA pour afficher le catalogue d'équations.
2. Utilisez EQ+ pour ajouter les équations désirées à la liste.
3. Appuyez sur →STK pour copier la liste dans la pile.
4. Appuyez sur ATTN pour quitter le catalogue d'équations.
5. Appuyez sur ◀ SOLVE NEW pour nommer la liste.

Trouver la solution d'un programme

L'application HP Solve accepte un programme en lieu et place de l'équation en cours. Utiliser un programme au lieu de l'équation en cours est utile lorsque la relation entre variables ne peut être écrite de manière symbolique. La solution est une valeur de l'inconnue pour laquelle le programme renvoie une valeur de zéro.

Pour créer un programme pour l'application HP Solve :

- Le programme ne peut pas accéder à la pile.
- Le programme ne peut fournir qu'un seul résultat.

Exemple : La commande UTPC (*upper tail chi-square distribution*, distribution du χ^2 de partie droite) dans le menu MTH PROB calcule la probabilité qu'une variable aléatoire χ^2 à n degrés de liberté soit supérieure à χ. La relation est la suivante :

$$UTP = \text{UTPC}(n, \chi^2)$$

où UTP est l'inconnue.

Toutefois, la commande UTPC ne peut être incluse dans une équation symbolique. Toutefois, la relation peut être exprimée sous la forme d'une expression égale à 0 :

$$UTP - \text{UTPC}(n, \chi^2)$$

Ce programme calcule la valeur de l'expression :

```
« UTP N CHI2 UTPC - »
```

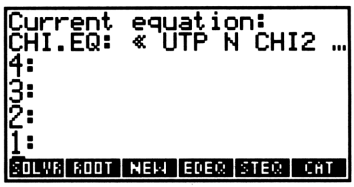
Utilisez ce programme pour calculer la probabilité à droite (UTP) pour $CHI2 = 6{,}2$ avec $N = 5$ degrés de liberté. Calculez ensuite χ^2 pour un seuil de signification de 0,1 ($UTP = 0{,}1$) avec 5 degrés de liberté.

Saisissez le programme.

→ CLR
← « » UTP N CHI2
MTH PROB NXT UTPC −
ENTER

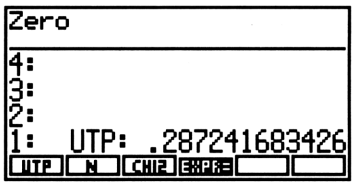
Nommez le programme et faites-en l'équation en cours. Notez que NEW vous sollicite automatiquement avec ,EQ puisque l'objet est un programme.

◀ SOLVE NEW
CHI ENTER



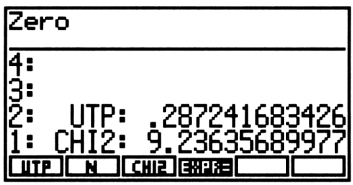
Affiche le menu SOLVR et stocke les valeurs connues. Puis calculez la probabilité à droite.

17 SOLVR
5 N
6.2 CHI2
◀ UTP



Maintenant stockez le seuil de signification dans la variable *UTP* et calculez *CHI2*.

.1 UTP
◀ CHI2



Fonctionnement de l'application HP Solve

L'appui sur une touche *shiftée gauche* dans le menu SOLVR active *l'extracteur de racines*, qui cherche une solution de façon itérative. Se servant des estimations que vous avez stockées dans une variable, ou des estimations fournies par le calculateur, il crée des couples d'estimations intermédiaires jusqu'à ce que la solution soit trouvée. Le HP 48 affiche `Solving for ...` pendant que l'extracteur de racines est en fonctionnement.

En cherchant une solution, l'extracteur de racines recherche une valeur de l'inconnue pour laquelle la valeur de l'expression soit égale à 0.

(Les équations sont traitées de manière interne comme des expressions de la forme '*partie gauche–partie droite*'.) D'abord, l'extracteur de racines recherche deux points pour lesquels la valeur de l'expression a un signe opposé. Lorsqu'il a trouvé un changement de signe, l'extracteur de racines essaie de réduire le champ de sa recherche jusqu'à ce qu'il trouve un point pour lequel l'expression est nulle.

Comment l'extracteur de racines utilise les estimations

Vous pouvez saisir une, deux ou trois valeurs comme estimations. Elles sont introduites sous forme de liste.

- **Une valeur**. Le nombre est converti en deux valeurs, ce nombre étant copié et sa copie étant légèrement modifiée.
- **Deux valeurs**. Les nombres identifient une plage de nombres dans laquelle la recherche va se faire. Si ces deux estimations fournissent pour l'expression des valeurs de signes opposés, l'extracteur de racines trouve en général assez rapidement une racine. Si les deux estimations donnent pour l'expression des valeurs de même signe, la recherche prend généralement plus longtemps.
- **Trois valeurs**. Le premier nombre devrait être votre meilleure estimation. Le deuxième et le troisième sont utilisés comme dans le cas des deux valeurs, décrit ci-dessus.

Arrêter l'extracteur de racines

Pour arrêter l'extracteur de racines :

- Appuyez sur (ATTN).

HP Solve renvoie une liste contenant trois valeurs : la meilleure valeur ayant été trouvée jusque là, plus deux valeurs qui identifient la région explorée.

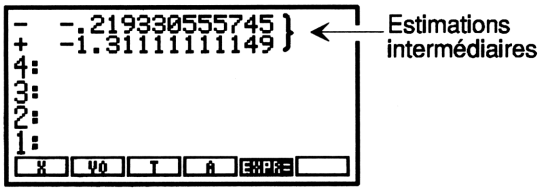
Pour reprendre l'exécution de l'extracteur de racines :

1. Placez une liste de trois valeurs au niveau 1 :
   - Pour reprendre l'exécution là où elle s'était arrêtée, utilisez la liste laissée par l'extracteur de racines.
   - Pour repartir d'un autre endroit, saisissez une autre liste.

2. Appuyez sur la touche de menu de l'inconnue pour stocker cette liste.
3. Appuyez sur ↩ et sur la touche de menu de l'inconnue.

Affichage d'estimations intermédiaires

Lorsque le HP 48 affiche le message `Solving for`, le fait d'appuyer sur n'importe quelle touche, sauf ATTN, affiche des couples d'estimations et le signe des valeurs de l'équation pour chaque estimation. Si l'équation est indéfinie à l'estimation, ? s'affiche.



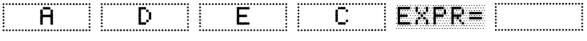
En surveillant les estimations intermédiaires, vous pouvez prendre connaissance des progrès de l'extracteur de racines—s'il a trouvé un renversement de signe (les estimations sont de signe opposé), ou s'il converge vers un minimum ou un maximum local (les estimations ont le même signe), ou s'il ne converge pas du tout. Dans ce dernier cas, mieux vaut peut-être arrêter l'exécution et reprendre avec une nouvelle estimation.

Comment est créé le menu de variables

Le menu de variables contient un libellé pour chacune des variables de l'équation en cours. Si la variable n'existe pas encore, elle est créée et ajoutée au répertoire en cours lorsque vous y stockez une valeur.

Si une des variables de l'équation en cours contient un objet algébrique (ou un nom ou un programme), la variable elle-même n'est pas incluse dans le menu de variables. A la place, ce sont les variables de l'objet algébrique qui sont utilisées.

Par exemple, si l'équation en cours est `'A=B+C'` et si *B* contient l'expression `'D+TAN(E)'`, le menu de variables est le suivant :



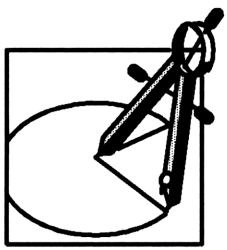
Notez que pour les équations qui contiennent une clause *Recherche* (voyez « Utiliser la fonction | (Recherche) » en page 22-27) ou une intégrale, une sommation ou une dérivée, la variable *de garde* apparaît dans le menu SOLVR. Par exemple, le menu SOLVR de l'équation

$$A + B - \int_0^1 2XdX = 0$$

comportera une touche portant le libellé [X]. Toutefois, *vous ne pouvez pas calculer la valeur* de cette variable.

18

Tracés élémentaires et analyse de fonctions



L'application Plot vous permet de tracer des graphes d'une ou de plusieurs fonctions en divers formats, de calculer des racines et d'autres paramètres, de représenter des données statistiques sous plusieurs formes et d'accentuer la présentation de vos tracés.

Pour tracer une fonction à main levée, vous procéderiez probablement de la manière suivante :

1. Vous rédigeriez la fonction.
2. Vous sélectionneriez la variable indépendante, par exemple x, dans la fonction. Puis vous détermineriez la plage d'échantillonnage de la variable indépendante ainsi que le nombre de points (régulièrement espacés) à évaluer dans cette gamme. A partir de ces informations vous traceriez un axe des x à une échelle convenable, et ensuite un axe des y à une échelle choisie en fonction de vos estimations des valeurs de l'équation pour la gamme d'échantillonage choisie.
3. Pour chaque valeur de x, vous calculeriez la valeur de l'équation, $f(x)$ et vous traceriez le point correspondant $(x, f(x))$.
4. Enfin vous relieriez ces points par une courbe régulière.

Le sujet de ce chapitre, l'application Plot, est l'analyse graphique des fonctions mathématiques—vous y apprendrez à spécifier l'équation en cours, à définir vos paramètres de traçage, et à analyser les courbes de fonctions. Tous les exemples de ce chapitre utilisent le type de tracé FUNCTION.

Le chapitre 19, « Tracés de haut niveau et objets graphiques » étend ces concepts à d'autres tracés et introduit la notion d'objet graphique.

Structure de l'application Plot

Vous pouvez utiliser l'application Plot pour tracer les courbes de fonctions représentées par des équations (ou des expressions ou programmes). L'application Plot contient des éléments qui rappellent la procédure de traçage manuelle décrite plus haut :

- La variable réservée *EQ* contient l'équation que vous désirez tracer. L'équation placée dans *EQ* est nommée *l'équation en cours*. Notez que *EQ* est également utilisée par HP Solve pour constituer le menu SOLVR.
- La variable réservée *PPAR* contient les spécifications de la variable indépendante, de l'affichage, le nombre de points d'échantillonnage sur la gamme de tracé et les axes.
- *PICT*, un élément de la mémoire du HP 48, joue le rôle de la feuille de papier sur laquelle vous traceriez votre courbe.

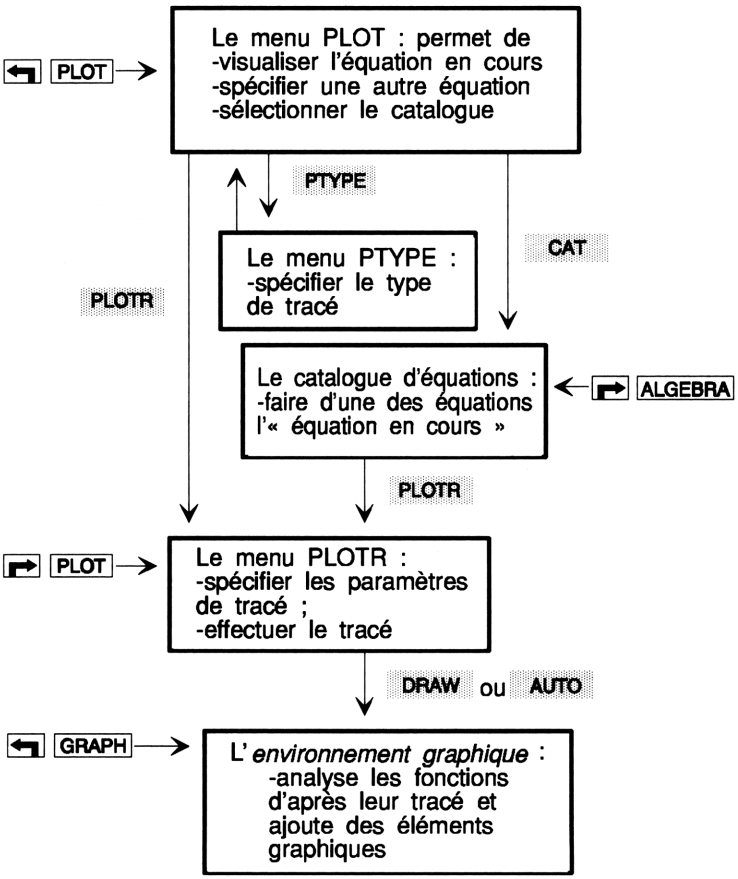
Ces éléments de données sont associés à deux menus et à un environnement spécial :

- Le menu PLOT est utilisé pour la sélection ou la modification de l'équation en cours. Le menu PLOT est aussi utilisé pour spécifier le *type de tracé*, qui a son tour, détermine comment le HP 48 interprète l'équation. Elle peut par exemple représenter une section conique—dans ce cas, le type de tracé approprié est CONIC.
- Le menu PLOTR est utilisé pour spécifier le contenu de *PPAR* et tracer la courbe.
- L'*environnement graphique* est utilisé pour visualiser le graphique, analyser le comportement mathématique du tracé, et pour y ajouter des éléments graphiques.

En général, vous utilisez les étapes suivantes pour tracer une équation avec l'application Plot :

1. Vous utilisez le menu PLOT pour stocker l'équation dans *EQ* et, si nécessaire, pour spécifier le type de tracé.
2. Vous utilisez le menu PLOTR pour définir les paramètres de tracé appropriés.
3. Vous dessinez le graphique.

4. Vous utilisez les opérations de l'environnement graphique pour obtenir des données du graphique, ou y ajouter des éléments graphiques.



Dans l'environnement graphique, l'affichage montre le contenu de *PICT* et le clavier est redéfini pour exécuter les opérations graphiques. Lorsque le HP 48 termine un tracé, il vous place automatiquement dans l'environnement graphique. Si vous repassez à l'affichage de la pile, *PICT* continue à « exister »—vous pouvez revenir à l'environnement graphique à tout moment pour examiner *PICT*.

Dans l'environnement graphique, vous n'avez pas accès à la pile. Toutefois, les opérations d'analyse de fonctions dans l'environnement graphique fournissent leurs résultats dans la pile. De plus, tout ou partie de *PICT* peut être copiée dans la pile, en tant qu'*objet graphique*. Les commandes du menu PRG DSPL vous permettent de travailler avec les objets graphiques dans la pile, puis de le replacer dans *PICT*.

Utiliser équations, expressions et programmes

18

Le HP 48 peut représenter sous forme graphique une équation, une expression ou un programme :

- **Equation.** Une équation est une objet algébrique contenant = (par exemple, `'A+B=C'`).
- **Expression.** Une expression est un objet algébrique ne contenant pas = (par exemple, `'A+B+C'`).
- **Programme.** Un programme, pour pouvoir être représenté, doit renvoyer un nombre réel.

Tout au long de ce chapitre et sauf indication contraire, le terme « équation » fait référence à tous les objets utilisés pour créer des tracés : équations, expressions algébriques, programmes et listes d'équations, d'expressions et de programmes.

Vous pouvez aussi représenter des données statistiques—voir « Tracer des données statistiques » en page 21-14.

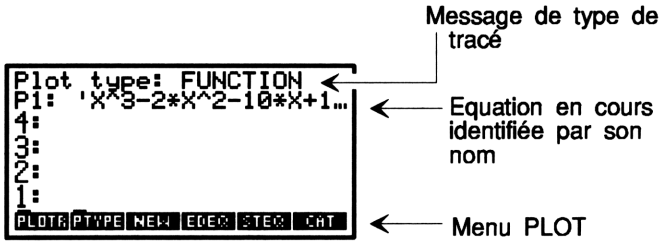
Spécification de l'équation en cours et du type de tracé

L'*équation en cours* est l'équation que vous avez résolue ou tracée en dernier lieu. Elle est stockée dans la variable réservée *EQ*. Vous changez l'équation en cours chaque fois que vous résolvez ou tracez une équation différente.

Pour vérifier l'équation en cours et le type de tracé :

- Appuyez sur ◀ PLOT.

Un message d'état sur deux lignes nomme l'équation en cours et le type de tracé—ou bien, s'il n'existe pas d'équation en cours, il donne les instructions de saisie d'une nouvelle équation. De plus, le menu PLOT est affiché.



Changer d'équation en cours et de type de tracé

La manière de spécifier l'équation en cours et d'utiliser le catalogue d'équations est traitée en détail dans le chapitre précédent sous le titre « Spécifier l'équation en cours » en page 17-3. Seules quelques-unes des instructions sont reprises ci-dessous.

Pour saisir et nommer une nouvelle équation en cours :

1. Introduisez l'équation au niveau 1. Vous pouvez la saisir en ligne de commande ou utiliser l'application EquationWriter.
2. Appuyez sur ◀ PLOT NEW.
3. Sans appuyer sur α, tapez un nom de l'équation et appuyez sur ENTER.

Pour changer le type de tracé :

1. Appuyez sur ◀ PLOT
2. Appuyez sur PTYPE.
3. Appuyez sur une touche de menu pour choisir l'un des huit types de tracé.

Vous pouvez aussi changer le type de tracé à l'étape suivante, lorsque vous définissez le tracé des paramètres avec le menu PLOTR.

Pour sélectionner et tracer une équation à partir du catalogue d'équations :

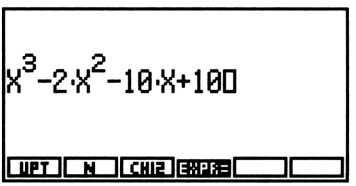
18

1. Appuyez sur ◀ PLOT CAT.
2. Appuyez sur ▲ et ▼ pour placer le curseur sur l'élément de la liste qui vous intéresse.
3. Pour faire de cette équation l'équation en cours (et pour commencer à définir et à dessiner le tracé), appuyez sur PLOTR.

Exemple : Faites de cette expression l'équation en cours : $x^3 - 2x^2 - 10x + 10$ et choissez FUNCTION comme type de tracé.

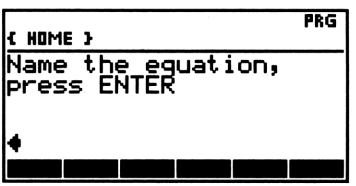
Tapez l'expression en utilisant EquationWriter.

▶ CLR
◀ EQUATION X y^x 3 ▶ −
2X y^x 2 ▶ −
10X + 10



Stockez l'équation en tant qu'équation en cours.

ENTER
◀ PLOT NEW



Le HP 48 vous demande le nom d'une variable et active le clavier alpha. Introduisez *P1*. Définissez, si nécessaire, le tracé FUNCTION.

P1 ENTER
(PTYPE FUNC si nécessaire)

Le menu PLOT et ses fonctions

Touche	Commande programmable	Description
◀ PLOT :		
PLOTR		Sélectionne le menu PLOTR pour spécifier les paramètres de tracé dans *PPAR* et pour dessiner la courbe.
PTYPE		Affiche le menu PTYPE pour spécifier le type de tracé.
NEW		Prend une équation dans le niveau 1, sollicite un nom de variable, stocke l'équation dans cette variable et fait de l'équation qu'elle contient l'équation en cours.
EDEQ		Place l'équation en cours en ligne de commande pour modification. Appuyez sur ENTER pour stocker les changements dans la variable et faire de la version modifiée l'équation en cours—ou bien appuyez sur ATTN pour abandonner les modifications.
STEQ	STEQ	Sauvegarde l'équation du niveau 1 comme équation en cours.
▶ STEQ	RCEQ	Rappelle l'équation en cours au niveau 1.
CAT		Sélectionne le catalogue d'équations.
◀ REVIEW		Réaffiche le message d'état de l'équation en cours.

Définir les paramètres de traçage et tracer la courbe

Lorsque vous tracez l'équation en cours, vous commencez par spécifier la variable indépendante et l'échelle, puis faites le tracé. Pour ce faire, vous utilisez normalement le menu PLOTR.

Pour définir le tracé :

- Appuyez sur PLOTR dans le menu PLOT ou le catalogue d'équations.

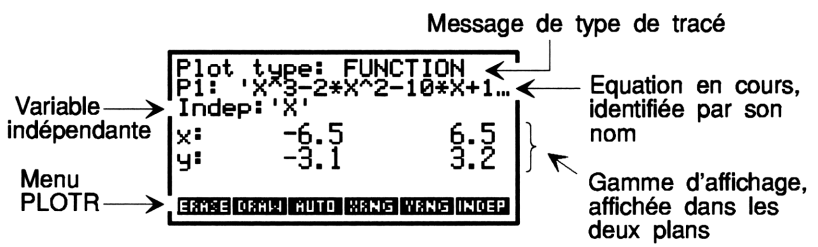
  ou

- Appuyez sur ▶ PLOT à tout moment.

Dans le catalogue d'équations, PLOTR fait également de l'équation choisie dans la liste, l'équation en cours.

L'affichage du menu PLOTR affiche un message d'état décrivant :

- Le *type de tracé* (présenté sous le titre « Choisir des type de tracé » en page 19-12).
- Les données de tracé en cours—soit *l'équation en cours*, soit les *données statistiques en cours*—s'il en existe.
- La variable *indépendente* et, si elle est spécifiée, la gamme de *traçage* (traitée sous le titre « Gamme de tracé et gamme d'affichage » en page 19-2).
- La gamme d'*affichage* dans les plans horizontal et vertical. Dans ce message, x indique toujours la direction horizontale et y, la direction veticale.



Spécifier la variable indépendante

Pour les tracés de fonction, les tracés polaires et paramétriques, seul le nom de la variable *indépendante* doit être spécifié. Si la variable indépendante en cours n'est pas celle qu'il vous faut, vous pouvez la changer (voir ci-dessous). La variable indépendante par défaut est X.

Pour changer la variable indépendante :

1. Introduisez son nom (avec des délimiteurs ').
2. Appuyez sur INDEP dans le menu PLOTR.

Le rôle de la variable indépendante dans la création de graphes de fonctions est traité de façon plus détaillée dans « Comment DRAW trace les points » en page 18-18.

Exemple : Si vous désirez tracer 'S=4*T^2+6', il vous faut spécifier la nouvelle variable indépendante T. Dans le menu PLOTR, appuyez sur ' T INDEP.

Spécifier gamme d'affichage et échelle

Vous pouvez définir les plages de valeurs représentées par la zone de traçage de deux manières :

- **Gammes d'affichage.** Ceci vous mène directement aux limites extrêmes de l'étendue du tracé.
- **Echelles et centre.** Cette méthode vous permet de définir le nombre d'unités par graduation sur chacun des deux axes, et les coordonnées du centre du tracé.

Quelle que soit la méthode que vous choisirez, vos spécifications sont affichées dans le menu PLOTR sous forme de gammes d'affichage, stockées dans la variable *PPAR*.

Pour définir une ou plusieurs gammes d'affichage :

- Pour changer la gamme horizontale, introduisez les deux limites de l'axe des x (appuyez sur SPC ou sur ENTER pour séparer les nombres), puis appuyez sur XRNG dans le menu PLOTR.
- Pour changer la gamme verticale, introduisez les deux limites de l'axe des y (appuyez sur SPC ou sur ENTER pour séparer les nombres), puis appuyez sur YRNG dans le menu PLOTR.

Les deux gammes d'affichage, verticale et horizontale, sont les gammes de valeurs représentées par le tracé que contient *PICT*. Si ces gammes ne correspondent pas à vos besoins, vous pouvez les changer. La gamme d'affichage par défaut, sur l'axe des x va de $-6{,}5$ à 6,5 unités, et sur l'axe des y, de $-3{,}1$ à 3,2 unités.

Il se peut aussi que vous n'ayez pas à spécifier la gamme d'affichage verticale—la gamme d'affichage sur l'axe des y est calculée pour vous si vous tracez le graphique avec le dispositif d'échelle automatique (voir plus loin la description de la commande AUTO).

Exemple : Spécifiez une gamme d'affichage sur l'axe des x allant de -10 à 40 unités. Dans le menu PLOTR, appuyez sur 10 [+/-] [SPC] 40 XRNG.

Pour spécifier l'échelle ou identifier le centre :

- Pour déterminer les échelles, saisissez la valeur de l'intervalle entre deux graduations de l'axe des x, appuyez sur [SPC] ou sur [ENTER], saisissez la valeur de l'intervalle entre deux graduations sur l'axe des y et appuyez sur SCALE dans le menu PLOTR.
- Pour fixer le centre du graphe, saisissez les coordonnées (x et y) sous forme d'un nombre complexe (appuyez sur [←][( )] x [SPC] y), puis appuyez sur CENT dans le menu PLOTR.

Vous pouvez utiliser SCALE si vous désirez que les intervalles entre les graduations représentent des valeurs significatives (telles que des valeurs entières) ou si vous désirez que l'échelle soit la même pour les deux axes. Les valeurs par défaut des échelles x et y sont 1 et 1.

Le centre du tracé est spécifié par un nombre complexe représentant ses coordonnées. Vous pouvez utiliser CENTR si vous désirez voir une certaine région du graphique. La valeur par défaut de CENTR est (0,0).

Exemple : Donnez à l'intervalle entre chaque graduation sur l'axe des x la valeur de 2 unités, et sur l'axe des y, de 5 unités. Indiquez que les coordonnées (40,50) se trouvent au centre de l'affichage. Appuyez sur 2 [SPC] 5 SCALE et sur [←][( )] 40 [SPC] 50 CENT.

Redéfinir les paramètres de tracé

Vous pouvez rendre à tous les paramètres de traçage, sauf le type de tracé, leurs valeurs par défaut. (Ceci efface aussi la zone de tracé *PICT*, et rétablit ses dimensions par défaut.)

Pour redéfinir les paramètres de tracé :

- Appuyez sur RESET dans le menu PLOTR.

Tracer la courbe

Après avoir tracé les paramètres, vous êtes prêt à tracer la courbe graphique. Vous pouvez le faire de deux manières :

- **Echelle automatique de l'axe des y.** Elle permet de tracer une courbe lorsque vous n'êtes pas certain de la gamme d'affichage de l'axe des y. La gamme d'affichage verticale est déterminée par échantillonnage de l'équation le long de l'axe des x.
- **Spécification de l'axe des y.** Ceci vous permet de conserver la gamme d'affichage de l'axe vertical ou l'échelle que vous avez spécifiée.

Pour tracer le graphique avec mise à l'échelle automatique :

- Appuyez sur AUTO dans le menu PLOTR.

Pour les tracés de fonctions, AUTO évalue l'équation à 40 valeurs différentes, régulièrement espacées parmi la gamme de la variable indépendante, calcule la gamme d'affichage vericale et trace le graphique (à l'aide de DRAW). AUTO efface également le tracé précédent, stocké dans *PICT*.

Pour dessiner le graphique une fois la gamme spécifiée :

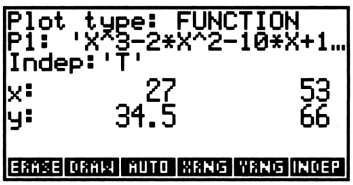
- Optionnel : pour effacer le tracé existant, appuyez sur ERASE dans le menu PLOTR.
- Appuyez sur DRAW dans le menu PLOTR.

DRAW est plus rapide qu'AUTO parce qu'il n'échantillonne pas l'équation.

Exemple : Utiliser AUTO. Tracez la même équation *P1* en utilisant l'échelle automatique et les paramètres de tracé par défaut. (La variable indépendante est X, qui est son nom par défaut.)

Appelez le menu PLOT et assurez-vous que vous utilisez bien l'équation *P1*.

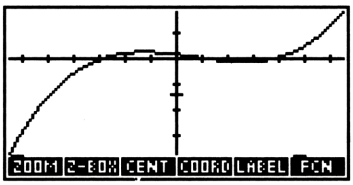
◀ PLOT PLOTR



18

Réinitialisez le tracé paramètres et tracez le graphique en utilisant les paramètres par défaut du tracé.

NXT RESET (*et non* RES)
◀ PREV AUTO



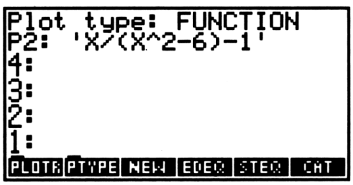
Appuyez sur ATTN pour revenir à l'affichage de la pile.

Exemple : Un tracé avec AUTO. Utilisez l'échelle automatique pour tracer l'équation

$$\frac{x}{x^2 - 6} - 1$$

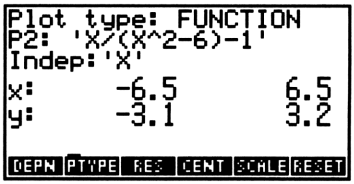
Tapez l'équation sous EquationWriter. Nommez-la *P2*.

◀ EQUATION
X ÷ X y^x 2 ▶
− 6 ▶ − 1
ENTER
◀ PLOT
NEW P2 ENTER



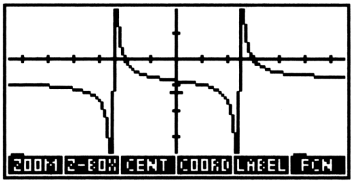
Appelez le menu PLOTR et redéfinissez les paramètres de tracé.

PLOTR (NXT) RESET



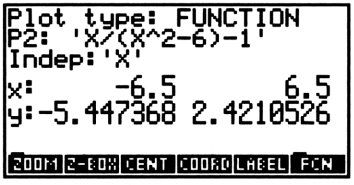
Dessinez le graphique en utilisant l'échelle automatique. (Les lignes verticales du tracé représentent le raccordement des points au niveau des discontinuités de la fonction—voir le sujet suivant, « Choisir entre tracés reliés et non reliés ».)

◀ (PREV) AUTO



Appuyez sur ◀ (REVIEW) pour vérifier le message d'état du menu PLOTR, afin de prendre connaissance de la nouvelle gamme d'affichage calculée pour l'axe des y. (Maintenez l'appui sur la touche (REVIEW) pour garder l'affichage du message.)

◀ (REVIEW) (maintenue)

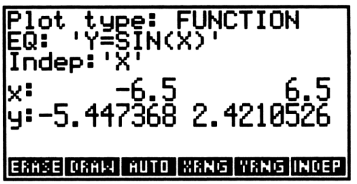


Appuyez sur (ATTN) pour revenir à la pile.

Exemple : Tracés à l'aide de DRAW, sur base de gammes d'affichage. Tracez l'équation $y = \sin(x)$. Utilisez une gamme de -5 à 5 sur l'axe des x-axis et de $-1{,}1$ à $1{,}1$ sur l'axe des y.

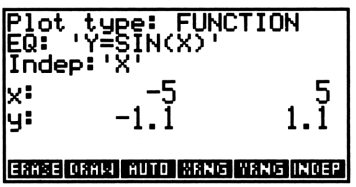
Sélectionnez le mode Radians, tapez l'équation et stockez la directement dans *EQ* sans la nommer.

(◀ RAD si nécessaire)
▶ Y ◀ = SIN X
◀ PLOT STEQ
PLOTR



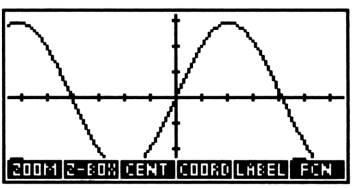
Définissez les gammes d'affichage.

5 +/- SPC 5 XRNG
1.1 +/- SPC 1.1 YRNG



Effacez le contenu de *PICT* et tracez le graphique.

ERASE DRAW

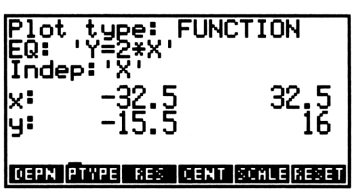


Appuyez sur ATTN ◀ RAD pour revenir à la pile d'affichage et sélectionnez le mode Degrés.

Exemple : Tracé avec DRAW et les gammes d'affichage. Tracez l'équation $y = 2x$. Pour que la pente (2) « ait l'air » correcte, spécifiez la même échelle sur les deux deux axes et placez l'origine (0,0) au centre de l'affichage.

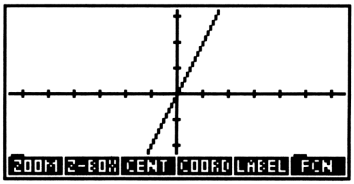
Tapez l'équation et stockez la directement dans *EQ* sans la nommer. Sélectionnez le menu PLOTR et spécifiez le centre et l'échelle. Pour l'échelle, spécifiez 5 unités par graduation. (Notez que les gammes d'affichage sont recalculées après l'exécution de SCALE.)

▶ Y ◀ = 2 × X
◀ PLOT STEQ
PLOTR NXT
◀ ( ) 0 SPC 0 CENT
5 SPC 5 SCALE



Tracez le graphique.

◀ (PREV) ERASE DRAW



Appuyez sur (ATTN) pour revenir à la pile.

Choisir entre tracés reliés et non reliés

Par défaut, DRAW relie les points calculés successifs par des segments de droite. Ces liaisons sont effectuées quelle que soit la position relative des points tracés. Cela peut parfois être indésirable, notamment dans le cas d'une fonction présentant une discontinuité. (Cf. l'exemple du tracé effectué avec AUTO montrait une fonction avec plusieurs discontinuités.)

Pour éviter que les points soient reliés :

1. Appuyez sur ◀ (MODES) (NXT).
2. Appuyez sur CNC■ ou sur CNCT .

Cette option « points reliés » (*connected*, CNC) n'est pas contrôlée par un paramètre de tracé—c'est un indicateur système qui la régit, −31, qui est désarmé par défaut. CNC■ indique que les points du tracé sont reliés (indicateur −31 désarmé). CNCT indique que les points ne sont pas reliés (indicateur −31 armé).

Résumé sommaire des fonctions de base du menu PLOTR

Le menu PLOTR contient les commandes fondamentales permettant de déterminer le tracé. D'autres opérations du menu PLOTR sont décrites sous le titre « Raffinements apportés aux tracés » en page 19-1.

Le menu PLOTR—Opérations de base

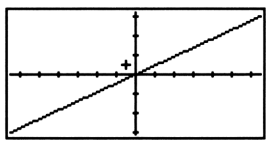
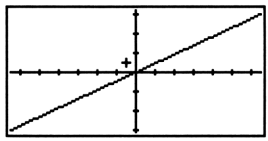
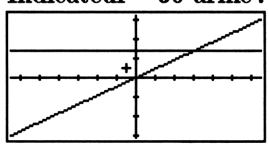
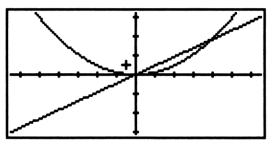
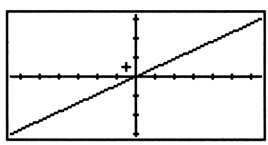
Touche	Commande programmable	Description
◀ PLOT PLOTR ou ▶ ALGEBRA PLOTR :		
ERASE	ERASE	Efface *PICT*, laissant à la place une image vide de même taille.
DRAW	DRAW	Dessine le tracé en utilisant les gammes x et y. DRAW n'efface pas *PICT*—le tracé est ajouté au contenu précédent de *PICT* s'il y en a un. Exécuté à partir d'un programme, DRAW n'incorpore pas d'axes dans le graphique. (◀ DRAW exécute STEQ. ▶ DRAW exécute RCEQ.)
AUTO	AUTO	Trace le graphique en utilisant la gamme de l'axe des x et met à l'échelle automatiquement l'axe des y. Tout tracé précédent stocké dans *PICT* est écrasé. Exécuté à partir d'un programme, AUTO ne met automatiquement à l'échelle que l'axe des y—il ne trace pas de graphe.
XRNG	XRNG	Définit la gamme d'affichage de l'axe horizontal en utilisant deux nombre réels comme arguments—x_{min} et x_{max}. (▶ XRNG rappelle la gamme d'affichage en cours de l'axe des x.)
YRNG	YRNG	Définit la gamme d'affichage de l'axe vertical en utilisant deux nombres réels comme arguments—y_{min} et y_{max}. (▶ YRNG rappelle la gamme d'affichage en cours de l'axe des y.

Le menu PLOTR—Opérations de base (suite)

Touche	Commande programmable	Description
INDEP	INDEP	Fait du nom introduit au niveau 1 la variable indépendante. INDEP peut aussi spécifier la gamme d'affichage pour la variable indépendante (voir « Gamme de tracé et gamme d'affichage » en page 19-2). (→ INDEP rappelle la variable indépendante en cours et sa gamme d'affichage si elle a été définie.)
PTYPE		Sélectionne le menu PTYPE pour changer le type de tracé.
CENT	CENTR	Utilise un nombre complexe (x,y) et en fait les coordonnées du centre de l'affichage. (→ CENT rappelle les coordonnées du centre en cours.)
SCALE	SCALE	Utilise comme arguments deux nombres réels. Le premier argument définit l'échelle des x en unités de 10 pixels. Le second argument définit l'échelle de l'axe des y. (→ SCALE renvoie les échelles des axes x et y.)
RESET		Remet tous les paramètres de tracé sauf le type de tracé à leur état par défaut et efface *PICT*, qui revient à ses dimensions par défaut (131 pixels de large sur 64 pixels de haut).
← REVIEW		Ré-affiche les paramètres de tracé.

Comment DRAW trace les points

Il semble nécessaire d'établir une fois encore la distinction entre équations, expressions et programmes. Pour les tracés de fonctions, DRAW traite les expressions et les programmes de la même manière—mais il trace les équations selon leur structure et le réglage de l'indicateur −30, comme on verra plus loin.

Contenu de EQ	Exemple	Graphique
'*expression*'	'3*X'	
'*nom=expression*'	'Y=3*X'	**Indicateur −30 désarmé :**  **Indicateur −30 armé :** 
'*expression=expression*'	'X^2=3*X'	
« *programme* »	« 3 X * »	

DRAW évalue chaque expression pour une série de valeurs de la variable indépendante *EQ*, sur l'axe des x. Ceci crée une série de

points $(x, f(x))$. Le nombre de valeurs de la variable indépendante pour lesquels l'expression est évaluée dépend de la *résolution* (traitée sous le titre « Spécifier la résolution » en page 19-4).

Pour les tracés de fonctions, la variable *dépendante* couramment spécifiée est ignorée. Les coordonnées de points tracés sont générés uniquement par évaluation de l'équation en cours pour une série de valeurs successives de la variable indépendante.

Tracer deux ou plusieurs équations

Vous pouvez tracer deux ou plusieurs équations par une simple exécution de DRAW ou de AUTO, en plaçant les équations dans une liste.

Pour créer une liste de deux ou plusieurs équations :

1. Appuyez sur ◀ PLOT CAT ou sur ▶ ALGEBRA pour appeler le catalogue d'équations.
2. Appuyez sur ▼ et ▲ pour placer le curseur sur une équation que vous désirez inclure dans la liste.
3. Appuyez sur EQ+ pour l'ajouter à la liste. (Si nécessaire, appuyez sur ◀ EQ+ pour effacer la dernière saisie de la liste.)
4. Répétez le processus pour chacune des équations que vous désirez inclure.
5. Appuyez sur PLOTR pour commencer le tracé des équations.

Chaque fois que vous appuyez sur EQ+, une liste contenant les équations choisies est affichée et mise à jour dans la zone d'état. Lorsque vous appuyez sur PLOTR, la liste, si elle n'a pas été nommée, est stockée dans *EQ*.

Pour tracer une liste d'équations :

1. Définissez les paramètres de tracé en utilisant le menu PLOTR.
2. Faites le tracé :
   - Pour utiliser l'échelle automatique fondée sur la première équation, appuyez sur AUTO.
   - Pour utiliser l'échelle spécifiée, appuyez sur DRAW.

Le fait de stocker une liste d'équations dans *EQ* ne suffit pas pour la nommer—et une liste sans nom est perdue si vous modifiez *EQ*. NEW ajoute .EQ au nom, qui vient s'ajouter au catalogue des équations.

Pour donner un nom à une liste d'équations stockée dans EQ:

1. Appuyez sur ◀ PLOT ▶ STEQ (la commande RCEQ) pour rappeler la liste au niveau 1.
2. Appuyez sur NEW pour la nommer.

Pour créer et nommer une liste d'équations:

1. Appuyez sur ◀ PLOT CAT ou sur ▶ ALGEBRA pour appeler la catalogue d'équations.
2. Utilisez EQ+ pour éventuellement ajouter d'autres équations à la liste.
3. Appuyez sur →STK pour copier la liste dans la pile.
4. Appuyez sur ATTN pour quitter le catalogue d'équations.
5. Appuyez sur ◀ PLOT NEW pour nommer la liste.

Travailler dans l'environnement graphique

Dès l'exécution de DRAW ou de AUTO, le HP 48 entre dans *l'environnement graphique*. L'affichage montre *PICT* et le menu GRAPHICS.

L'environnement graphique, comme le catalogue des équations, est un environnement spécial où le clavier est redéfini et limité à quelques opérations spécifiques. Il ne donne accès qu'au menu GRAPHICS et ses sous-menus.

Pour activer l'environnement graphique:

- Appuyez sur DRAW ou sur AUTO dans le menu PLOTR pour effectuer le tracé et visualiser les résultats.
  ou
- Appuyez sur ◀ GRAPH (la commande GRAPH) à tout moment.
  ou
- Appuyez sur ◀ si aucune ligne de commande n'est présente.

Pour sortir de l'environnement graphique :

- Appuyez sur (ATTN).

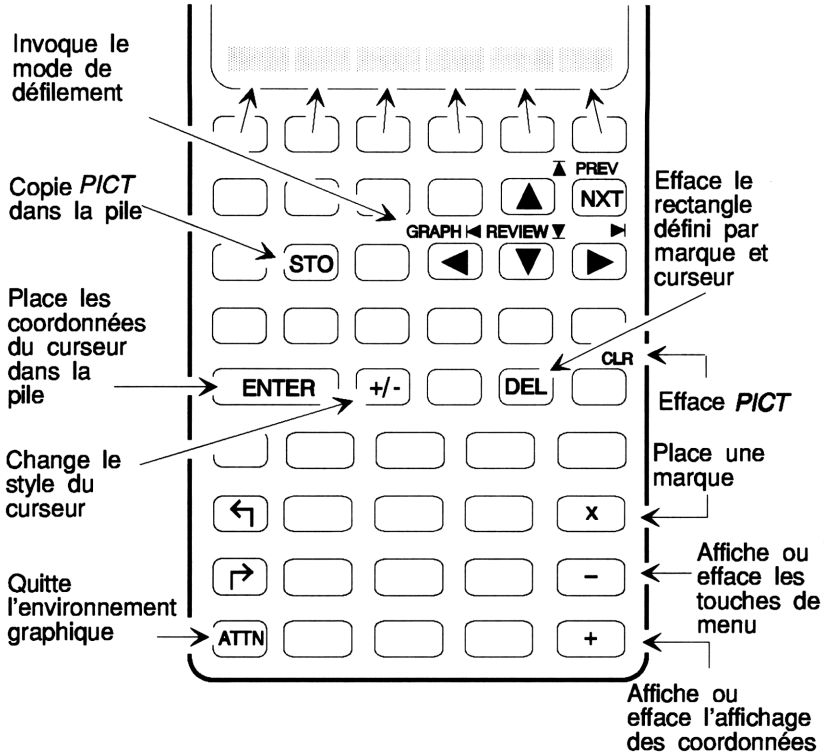
Lorsque vous quittez l'environnement graphique, *PICT* conserve son contenu—à tout moment, vous pouvez appuyer sur (←)(GRAPH) pour revenir à l'environnement graphique pour visualiser son contenu.

Opérations de l'environnement graphique

Touche	Description
COORD	Affiche les coordonnées de la position du curseur, remplaçant les touches de menu. Appuyez sur n'importe quelle touche de menu pour réafficher les labels de menu.
LABEL	Ajoute les labels des axes à *PICT*.
MARK	Marque un point de l'affichage. Si aucune marque n'existe encore, elle en crée une à la position du curseur. Si une marque existait à un autre endroit, elle est amenée à l'endroit du curseur. Si une marque existait sous le curseur, MARK l'efface. (Toutes les opérations qui nécessitent une marque en créent une à l'emplacement du curseur.)
+/−	Change le type de curseur. Dans son état par défaut, (+/−), le curseur est noir. Dans l'autre, (+/−■), le curseur est noir sur fond clair et clair sur fond noir.
KEYS	Efface les touches du menu GRAPHICS, affichant ainsi une plus grande partie de la courbe. Appuyez sur (−) ou sur n'importe quelle touche de menu pour rétablir le menu GRAPHICS.
(▲)(▼) (◀)(▶)	Déplace le curseur le graphique dans la direction indiquée. Précédée de (→), envoie le curseur au bord de l'affichage. Si le curseur est au bord de l'affichage *et* si *PICT* est plus grande que l'affichage, l'utilisation de (→) en préfixe envoie le curseur au bord de l'image de *PICT*.

Opérations de l'environnement graphique (suite)

Touche	Description
◀ GRAPH	Sélectionne le mode de défilement. Dans ce mode, les touches de menu sont effacées, et, si *PICT* est plus grand que l'affichage, les touches de curseur font défiler *PICT* dans la fenêtre d'affichage dans la direction indiquée. Appuyez sur ◀ GRAPH une fois encore pour revenir à l'affichage normal de l'environnement graphique.
ENTER	Place les coordonnées de la position du curseur dans la pile.
⊠	Place une marque (comme MARK).
+	Affiche ou efface les coordonnées du curseur.
−	Affiche et efface les touches de menu.
+/−	Change le style du curseur (analogue à +/−).
STO	Copie *PICT* dans la pile.
◀ REVIEW	Affiche temporairement le message d'état du menu PLOTR. Si vous maintenez l'appui sur REVIEW, le message d'état reste affiché.
▶ CLR	Efface *PICT*.
ATTN	Quitte l'environnement graphique.



Exploiter le tracé

Voici les opérations possibles dans l'environnement graphique :

- Vous pouvez vous servir du *Zoom* pour changer l'aspect du tracé—c'est le sujet suivant.
- Vous pouvez effectuer des *analyses de fonctions* pour obtenir des données mathématiques à partir du tracé—voir « Analyser des fonctions » en page 18-27.
- Vous pouvez ajouter des éléments graphiques au tracé-voir « Ajouter des éléments graphiques à PICT » en page 19-23.)

Utiliser le Zoom

Les opérations de zoom dans l'environnement graphique vous permettent d'examiner un endroit précis du tracé en plus grand détail ou de visualiser tout l'ensemble du tracé.

Pour tracer une autre région du graphe sans changer l'échelle :

1. Appuyez sur ▲ ▼ ◀ ▶ pour déplacer le curseur et placer un autre point au centre de l'affichage.
2. Appuyez sur CENT .

18

Pour utiliser le zoom en modifiant l'échelle :

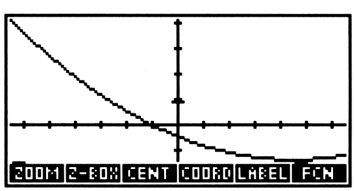
1. Appuyez sur ZOOM dans le menu GRAPHICS.
2. Spécifiez l'échelle :
   - Pour remettre à l'échelle l'axe des x et automatiquement remettre à l'échelle l'axe des y, appuyez sur XAUTO, saisissez le facteur de zoom pour x et appuyez sur ENTER.
   - Pour ne remettre à l'échelle que l'axe des x-axis, appuyez sur X , saisissez le facteur de x et appuyez sur ENTER.
   - Pour ne remettre à l'échelle que l'axe des y, appuyez sur Y , saisissez le facteur de zoom de y et appuyez sur ENTER.
   - Pour remettre les deux axes à l'échelle, appuyez sur XY , saisissez le facteur de zoom et appuyez sur ENTER.
3. Appuyez sur EXIT pour revenir au menu GRAPHICS.

Un facteur de zoom de 2 double l'axe ; un facteur de 0,5 affiche la moitié de l'axe. Le point placé au centre de l'affichage reste au centre.

Exemple : Trouvez le nombre d'intersections avec l'axe des x de l'expression $x^2 - 9x - 10$.

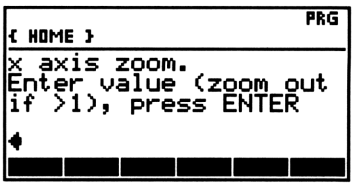
Stockez l'expression dans EQ, redéfinissez les paramètres de tracé et créez le graphique en utilisant l'échelle automatique.

' X y^x 2 − 9 × X − 10
↩ PLOT STEQ PLOTR
NXT RESET
NXT NXT AUTO



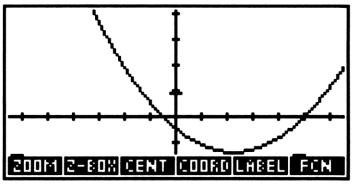
L'expression semble couper l'axe des x une deuxième fois en dehors de l'affichage. Faites un zoom en modifiant l'aspect de l'axe des x.

ZOOM X



Utilisez un facteur « Zoom out » de 2. Notez la deuxième interception de l'axe des x.

2 ENTER



Appuyez sur ATTN pour revenir à l'affichage de la pile.

Pour faire un zoom sur un point particulier :

1. Appuyez sur ▲ ▼ ◀ ▶ pour placer le curseur dans un coin de la région qui vous intéresse.
2. Appuyez sur Z-BOX (ou bien sur MARK ou ⊠) pour marquer cet endroit.
3. Placez le curseur :
   - Pour faire un zoom sur une zone x-y, placez le curseur sur l'angle diagonalement opposé de la région qui vous intéresse.
   - Pour conserver l'échelle de l'axe des y telle quelle, placez le curseur sur l'angle horizontalement opposé, à l'autre extrémité de l'axe des x.
   - Pour conserver l'échelle de l'axe des x telle quelle, placez le curseur à l'autre extrémité de l'angle des y.
4. Appuyez sur Z-BOX.

Pour faire un zoom sur une portion de l'affichage avec l'échelle automatique :

1. Appuyez sur ▲ ▼ ◀ ▶ pour placer le curseur à l'autre extrémité de la gamme de valeurs désirée sur l'axe des x (la verticale est ignorée).

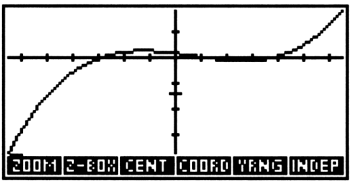
2. Appuyez sur Z-BOX (ou sur MARK ou ⊠) pour marquer cet emplacement.
3. Déplacez le curseur à l'autre extrémité de la gamme des x.
4. Appuyez sur ↰Z-BOX.

Le second exemple de la section suivante utilise Z-BOX avec l'échelle automatique pour trouver les racines de l'équation.

Exemple : Tracez l'équation de l'exemple précédent, *P1*, en faisant usage de l'échelle automatique et des paramètres de tracé par défaut. Puis faites un zoom sur une région pour examiner le comportement de la courbe près de l'origine.

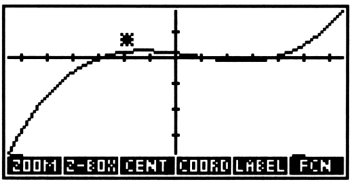
18 Sélectionnez *P1* dans le catalogue d'équations et tracez-la.

↱ALGEBRA (▼ si nécessaire)
PLOTR
NXT RESET ↰PREV AUTO



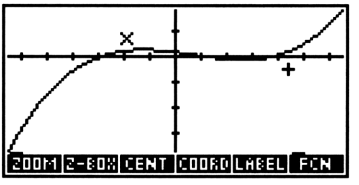
Utilisez les touches du curseur pour placer le curseur en haut et à gauche, comme indiqué ci-dessous et marquez cet endroit.

▲ ◀ (autant que nécessaire)
⊠



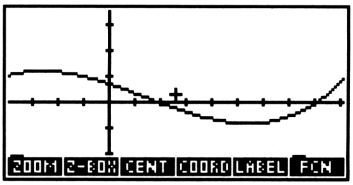
Maintenant placez le curseur en-dessous et à droite.

▶ ▼ (autant que nécessaire)



Faites un zoom sur cette région.

Z-BOX



Appuyez sur ATTN pour revenir à l'affichage de la pile.

Analyser des fonctions

Le menu GRAPHICS FCN permet d'analyser le comportement de tracés de fonctions. Vous utilisez le curseur graphique pour indiquer la région ou le point qui vous intéresse sur le graphique, puis exécutez le calcul désiré à partir du menu. Vous pouvez les valeurs des fonctions, leurs pentes, les aires inférieures des courbes, les racines, les extremums ou les points d'inflexion, et les intersections de deux fonctions. Vous pouvez aussi tracer des dérivées des fonctions tracées.

Le type de tracé en cours doit être FUNCTION ; de plus, *EQ* doit contenir une équation, une expression, ou une liste d'équations ou d'expressions. *EQ ne peut contenir un programme.*

Pour analyser un tracé de fonction :

1. Appuyez sur FCN dans le menu GRAPHICS.
2. Appuyez sur ▲ ▼ ◀ ▶ pour placer le curseur sur le point que vous désirez analyser. (Pour certaines opérations, le curseur a seulement besoin d'être *proche* de lui.)
3. Appuyez sur la touche de menu de l'analyse de fonction que vous désirez. Voir le tableau ci-dessous.
4. Appuyez sur EXIT pour revenir au menu GRAPHICS.

Lorsque vous effectuez une analyse de fonction, le HP 48 fonctionne comme suit :

- Il place le curseur sur le point du tracé correspondant (si ce point se trouve dans l'affichage).
- Il affiche un message dans la partie inférieure gauche de l'affichage, indiquant le résultat.
- Il renvoie le résultat dans la pile sous forme d'un objet identifié.

Le menu GRAPHICS FCN

Touche	Description
... FCN	(dans le menu GRAPHICS) :
ROOT	**Racine.** Place le curseur sur une racine (à l'intersection de la fonction et de l'axe des x) et affiche la valeur de la racine. Si celle-ci ne figure pas dans la zone affichée, ROOT affiche brièvement le message OFF SCREEN vavant d'afficher la valeur de la racine.
ISECT	**Intersection.** Si une seule fonction est tracée, place le curseur sur une racine (comme ROOT). Si deux ou plusieurs sont tracées, place le curseur sur l'intersection la plus proche des deux fonctions et affiche (x et y). Si l'intersection la plus proche n'est pas dans la fenêtre d'affichage, ISECT affiche brièvement le message OFF SCREEN avant d'afficher les coordonnées de l'intersection.
SLOPE	**Pente.** Calcule et affiche la pente de la fonction à l'abcisse du curseur et le place sur le point de la fonction où la pente a été calculée.
AREA	**Aire.** Calcule et affiche l'aire située sous la courbe entre deux abcisses définies par la marque et le curseur. (Avant d'exécuter cette opération, appuyez sur [x] pour marquer une extrémité de l'intervalle en abcisse, puis placez le curseur à l'autre extrémité.)
EXTR	**Extremum.** Place le curseur sur un extremum (minimum local ou maximum local) ou sur un point d'inflexion, et affiche ses coordonnées (x,y). Si l'extremum, ou le point d'inflexion le plus proche n'est pas dans la fenêtre d'affichage, EXTR affiche le message OFF SCREEN avant d'afficher la valeur.
EXIT	**Sortie.** Quitte le menu GRAPHICS FCN pour le menu principal GRAPHICS.
F(X)	**Valeur de la fonction.** Affiche la valeur de la fonction à l'abcisse du curseur et le place sur ce point de la courbe.

Le menu GRAPHICS FCN (suite)

Touche	Description
F'	**Dérivée.** Trace la première dérivée de la fonction et retrace la fonction initiale. Ajoute aussi l'expression symbolique qui définit la première dérivée au contenu de *EQ*. (Si *EQ* est une liste, F' ajoute cette expression au début de la liste. Si *EQ* n'est pas une liste, F' crée liste et insère l'expression à son début.)
NXEQ	**Equation suivante.** RFait remonter la liste dans *EQ* pour que la première équation passe en fin de liste, et le seconde en début de liste, et affiche celle-ci.)

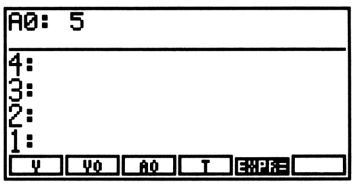
Si vous avez tracé deux ou plusieurs équations en plaçant une liste dans *EQ* (voir « Tracer deux ou plusieurs équations » en page 18-19), c'est la première fonction de la liste qui est analysée, à moins que vous ne spécifiez qu'il doit en être autrement. Appuyez sur NXEQ, dans le menu FCN, pour faire permuter les équations dans la liste.

Exemple : Une équation d'accélération constante $v = v_0 + a_0 t$.

Pour une vitesse initiale de $v_0 = 10$ et une accélération constante $a_0 = 5$, trouvez la vitesse au moment $t = 2$ et calculez le déplacement x entre $t = 0$ et $t = 10$. (Le déplacement est l'aire inférieure de la courbe vitesse/temps.)

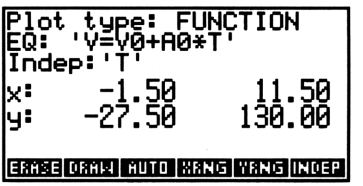
Tapez l'équation et stockez-la dans *EQ* sans la nommer. Utilisez le menu SOLVE parce qu'il permet de stocker facilement les valeurs de v_0 et a_0 avec le menu SOLVR.

' V ◀ = V0 + A0 × T
◀ SOLVE STEQ
SOLVR 10 V0 5 A0



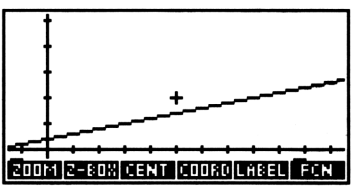
Activez le menu d'affichage 2 Fix pour que les coordonnées et les résultats de l'analyse de fonctions soient plus lisibles dans l'environnement graphique. Puis passez au menu PLOTR. Pour obtenir des valeurs entières pour les graduations des axes, utilisez SCALE pour spécifier 1 unité par graduation x et 25 unités par graduation y. Ceci permet des calculs exacts. Utilisez CENT pour spécifier le centre du tracé à (5, 50). Enfin, spécifiez T comme variable indépendante.

◀ MODES 2 FIX
▶ PLOT NXT
1 SPC 25 SCALE
18 ◀ ( ) 5 SPC 50 CENT
◀ PREV ▲ T INDEP



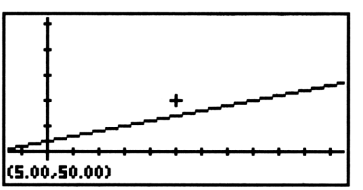
Effacez *PICT*, puis tracez le graphique.

ERASE DRAW



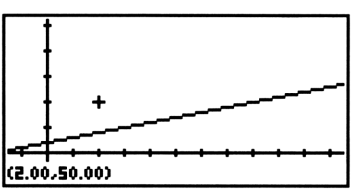
Vérifiez les coordonnées du curseur graphique. L'abcisse (la valeur de T) est 5.

COORD (ou +)



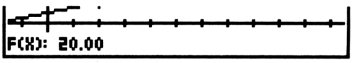
Maintenez appuyée la touche ◀ jusqu'à ce que l'abcisse soit exactement 2.00. (Notez que le mouvement du curseur est ralenti lorsque les coordonnées sont affichées.)

Maintenez l'appui sur ◀.



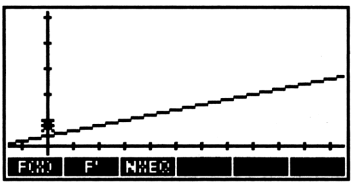
Appuyez sur n'importe quelle touche de menu (⊕ ou ⊖) pour réafficher les libellés. Puis sélectionnez la valeur de la fonction à $T = 2$. La vitesse est 20.

⊕
FCN (NXT) F(X)



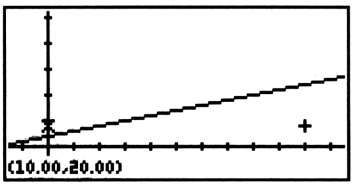
Maintenant calculez le déplacement entre $T = 0$ et $T = 10$. D'abord, rétablissez les touches de menu. Ensuite placez le curseur sur l'axe des y ($T = 0$), et mettez la marque.

⊕
Maintenez l'appui sur ◀
⊠.



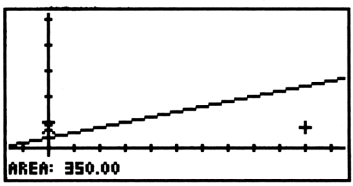
Affichez les coordonnées du curseur, placez le curseur sur le bord droit de l'affichage, puis vers l'arrière jusqu'à ce que son abcisse vale 10.

⊕
↷▶
puis maintenez ◀



Réaffichez les labels de menu et calculez l'aire—le déplacement.

⊕ (NXT) AREA



Revenez à la pile et notez que la valeur de la fonction et la surface ont été renvoyées dans la pile sous forme d'objets étiquetés.

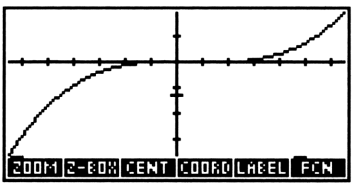
(ATTN) (ATTN)

Exemple : Pour l'expression $x^3 - 2x^2 - x + 2$, trouvez :

- Le nombre de racines réelles.
- La valeur de la racine placée le plus à gauche.
- La pente de l'expression pour la racine la plus à gauche.
- La valeur de l'expression sur l'axe y ($x = 0$).
- Les coordonnées du minimum local.

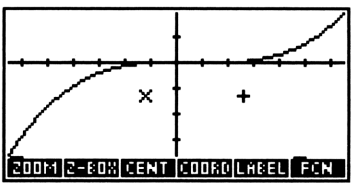
Tapez l'expression et stockez la dans EQ. Réinitialisez les paramètres de tracé, puis tracez la courbe en utilisant l'échelle automatique pour la gamme d'affichage de l'axe des y.

' X y^x 3 − 2 × X y^x 2
− X + 2
◀ PLOT STEQ
PLOTR NXT RESET
◀ PREV AUTO



La région intéressante nécessite un agrandissement, vous allez donc déplacer marque et curseur comme indiqué.

◀ (maintenue)
×
▶ (maintenue)

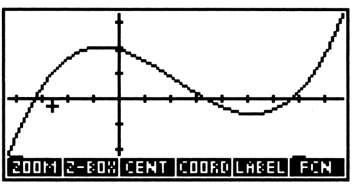


Maintenant faites un zoom sur la fenêtre, en échelle automatique pour l'axe des y. Vous pouvez voir qu'il existe trois racines réelles dans cette région.

◀ ZBOX

Déplacez le curseur vers la racine placée à l'extrême gauche.

◀ (maintenue)

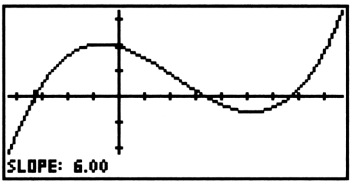


Trouvez sa valeur. Le curseur se place sur la racine et la valeur de celle-ci est affichée en bas, à gauche.

F6 ROOT

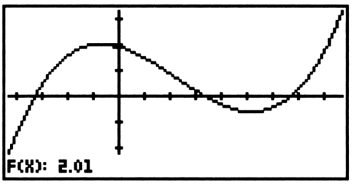
Calculez la pente de la fonction à la racine. (Appuyez sur n'importe quelle touche pour réafficher les labels de menu.) La valeur que vous obtenez pour la pente peut être légèrement différente de celle de l'illustration suivante, selon les dimensions de la région rectangulaire que vous avez définie avec ◀ Z-BOX.

− SLOPE



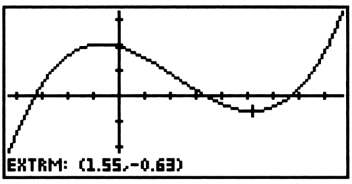
Placez le curseur sur l'axe des y ($x = 0$) et trouvez la valeur de la fonction. Le curseur se place sur le point correspondant de la fonction.

+
▶ (maintenue)
NXT F(X).



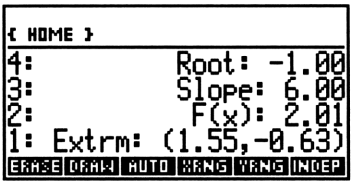
Placez le curseur sur une valeur de x proche du minimum et trouvez les coordonnées du minimum local.

+
▶ (maintenue)
NXT EXTR



Quittez l'environnement graphique et notez que les résultats ont été rassemblés dans la pile sous forme d'objets identifiés.

ATTN ATTN

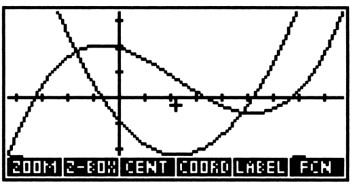


Exemple : Pour l'expression de l'exemple précédent, tracez la dérivée de l'expression et trouvez les coordonnées de l'intersection positive avec l'axe des x de la dérivée et de l'expression initiale.

18

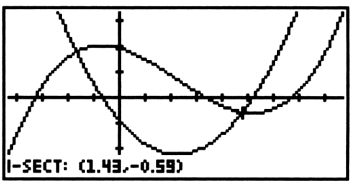
Revenez à l'environnement graphique et tracez la dérivée.

◀ GRAPH FCN NXT F'



Placez le curseur près de l'intersection positive avec l'axe des x et trouvez l'intersection.

▶ (maintenue)
FCN ISECT



Appuyez sur ATTN ATTN ◀ MODES STD pour revenir à la pile d'affichage et au mode Standard.

Autres notions sur l'analyse de fonctions

Analyser des tracés complexes

Les exemples de ce chapitre ont généré des tracés dans lesquels l'intersection des axes x et y était visible à l'affichage, vous aidant immédiatement à trouver les racines. Toutefois, selon l'expression et les gammes d'affichages utilisées, l'un des axes, ou les deux, peuvent ne

pas être visibles. Dans ce cas, vous pouvez appuyer sur ◀ REVIEW pour déterminer dans quelle partie de la courbe vous vous trouvez.

Supposons par exemple que vous traciez une courbe en échelle automatique et que l'axe des x ne soit pas sur votre graphe. Si, en appuyant sur ◀ REVIEW, vous voyez une gamme d'affichage de 230 à 410 pour l'axe des y, vous pouvez en conclure que la portion du graphique que vous regardez est située au-dessus de l'axe des x.

Voici quelques suggestions qui peuvent vous aider dans de tels cas :

- Si vous désirez mieux comprendre la forme générale de la fonction et ses relations avec les deux axes, vous pouvez la rapetisser avec le zoom pour la voir plus complètement. XAUTO est particulièrement utile pour ces explorations.
- Si vous désirez identifier une caractéristique particulière de la fonction, telle qu'une racine ou un extremum, vous pouvez exécuter l'opération correspondante dans le menu GRAPHICS FCN pour obtenir les coordonnées de cette caractéristique dans la pile. Quittez ensuite l'environnement graphique et utilisez CENT (dans le menu PLOTR) pour visualiser cette caractéristique lorsque vous retracerez la courbe. L'analyse de la forme de la fonction peut vous donner des indications sur l'emplacement des autres points intéressants de la courbe. Là encore, le zoom peut s'avérer efficace.

Comment fonctionne l'analyse des fonctions

Les opérations du menu GRAPHICS FCN sont liées aux commandes que vous exécutez en dehors de l'environnement graphique. (Dans la liste qui suit, la distinction entre expressions et équations est remise en exergue.)

ROOT — Exécute ROOT (l'extracteur de racines de l'application HP Solve) pour trouver une intersection avec l'axe des x. S'il y a plusieurs racines ou intersections, l'extracteur fournit la racine la plus proche de la position du curseur. Pour une équation, il cherche une racine à l'expression du membre droit de l'équation.

ISECT — Exécute ROOT. Pour une seule expression ou pour une équation dont la partie gauche n'a pas été tracée (indicateur −30 désarmé), ISECT fonctionne comme ROOT. Pour une équation dont les deux membres ont été tracés (indicateur −30 armé), ISECT cherche

l'intersection des deux membres. Pour deux expressions, il trouve leur intersection. Pour deux équations, il trouve l'intersection des deux membres droits.

SLOPE Exécute ∂, puis évalue l'expression résultante à l'abcisse du curseur.

AREA Exécute $\int$, en utilisant les valeurs x définies comme limites par la marque et le curseur.

EXTR Exécute ∂, puis cherche la valeur x la plus proche du curseur qui puisse rendre nulle l'expression résultante.

F(X) Evalue l'expression à la valeur x définie par le curseur.

F' Exécute ∂ puis place l'expression résultante dans une liste dans EQ avec l'expression originale et trace la liste.

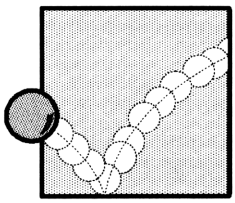
Résumé des opérations

Opérations dans l'environnement graphique

Touche	Description
ZOOM	Affiche le menu GRAPHICS ZOOM, qui sert à modifier automatiquement l'échelle et à recentrer le tracé. (Voir « Utiliser le Zoom » en page 18-24.)
Z-BOX	Retrace le graphique pour que la fenêtre rectangulaire, dont les coins opposés sont définis par la marque et par le curseur, remplisse l'affichage. (◀Z-BOX redessine le graphique de telle façon que la gamme de l'axe des x définie par la marque et le curseur remplisse l'affichage et *modifie automatiquement l'échelle* de l'axe des y.)
CENT	Retrace le graphique pour que la position du curseur vienne se placer au centre de l'affichage.
COORD	Affiche les coordonnées de la position du curseur, remplaçant les touches de menu. Appuyez sur n'importe quelle touche de menu pour réafficher les labels de menu.
FCN	Affiche le menu GRAPHICS FCN pour l'analyse des tracés de fonction. (Voir « Analyser des fonctions » en page 18-27.)

19

Tracés de haut niveau et objets graphiques



Le chapitre précédent traitait des tracés élémentaires de fonctions mathématiques. Le type de tracé était FUNCTION pour tous les exemples et relativement peu de paramètres de tracé étaient utilisés. Ce chapitre approfondit les concepts introduits au chapitre 18 :

- Spécifications d'options spéciales pour les tracés ;
- Travail avec les coordonnées de tracé ;
- Changements de taille apportés à *PICT* ;
- Tracés coniques, polaires, paramétriques, de vérité et statistiques ;
- Programmes de tracé et fonctions définies par l'utilisateur ;
- Tracés avec des unités ;
- Ajout d'éléments graphiques à *PICT* ;
- Travail avec objets graphiques dans la pile.

Raffinements apportés aux tracés

Vous pouvez améliorer vos tracés en modifiant le réglage standard du tracé :

- En ne traçant qu'une partie de la gamme d'affichage.
- En spécifiant des libellés d'axes spéciaux.
- En changeant la fréquence d'échantillonnage.

Gamme de tracé et gamme d'affichage

La *gamme de tracé* est la plage des valeurs de la variable indépendante pour laquelle l'équation en cours est évaluée. Si vous n'en spécifiez pas, le HP 48 utilise celle de l'axe des x (spécifiée par XRNG) comme gamme de tracé. Toutefois, vous pouvez spécifier une gamme de tracé différente :

- Pour les tracés polaires et les tracés paramétriques, la variable indépendante n'est pas liée à la variable de l'axe des x—vous spécifiez donc la gamme de tracé qui contrôle la gamme de la variable indépendante.

19

- Pour les tracés vrais et les tracés coniques, vous pouvez racourcir le temps de construction du tracé en spécifiant une gamme d'affichage plus courte que les gammes d'affichage des axes x et y. Ces types de tracé nécessitent la spécification d'une variable *dépendante*—vous pouvez spécifier pour elle une gamme différente de celle de la gamme de l'axe des y.

Pour spécifier une gamme de tracé pour une variable :

1. Introduisez la gamme de tracé :
   - Pour ne spécifier que la gamme, saisissez les deux limites de la gamme (appuyez sur SPC ou sur ENTER pour séparer les nombres).
   - Pour spécifier le nom de variable *et* sa gamme de tracé, saisissez une liste (avec { } comme délimiteurs) contenant le nom de la variable et les deux limites de la gamme et appuyez sur ENTER.
2. Définissez la gamme de tracé :
   - Pour définir la gamme de tracé de la variable indépendante ou de la variable de l'axe des x, appuyez sur INDEP dans le menu PLOTR.
   - Pour définir la gamme de tracé de la variable dépendante, appuyez sur DEPN dans le menu PLOTR.

Si vous utilisez INDEP et DEPND avec une liste pour spécifier à la fois la variable indépendante ou la variable dépendante et ses gammes de tracé, la liste prend la forme

{ *nom inférieure supérieure* }

Exemple : Spécifiez une gamme de tracé avec une variable indépendante allant de 0 à +10. Appuyez sur 0 SPC 10 INDEP.

Exemple : Spécifiez la variable indépendante T avec une gamme de tracé allant de 0 à +10. Appuyez sur ◀{} T ▶ 0 SPC 10 ENTER INDEP.

Spécifier axes et libellés

Si les axes sont dans la gamme de tracé, AUTO et DRAW les dessinent automatiquement avec des graduations placées tous les 10 pixels. Les axes se coupent normalement à (0, 0).

Vous pouvez changer les coordonnées du point d'intersection ; vous pouvez donner aux axes des libellés avec leur nom et leurs valeurs numériques extrêmes ; vous pouvez aussi spécifier des libellés pour les axes qui soient différents des noms de ceux des variables indépendante et dépendante.

Pour spécifier le point d'intersection ou les libellés des axes :

1. Introduisez les informations :
   - Pour spécifier le point d'intersection, saisissez ses coordonnées sous forme d'un nombre complexe.
   - Pour spécifier les libellés des axes, saisissez une liste (avec « » comme délimiteurs) contenant la chaîne du libellé de l'axe des x et une autre pour le libellé de l'axe des y et appuyez sur ENTER.
2. Appuyez sur AXES dans le menu PLOTR.

Vous pouvez spécifier point d'intersection *et* libellés avec une liste :

« (*x*,*y*) "*libellé de x*" "*libellé de y*" »

Pour donner des libellés aux axes en utilisant les données AXES :

- Appuyez sur LABEL dans le menu PLOTR.

LABEL affiche dans *PICT* les noms des variables indépendante et dépendante (à moins que vous ayez spécifié des libellés) et les coordonnées des points extrêmes des deux axes (sous le format d'affichage en cours).

Exemple : Assignez un libellé X2 à l'axe horizontal et un libellé F(X2) à l'axe vertical (quels que soient les noms des variables indépendante et dépendantes), puis donnez un libellé aux axes. (La liste AXES est « "X2" "F(X2)" ».) Appuyez sur ◀{} ▶" " X2 ▶ ▶" " F(X2) ENTER AXES LABEL.

Spécifier la résolution

Vous pouvez spécifier l'intervalle entre les valeurs de la variable indépendante utilisée pour créer le tracé. L'augmentation de la valeur de RES accélère la réalisation, mais diminue la précision.

Pour changer la résolution :

- Pour saisir des unités-utilisateur, saisissez un nombre pour la résolution, puis appuyez sur RES dans le menu PLOTR.
- Pour introduire les pixels, saisissez un entier binaire (avec # comme délimiteur), puis appuyez sur RES dans le menu PLOTR.
- Pour rétablir la résolution par défaut, saisissez 0 (ou # 0), puis appuyez sur RES dans le menu PLOTR.

Pour tous les types de tracé, RES utilise un nombre réel comme argument pour définir l'intervalle en unités-utilisateur. Pour les types de tracé FUNCTION, CONIC et TRUTH, vous pouvez spécifier l'intervalle en pixels en utilisant un entier binaire. (Pour les types de tracé POLAR et PARAMETRIC, un argument entier binaire n'a pas d'objet.) L'intervalle de résolution est aussi utilisé pour certains tracés de statistiques. Voici une liste des intervalles par défaut pour tous les types de tracé :

Intervalles de résolution par défaut

Type de tracé	Intervalle par défaut
Equation :	
FUNCTION	1 pixel (point tracé dans chaque colonne de pixels)
CONIC	1 pixel (point tracé dans chaque colonne de pixels)
TRUTH	1 pixel (point tracé dans chaque colonne de pixels)
POLAR	2°, 2 grads, ou $\pi/90$ radians
PARAMETRIC	(gamme de variable indépendante en unités-utilisateur)/130
Données statistiques :	
BAR	10 pixels (spécifie la largeur des barres)
HISTOGRAM	10 pixels (spécifie la largeur des barres)
SCATTER	(sans objet)

Résumé des opérations du menu PLOTR

Les commandes suivantes du menu PLOTR vous permettent de préciser vos tracés.

Le menu PLOTR

Touche	Commande programmable	Description
◀ PLOT PLOTR ou ▶ ALGEBRA PLOTR :		
INDEP	INDEP	Définit le nom du niveau 1 comme variable indépendante. INDEP peut aussi spécifier la *gamme de tracé* de la variable indépendante. (▶ INDEP rappelle la variable indépendante en cours et sa gamme de tracé si elle a été spécifiée.)
DEPN	DEPND	Définit le nom du niveau 1 comme variable dépendante (pour tracés coniques et de vérité). DEPND peut aussi spécifier la gamme de tracé de la variable dépendante. (▶ DEPN rappelle la variable dépendante en cours et ses gammes de tracé si elle a été spécifiée.)
RES	RES	Définit la *résolution* du tracé. (▶ RES rappelle la résolution en cours.)
AXES	AXES	Définit les coordonnées de l'intersection des axes en utilisant le nombre complexe du niveau 1 comme argument. AXES peut aussi spécifier des libellés d'axes distincts de INDEP et de DEPND. (▶ AXES renvoie l'intersection des axes actuelle.)

Le menu PLOTR (suite)

Touche	Commande programmable	Description
DRAX	DRAX	Ajoute des axes à *PICT*. (Inutile si vous exécutez DRAW ou AUTO au clavier.)
LABEL	LABEL	Ajoute des libellés d'axes à *PICT*.
*H	*H	Multiplie l'échelle verticale par l'argument *n* du niveau 1. (Fait un *grossissement* de zoom si $n<1$.)
*W	*W	Multiplie l'échelle horizontale par l'argument *n* du niveau 1. (Fait un *grossissement* de zoom si $n<1$.)
PDIM	PDIM	Change la taille de *PICT*. (→ PDIM renvoie la taille de *PICT*.)
← REVIEW		Réaffiche les paramètres de tracé.

19

Comprendre la variable PPAR

Le HP 48 utilise une variable de paramètre de tracé intégré nommée *PPAR* pour stocker les paramètres de tracé. Ces paramètres sont normalement contrôlés à l'aide des commandes du menu PLOTR. Parec que *PPAR* est une variable, vous pouvez avoir des valeurs *PPAR* différentes dans chaque répertoire. *PPAR* contient une liste des objets suivants :

$$\{\ (x_{min}, y_{min})\ (x_{max}, y_{max})\ \textit{indép}\ \textit{rés}\ \textit{axes}\ \textit{ptype}\ \textit{dépend}\ \}$$

Contenu de la liste PPAR

Elément	Description	Valeur par défaut
(x_{min}, y_{min})	Un nombre complexe représentant les coordonnées du coin inférieur gauche de la plage d'affichage.	(−6,5,−3,1)
(x_{max}, y_{max})	Un nombre complexe représentant les coordonnées du coin supérieur droit de la plage d'affichage.	(6,5, 3,2)
indép	Variable indépendante. Le nom de la variable, ou une liste contenant son nom et deux nombres réels (la gamme de tracé horizontale).	*X*
rés	Résolution. Pour les équations, un nombre réel ou un entier binaire représentant l'intervalle entre les points. Pour les données statistiques, la signification varie.	0 (points tracés dans chaque collone de pixels)
axes	Un nombre complexe représentant les coordonnées de l'intersection des axes, ou une liste contenant l'intersection et des libellés (chaînes) pour les deux axes.	(0,0)
ptype	Nom de commande spécifiant le type de tracé.	FUNCTION
dépend	Variable dépendante. Le nom de la variable, ou une liste contenant le nom et deux nombres réels (la gamme verticale du tracé).	*Y*

Pour rétablir les valeurs par défaut de PPAR :

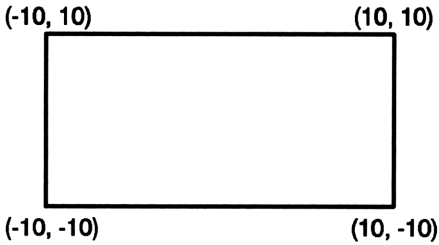
- Appuyez sur RESET dans le menu PLOTR.

L'opération RESET remet tous les paramètres de *PPAR* dans leur état par défaut—sauf le type de tracé—et efface *PICT*, lui rendant sa taille par défaut.

Utiliser des coordonnées de tracé

La taille de *PICT* (ou tout autre objet graphique dans la pile), ou la position d'un de ses points, sont exprimés en termes de *coordonnées* horizontales et verticales. Il y a deux systèmes d'unités pour les coordonnées de tracé :

- **Coordonnées en unités-utilisateur.** (Ou simplement « unités ».) Représentées par un nombre complexe donnant les coordonnées forizontales et verticales. Elles sont interprétées selon les deux premiers paramètres de *PPAR*, (x_{min}, y_{min}) et (x_{max}, y_{max}). Par exemple, si (x_{min}, y_{min}) est (−10, −10) et si (x_{max}, y_{max}) est (10, 10), les coordonnées (−10, 10) représentent le pixel supérieur gauche de l'objet graphique. (Les objets graphiques de la pile n'ont pas de coordonnées en unités-utilisateur.)



- **Coordonnées en pixels.** Elles sont représentées par une liste contenant deux entiers binaires, qui sont l'adresse du pixel. Par exemple, {#0 #0} représente le pixel supérieur gauche.

Pour convertir une coordonnée en un autre type :

- Pour convertir des unités-utilisateur en pixels, saisissez le nombre complexe (x , y) et appuyez sur PRG DSPL NXT C→PX .
- Pour convertir des pixels en unités-utilisateur, saisissez la liste { #n_x #n_y } et appuyez sur PRG DSPL NXT PX→C .

La conversion utilise les paramètres en cours, dans *PPAR*.

Commandes de conversion de coordonnées

Touche	Commande programmable	Description
PRG DSPL (page 2) :		
PX→C	PX→C	Convertit en pixels les coordonnées en unités-utilisateur. Prend l'argument de liste { #n_x #n_y } au niveau 1 et renvoie (x , y).
C→PX	C→PX	Convertit en pixels les coordonnées en unités-utilisateur. Prend (x , y) au niveau 1 et renvoie { #n_x #n_y }.

Changer la taille de PICT

Vous pouvez agrandir *PICT* par rapport à sa taille par défaut (131 pixels sur 64)—et soit conserver les mêmes facteurs d'échelle x et y, soit garder les mêmes x et y et afficher les gammes au-dessus du nouveau format.

Pour changer la taille de PICT :

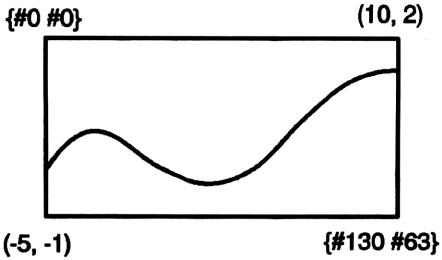
- Pour garder la même échelle, saisissez deux nombres complexes (avec ( ) comme délimiteurs) spécifiant les coordonnées des angles diagonalement opposés en unités-utilisateur, puis appuyez sur PDIM dans le menu PLOTR.
- Pour garder les même gammes d'affichage, saisissez deux entiers binaires (avec # comme délimiteur) spécifiant les tailles horizontale et verticale en pixels, puis appuyez sur PDIM dans le menu PLOTR.

Le résultat de la commande PDIM (*PICT dimension*) dépend du type de coordonnées—unités-utilisateur ou pixels—bien que les deux formes changent la taille de *PICT*.

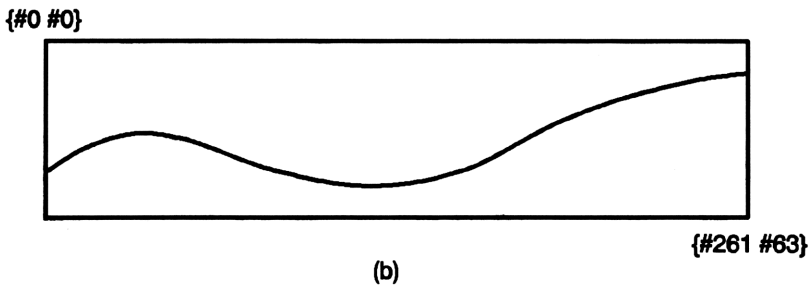
Exemple : Supposons que *PICT* ait actuellement sa taille par défaut, (#131 de large sur #64 de haut en pixels) et que la gamme d'affichage de l'axe des x en cours soit -5 à 10 et celle de l'axe des y, -1 à 2. Supposons aussi que *PICT* contienne le graphe montré en figure (a) ci-contre.

Pour doubler la gamme de x de *PICT* dans la direction horizontale et conserver les mêmes échelles (unités par pixel), saisissez `(-10,-1)` et `(20,2)` et appuyez sur `PDIM`. (*PICT* devient large de #261 et haut de #64 en pixels.) Si vous retracez le graphique, le résultat est l'ajout de points aux deux extrémités du graphe, comme l'indique la figure (c).

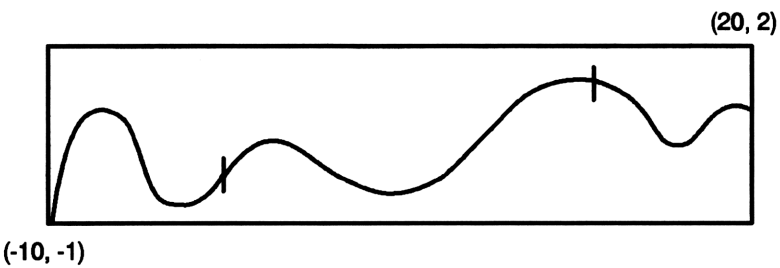
Pour doubler la taille de *PICT* dans la direction horizontale et conserver les gammes d'affichage, entrez `#262` et `#64` et appuyez sur `PDIM`. (L'échelle de l'axe x en unités par pixel est diminuée de moitié.) Si vous retracez le graphe, le résultat est une « esquisse » du graphe, illustrée en figure (b).



(a)



(b)



(c)

Changer la taille de PICT

Choisir des types de tracé

Le type de tracé indique au HP 48 comment interpréter l'équation en cours (ou les données statistiques pour les types de tracé statistiques). Le message d'état du menu PLOT indique le type de tracé en cours.

Vous pouvez choisir huit types de tracé différents :

- **Equations.** FUNCTION, CONIC, POLAR, PARAMETRIC et TRUTH.
- **Données statistiques.** SCATTER, HISTOGRAM et BAR. (Voir « Tracés statistiques » en page 19-21.)

Pour prendre connaissance du type de tracé en cours :

- Appuyez sur ◀ PLOT.

Pour changer de type de tracé :

1. Appuyez sur PTYPE dans les menus PLOT ou PLOTR.
2. Appuyez sur une touche de menu pour sélectionner l'un des huit types de tracé.

Le menu PTYPE

Touche	Commande programmable	Description
... PTYPE (dans le menu PLOTR) :		
		Equations.
FUNC	FUNCTION	Prépare les tracés des équations qui renvoient un seul $f(x)$ pour chaque valeur de x.
CONIC	CONIC	Prépare les tracés des sections coniques—cercles, ellipses, paraboles et hyperboles.
POLAR	POLAR	Prépare les tracés des expressions qui renvoient un rayon pour chaque valeur de l'angle polaire spécifié.
PARA	PARAMETRIC	Prépare les tracés des équations qui renvoient un résultat complexe pour chaque valeur de la variable indépendante spécifiée.

Le menu PTYPE (suite)

Touche	Commande programmable	Description
TRUTH	TRUTH	Prépare les tracés des expressions qui renvoient une valeur vraie (1) ou fausse (0) pour chaque couple de valeurs de x et de y, telles que les équations avec fonctions de comparaison.
		Données statistiques.
BAR	BAR	Prépare le tracé d'un diagramme à barres pour les données d'une colonne spécifiée (XCOL) d'une matrice statistique.
HIST	HISTOGRAM	Prépare le tracé d'un histogramme de fréquences pour les données d'une colonne spécifiée (YCOL) de la matrice statistique.
SCATT	SCATTER	Prépare le tracé des points de deux colonnes (XCOL et YCOL) de la matrice statistique.

Tracés de fonctions

FUNCTION est le type de tracé par défaut. Tous les exemples du chapitre 18 utilisaient le type de tracé FUNCTION.

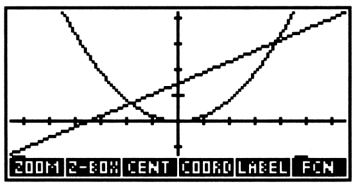
Le type de tracé FUNCTION

Forme de l'équation	Exemple	Points tracés
$f(x)$	$x^3 - 5x^2 + 20$	$(x, f(x))$
$y = f(x)$	$y = x^2 + x + 4$	Indicateur -30 désarmé : $(x, f(x))$ Indicateur -30 armé : $(x, f(x))$ et (x, y)
$f(x) = g(x)$	$x^2 = 2x + 7$	$(x, f(x))$ et $(x, g(x))$

Exemple : Tracez l'équation $x^2 = 2x + 7$.

Définissez le type de tracé FUNCTION, remettez à leur valeur par défaut les paramètres de tracé et tracez un graphe avec mise à l'échelle automatique. (Les valeurs de x auxquelles les deux droites se rencontrent sont des racines de l'équation.)

◀ PLOT
' X y^x 2
◀ = 2 × X + 7 STEQ
PTYPE FUNC
PLOTR NXT RESET
NXT NXT AUTO



19

Appuyez sur ATTN pour revenir à la pile.

Fonctions coniques

L'équation d'une fonction conique est au plus du second degré, à la fois pour x et pour y. Par exemple, les équations suivantes sont toutes adéquates pour le tracé de fonctions coniques :

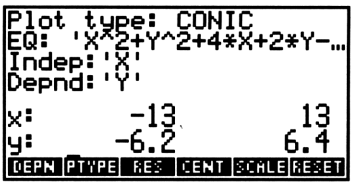
$$\begin{aligned} x^2 + y^2 + 4x + 2y - 5 &= 0 \quad \text{(cercle)} \\ 5x^2 + 3y^2 - 18 &= 0 \quad \text{(ellipse)} \\ x^2 - 4x + 3y + 2 &= 0 \quad \text{(parabole)} \\ 2x^2 - 3y^2 + 3y - 5 &= 0 \quad \text{(hyperbole)} \end{aligned}$$

Notez que la variable spécifiée par DEPND *est* utilisée lorsque le type de tracé est CONIC. Notez aussi que l'échelle automatique peut ne pas être utile dans le cas des sections coniques—utilisez CENT et SCALE à la place.

Exemple : Tracez la fonction conique pour l'équation $x^2 + y^2 + 4x + 2y - 5 = 0$.

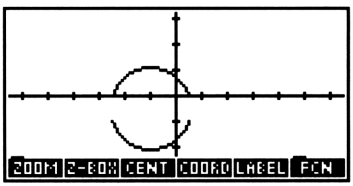
Définissez le type de tracé CONIC, définissez les paramètres de tracé, et utilisez CENT et SCALE pour dessiner un cercle.

◀ PLOT
' X y^x 2 +
Y y^x 2 + 4 × X
+ 2 × Y − 5 ◀ = 0
STEQ PTYPE CONIC
PLOTR ' X INDEP
NXT ' Y DEPN
◀ ( ) 0 SPC 0 CENT
2 SPC 2 SCALE



Tracez la fonction conique.

◀ PREV
ERASE DRAW

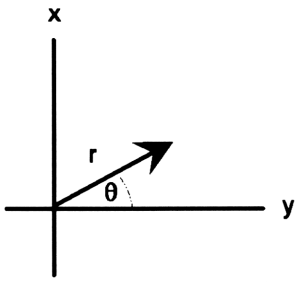


Appuyez sur ATTN pour revenir à la pile.

Pour les tracés coniques, le HP 48 trace en fait séparément les deux branches de la fonction conique. Ceci peut amener une ou deux discontinuités dans un graphe à points reliés, comme dans l'exemple précédent. La spécification d'une résolution plus fine (qui réduit l'intervalle entre les points) contribue à l'élimination des discontinuités (voir « Spécifier la résolution » en page 19-4).

Tracés polaires

Dans les tracés polaires, l'angle polaire est la variable indépendante—θ dans cette illustration.



Les tracés polaires

19

Forme de la fonction	Exemple	Points tracés
$f(\theta)$	$\cos\theta + \sin\theta$	$(f(\theta), \angle\theta)$
$r = f(\theta)$	$r = 2\cos\theta$	$(f(\theta), \angle\theta)$
$\theta = constante$	$\theta = 0, 2\pi$	droite radiale
$f(\theta) = g(\theta)$	$4\sin\theta = r^2$	$(f(\theta), \angle\theta)$ et $(g(\theta), \angle\theta)$

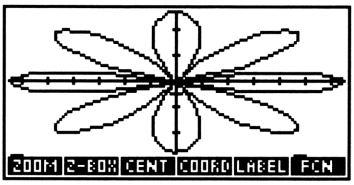
Sauf si vous le spécifiez différemment, les tracés sont effectués pour un cercle complet de la variable indépendante θ (0 à 360 degrés, 2πradians ou 400 grades, selon le mode d'angle). Voir « Gamme de tracé et gamme d'affichage » en page 19-2.

Si vous utilisez l'échelle automatique, le HP 48 calcule une valeur appropriée pour les gammes des axes x et y, en fonction de la gamme de θ—mais les échelles x et y peuvent différer dans ce cas.

Exemple : Tracez l'équation polaire $r = 2\cos(4\theta)$ pour les valeurs de θ dans la gamme par défaut de 0° à 360°. (Cet exemple suppose le mode Degrés.)

Stockez l'équation dans *POL*. (Pour introduire θ, appuyez sur ⍺ ↷ F). Sélectionnez le type de tracé POLAR, spécifiez la variable indépendante θ, puis tracez le graphe en utilisant l'échelle automatique.

↶ RAD (si nécessaire)
↶ PLOT
' R ↶ = 2 × COS 4 × θ
NEW POL ENTER
PTYPE POLAR
PLOTR ' θ INDEP
AUTO



Appuyez sur ATTN pour revenir à la pile.

Dans cet exemple, l'échelle automatique amène deux échelles différentes pour les échelles des axes x et y, comprimant le tracé dans l'axe vertical.

Tracés paramétriques

Dans les équations paramétriques, deux variable dépendantes (généralement x et y), représentées par les axes horizontal et vertical, sont exprimées comme fonctions d'une variable indépendante (généralement t).

Par exemple, ces équations paramétriques définissent x et y dans les termes de la variable indépendante t :

$$x = t^2 - t \qquad \text{et} \qquad y = t^3 - 3t$$

Pour les tracer, ces équations ou programmes doivent renvoyer un résultat complexe qui fournisse les coordonnées (x,y). Il faut aussi spécifier la gamme de tracé pour la variable indépendante—sans rapport avec la gamme d'affichage de l'axe des x. Voir « Gamme de tracé et gamme d'affichage » en page 19-2.

Pour tracer les équations ci-dessus, vous pouvez les écrire sous la forme d'une expression qui renvoie un résultat complexe $x + yi$:

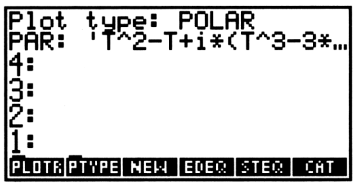
```
'T^2-T+i*(T^3-3*T)'
```

Si vous utilisez l'échelle automatique, le HP 48 des axes x et y appropriés fondés sur la gamme de tracé de la variable indépendante.

Exemple: Tracez les l'équation ci-dessus pour les valeurs de t comprises entre -3 et $+3$.

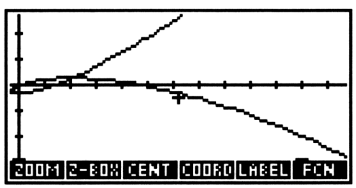
Stockez l'expression dans *PAR*. (Pour introduire le nombre complexe i, appuyez sur α ↶ I.)

' T y^x 2 − T +
i × ↶ ( ) T y^x 3
− 3 × T
↶ PLOT NEW
PAR ENTER



19 Définissez le type de tracé PARAMETRIC, spécifiez la variable indépendante et ses gammes de tracé et tracez le graphe avec l'échelle automatique.

PTYPE PARA
PLOTR ↶ { } T SPC 3 +/− SPC
3 ENTER INDEP
AUTO



Appuyez sur ATTN pour revenir à la pile.

Tracés de vérité (relationnels)

Les tracés de vérité évaluent les expressions qui renvoient des résultats vrais (tout nombre réel différent de zéro) ou faux (0). Chaque pixel pour lequel l'expression est vraie est *activé*—il reste *inchangé* si l'expression est fausse.

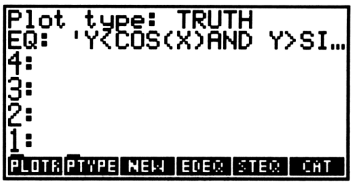
La variable que vous spécifiez en utilisant DEPND définit la variable (indépendante) pour l'axe vertical.

A moins que ce soit spécifié, chaque pixel de l'affichage est évalué. Vous pouvez accélérer l'exécution du tracé en spécifiant une gamme x et y plus réduite. Voir « Gamme de tracé et gamme d'affichage » en page 19-2.

Exemple: Tracez un graphe de vérité pour l'expression 'Y<COS(X) AND Y>SIN(X)' sur une gamme d'affichage pour l'axe des x-axis de $-\pi$ à $\pi/2$ radians et pour l'axe des y de $-1{,}5$ à $1{,}5$. Pour accélérer le tracé, spécifiez une gamme d'affichage plus réduite.

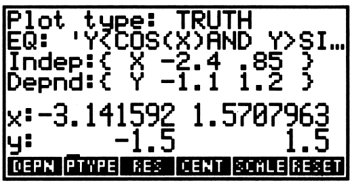
Sélectionnez le mode Radians et stockez l'expression dans *EQ*. (Pour taper <, appuyez sur α ◀ 2. Pour taper >, appuyez sur α ▶ 2.) Définissez le type de tracé TRUTH.

◀ RAD (si nécessaire)
' Y < COS X ▶
PRG TEST AND
Y > SIN X
◀ PLOT STEQ
PTYPE TRUTH



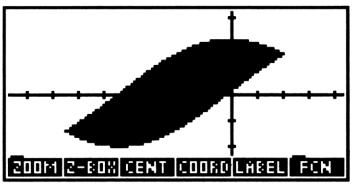
Spécifiez les gammes d'affichage—utilisez −1,5 à 1,5 pour l'axe des *y*. Spécifiez les variables horizontale et verticale et limitez leur gamme d'affichage : −2,4 à 0,85 pour *X* et −1,1 à 1,2 pour *Y*.

PLOTR
◀ π +/− ▶ →NUM
ENTER 2 ÷ +/− XRNG
1.5 +/− SPC 1.5 YRNG
◀ {} X SPC 2.4 +/− SPC .85
ENTER INDEP
◀ {} Y SPC 1.1 +/− SPC 1.2
ENTER NXT DEPN



Tracez le graphe. (Cela peut prendre plusieurs minutes.)

◀ PREV ERASE DRAW



Appuyez sur ATTN ◀ RAD pour revenir à la pile d'affichage et au mode Degrés.

Tracés de programmes et de fonctions-utilisateur

Vous pouvez représenter graphiquement des expressions et des équations—mais vous pouvez aussi représenter des programmes. Et ces expressions, équations et programmes peuvent comporter des fonctions-utilisateur.

Vous pouvez tracer un graphe de programme si celui-ci n'utilise pas la pile ; il faut également qu'il utilise la variable indépendante et renvoie un seul nombre identifié dans la pile :

19

- **Résultat réel.** Equivalent aux expressions $f(x)$ (type FUNCTION) et $r(\theta)$ (type POLAR). Par exemple, le programme

  ```
  « IF 'X<10' THEN '3*X^3-45*X^2+350' ELSE 1000 END»
  ```

  trace l'équation

  $$f(x) = \begin{cases} 3x^3 - 45x^2 + 350 & \text{si } x < 10 \\ 1000 & \text{si } x \geq 10 \end{cases}$$

- **Résultat complexe.** Equivalent à $(x(t), y(t))$ (type PARAMETRIC). Par exemple, le programme

  ```
  « 't^2-2' →NUM 't^3-2t+1' →NUM R→C »
  ```

  trace les équations paramétriques

  $$x = t^2 - 2 \qquad \text{et} \qquad y = t^3 - 2t + 1$$

Pour tracer un programme, stockez-le, ou stockez son nom, dans *EQ*. Notez que vous ne pouvez utiliser les opérations du menu GRAPHICS FCN avec des tracés de programmes.

Pour tracer une fonction-utilisateur, incorporez-la dans une expression, une équation, ou un programme. Par exemple, si vous avez créé la fonction *COT* (cotangente) définie par vous, il est possible de tracer l'expression `'COT(X)'` où X est la variable indépendante.

Tracés avec des unités

Vous pouvez tracer des équations qui contiennent des objets-unités si vous observez ces quelques restrictions :

- Si la variable indépendante nécessite des unités pour l'évaluation correcte de *EQ*, vous devez stocker un objet-unité dans la variable indépendante *avant* de faire le tracé. Le nombre faisant partie de cet objet-unité est ignoré.
- Si l'évaluation de *EQ* renvoie un objet-unité, seule la partie scalaire de l'objet-unité est utilisée pour le tracé.

Notez qu'aucune conversion automatique n'est effectuée sur les valeurs tracées. Si les unités souhaitées pour les axes x ou y sont des mètres, `m`, les valeurs ne *seront pas converties* en mètres si la valeur possède des unités de type `ft` (feet).

Tracés statistiques

Vous pouvez utiliser deux applications différentes pour tracer des données statistiques (les données accumulées par vous dans la variable statistique ΣDAT) :

- **L'application Statistiques.** C'est la manière la plus simple. Elle est présentée en détail sous le titre « Tracer des données statistiques » en page 21-14.
- **L'appication Plot.** Elle vous permet de contrôler un plus grand nombre de paramètres de tracé :

Les tracés de données statistiques sont similaires aux tracés de données mathématiques, sauf

- Les données viennent de la variable réservée ΣDAT au lieu de venir de *EQ*.
- Au lieu de spécifier les variables indépendante et dépendantes dans *PPAR*, vous spécifiez des *colonnes* de données statistiques dans la variable réservée ΣPAR.
- Le type de tracé est BAR, HISTOGRAM, ou SCATTER.

Pour tracer des données statistiques dans l'application Plot:

1. Changez le type de tracé en BAR, HISTOGRAM, ou SCATTER.
2. Spécifiez les paramètres de tracé appropriés. (Appuyez sur ▶ STAT pour trouver les commandes XCOL et YCOL pour spécifier les colonnes x et y de ΣDAT.)
3. Appuyez sur DRAW ou sur AUTO pour tracer le graphe.

Lorsque vous spécifiez un type de tracé statistique dans l'application Plot :

- Le message d'état dans le menu PLOT change pour vous montrer le contenu de ΣDAT, plutôt que EQ. Les données de tracé viennent de ΣDAT.
- Le message d'état du menu PLOTR change pour vous montrer le contenu de ΣDAT, les colonnes de ΣDAT correspondant aux axes x et y et le modèle statistique couramment spécifié.
- Les variables, indépendante et dépendante correspondent aux numéros des *colonnes* spécifiées dans ΣPAR, plutôt que des noms de variables spécifiés dans $PPAR$.

L'application Plot vous permet de spécifier des paramètres de tracé pour les tracés de statistiques qui ne sont pas disponibles dans l'application Statistiques :

- RES vous permet de spécifier le nombre de blocs pour un histogramme.
- CENTR et SCALE, de spécifier, pour un nuage de points, des gammes d'affichage plus vastes que la gamme des points tracés.
- AXES vous permet de spécifier des libellés pour les axes d'un diagramme à barres.

Ajouter des éléments graphiques à PICT

Vous pouvez ajouter des éléments graphiques à *PICT* avec des opérations interactives et des commandes disponibles dans l'environnement graphique.

Ajouter des éléments graphiques

Pour ajouter des éléments graphiques :

1. Entrez dans l'environnement graphique.
2. Utilisez le menu GRAPHICS pour ajouter l'élément :
   - Pour les éléments utilisant une marque, placez le curseur sur le premier point, appuyez sur ⊠ ou sur MARK pour le marquer, placez le curseur sur le second point, puis appuyez sur la touche de menu de l'opération.
   - Pour les autres éléments, appuyez sur la touche de menu de l'opération.

Opérations dans l'environnement graphique

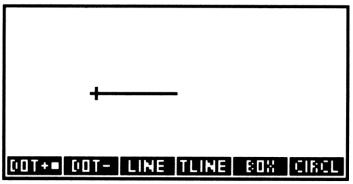
Touche	Description
DOT+	Active le tracé de ligne ; les pixels situés sous le curseur sont activés au fur et à mesure que le curseur se déplace dans l'affichage. Tant qu'il est actif, un ■ est ajouté au libellé de DOT+■.
DOT-	Active l'effacement de la ligne. Les pixels situés sous le curseur sont effacés au fur et à mesure que le curseur se déplace dans l'affichage. Tant que l'effacement de ligne est actif, un ■ est ajouté au libellé de DOT-■.
LINE	Trace une ligne entre la marque et le curseur et place la marque sur le curseur.
TLINE	*Toggle line*. Allume/éteint les pixels de la ligne entre la marque et le curseur. Ne place pas la marque sur le curseur.
BOX	Trace une fenêtre rectangulaire en utilisant la marque et le curseur comme angles opposés.
CIRCL	Trace un cercle centré sur la marque, dont le rayon est défini par la marque et le curseur.

Opérations dans l'environnement graphique (suite)

Touche	Description
MARK	Définit la marque. Si aucune marque n'existe, celle-ci est créée à la position du curseur. Si la marque existe ailleurs, MARK déplace la marque à l'emplacement du curseur. Si une marque existe à l'emplacement du curseur, MARK efface la marque. (Toutes les opérations qui nécessitent une marque en créent une à l'emplacement du curseur s'il n'en existe pas.)
DEL	Efface la région rectangulaire dont les angles opposés sont définis par la marque et par le curseur.
→ CLR	Effaçe *PICT*.
⊗	Marque l'affichage (identique à MARK).
DEL	Efface un rectangle, identique à DEL.

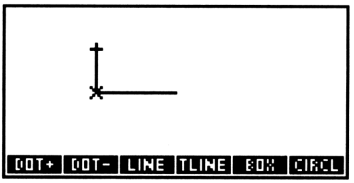
Exemple : Effacez *PICT*, puis utilisez DOT+ pour dessiner une ligne horizontale allant du centre vers le bord gauche, s'arrêtant à mi-chemin.

→ PLOT ERASE
◀ NXT DOT+
◀ (maintenue appuyée)



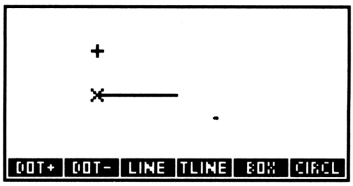
Désactivez DOT+. Ensuite utilisez TLINE pour dessiner une verticale partant de la position du curseur et s'arrêtant à mi chemin du bord supérieur. (Le premier appui sur TLINE marque seulement.)

DOT+■
TLINE
▲ (maintenue)
TLINE



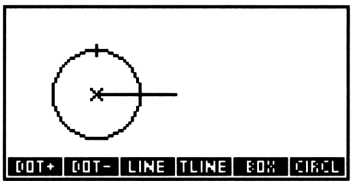
Désactive la ligne.

TLINE



Dessine un cercle en utilisant la marque existante et la position du curseur.

CIRCL



Appuyez sur (ATTN) pour revenir à la pile.

Ajouter des éléments en utilisant des commandes

Vous pouvez utiliser des commandes pour ajouter des éléments graphiques à *PICT*—soit au clavier, soit dans des programmes.

Pour ajouter des éléments graphiques avec des commandes:

1. Introduisez les coordonnées ou les autres arguments de la commande.
2. Appuyez sur la touche de menu de cette commande.

Vous pouvez fournir des arguments de coordonnées soit sous forme d'unités-utilisateur ‹ x , y › soit sous forme de pixels ‹ #n_x #n_y ›.

Commandes pour l'ajout d'éléments graphiques

Touche	Commande programmable	Description
PRG DSPL (pages 1 et 2) :		
LINE	LINE	Trace une ligne dans *PICT* entre les coordonnées des niveaux 2 et 1.
TLINE	TLINE	Identique à LINE sauf que les pixels le long de la ligne sont allumés ou éteints, et non pas activés.
BOX	BOX	Trace une fenêtre dans *PICT* en utilisant les deux arguments de coordonnées comme angles opposés.
ARC	ARC	Trace un arc dans *PICT*, centré sur la coordonnée (du niveau 4) et à un rayon donné (au niveau 3) dans le sens anti-horaire, de θ_1 (au niveau 2) à θ_2 (dans le niveau 1). (Les coordonnées et le rayon doivent tous les deux utiliser des unités-utilisateur ou des pixels.)
PIXON	PIXON	Active, dans *PICT* le pixel spécifié au niveau 1.
PIXOF	PIXOFF	Désactive, dans *PICT*, le pixel spécifié au niveau 1.
PIX?	PIX?	Renvoie 1 si le pixel spécifié est allumé et 0 s'il est éteint.
PX→C	PX→C	Convertit une coordonnée exprimée en pixels ⟨ #n_x #n_y ⟩ en unités-utilisateur ⟨x, y⟩.
C→PX	C→PX	Convertit les coordonnées en unités-utilisateur ⟨x, y⟩ en pixels ⟨ #n_x #n_y ⟩.

Travailler avec les objets graphiques placés dans la pile

Vous pouvez placer des objets graphiques dans la pile et les stocker dans des variables—tout comme vous le faites avec les autres types d'objets. Dans la pile, un objet graphique est affiché sous la forme

`Graphic` *n* × *m*

où *n* et *m* sont la largeur et la hauteur en pixels.

Lorsque vous placez un objet graphique de la pile dans la ligne de commande, il est affiché ainsi :

`GROB` *n m h*

où `GROB` est le délimiteur, *n* et *m* sont la largeur et la hauteur en pixels, et *h* est l'arrangement de pixels représenté par des chiffres hexadécimaux (0–9 et A–F).

Vous pouvez travailler avec des éléments graphiques en utilisant les opérations de l'environnement graphique et en utilisant ses commandes.

Utiliser les opérations de la pile dans l'environnement graphique

Les opérations de l'environnement graphique prennent un objet graphique dans la pile ou renvoient un objet graphique vers elle. *Ces opérations ne sont pas programmables.*

Opérations de la pile dans l'environnement graphique

Touche	Description
REPL	Superpose l'objet graphique du niveau 1 à *PICT*. Le coin supérieur gauche de l'objet graphique est placé sous le curseur.
SUB	Place dans la pile l'objet graphique rectangulaire dont les coins opposés sont définis par la marque et par le curseur.
STO	Copie *PICT* dans la pile en tant qu'objet graphique.

Utiliser les commandes de la pile pour les objets graphiques

Vous pouvez utiliser des commandes pour travailler avec les objets graphiques et contrôler l'affichage—soit au clavier, soit dans des programmes.

Pour travailler avec des objets graphiques dans la pile :

1. Rappelez l'objet graphique ou saisissez les autres arguments dont la commande a besoin.
2. Appuyez sur la touche de menu de la commande.

19

Vous pouvez fournir des arguments de coordonnées sous forme d'unités-utilisateur (x , y) ou sous forme de pixels # n_x # n_y .

Commandes d'objets graphiques

Touche	Commande programmable	Description
PRG DSPL :		
PVIEW	PVIEW	(*PICT* view.) Affiche *PICT* avec la coordonnée spécifiée (niveau 1) dans le coin supérieur gauche de l'affichage graphique. Si l'argument est une liste vide, affiche *PICT* centré dans l'affichage, et le mode de défilement est activé.
SIZE	SIZE	Pour l'objet graphique du niveau 1, renvoie la largeur (niveau 2) et la hauteur (niveau 1) en pixels.

Commandes d'objets graphiques (suite)

Touche	Commande programmable	Description
→GRO	→GROB	(En objet graphique.) Convertit un objet (niveau 2) en objet graphique en utilisant un nombre réel n (0 à 3, du niveau 1) pour spécifier la taille de caractère. L'objet graphique qui en résulte est une chaîne de caractères, petits (n=1), moyens (n=2) ou grands (n=3). Pour n=0, la taille de caractères est la même que pour n=3, sauf pour les expression algébriques et les objets-unités : l'objet graphique est l'icône de l'application EquationWriter.
BLAN	BLANK	Crée un objet graphique vierge dans la pile, de taille #n_x (au niveau 2) sur #n_y (au niveau 1).
GOR	GOR	(*Graphics-object OR.*) Superpose l'objet graphique du niveau 1 sur celui du niveau 3. L'angle supérieur gauche de l'objet graphique du niveau 1 est placé aux coordonnées spécifiées dans le niveau 2.
GXOR	GXOR	(*Graphics-object XOR.*) Identique à GOR sauf que l'objet graphique du niveau 1 est noir sur fond clair et clair sur fond noir.
REPL	REPL	(*Replace.*) Identique à GOR sauf que l'objet graphique du niveau 1 *écrase* l'objet du niveau 3 sur lequel se trouve l'objet graphique du niveau 1.
SUB	SUB	(*Subset.*) Extrait une partie d'un objet graphique et le renvoie dans la pile. Il accepte trois arguments—un objet graphique (niveau 3) et deux coordonnées (niveaux 2 et 1) qui définissent les angles diagonalement opposés du rectangle à extraire.

Commandes d'objets graphiques (suite)

Touche	Commande programmable	Description
→LCD	→LCD	(*Stack to LCD.*) Affiche l'objet graphique du niveau 1 dans la *pile*, son pixel supérieur étant dans l'angle supérieur de l'affichage. Il écrase la totalité de l'affichage, sauf les libellés de menu.
LCD→	LCD→	(*LCD to stack.*) renvoie un objet graphique au niveau 1 représentant l'affichage en cours de la pile.
FREEZ	FREEZE	« Gèle » une ou plusieurs de trois zones d'affichage de sorte qu'elles ne sont pas remises à jour avant l'appui sur une touche. (Voir « Utiliser DISP FREEZE HALT...CONT » en page 29-4.) Utilisée avec PVIEW dans un programme pour que *PICT* reste dans l'affichage de la pile jusqu'à l'appui sur une touche du clavier.
TEXT	TEXT	Affiche l'affichage de la pile.

Exemple: Le programme *PIE* en page 31-43 utilise ARC et LINE pour dessiner un « camembert ». Il rappelle ensuite *PICT* dans la pile et exécute GOR pour faire fusionner un libellé avec chaque « tranche » du camembert.

Exemple: Le programme *WALK* en page 31-50 utilise une image graphique dans un programme, exécutant GXOR dans une structure en boucle pour animer un personnage.

Utiliser les commandes de la pile avec PICT

Vous pouvez utiliser le nom PICT comme argument de plusieurs commandes d'objets graphiques décrites ci-dessus. Par exemple, la commande SUB accepte *PICT* comme argument, vous permettant de définir une portion de *PICT* qui sera renvoyée dans la pile en tant qu'objet graphique. Ceci est l'équivalent pour l'environnement graphique de l'opération SUB dans la pile.

Pour placer le nom PICT dans la pile :

- Appuyez sur (PRG) DSPL PICT .

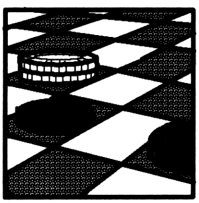
La commande PICT place le nom PICT dans la pile pour que vous puissiez avoir accès à l'objet graphique *PICT* comme s'il était stocké dans une variable.

Pour travailler avec PICT dans la pile :

- Pour rappeler l'objet graphique *PICT* dans la pile, appuyez sur (PRG) DSPL PICT (→)(RCL).
- Pour stocker l'objet graphique dans le niveau 1 en tant qu'objet graphique *PICT*, appuyez sur (PRG) DSPL PICT (STO).
- Pour éliminer le contenu de *PICT*, appuyez sur (PRG) DSPL PICT (←)(PURGE).

20

Tableaux



Le HP 48 possède de réelles possibilités pour l'introduction et la manipulation des tableaux. Les *objets-tableaux* représentent à la fois les vecteurs et les matrices. Un *vecteur* est un tableau à une dimension. Une *matrice* est un tableau à deux dimensions.

Ce chapitre traite les sujets suivants :

- Utilisation de l'application MatrixWriter pour saisir et modifier les tableaux.
- Utilisation de la ligne de commande pour saisir les tableaux.
- Opérations arithmétiques sur les tableaux.
- Opérations sur les tableaux de nombres complexes.

Les vecteurs à deux et trois éléments sont particulièrement utiles en ingénierie—ils sont traités au chapitre 12, « Vecteurs ».

Afficher des tableaux

Une matrice apparaît dans la pile sous forme de nombres placés entre crochets imbriqués entre des délimiteurs. Une paire de délimiteurs `[ ]` contient une matrice complète—d'autres paires entourent chaque ligne, à l'intérieur de la matrice. Par exemple, Voici comment une matrice 3 × 3 apparaît dans la pile :

```
[[ 1 2 3 ]
 [ 3 4 5 ]
 [ 7 8 9 ]]
```

Un vecteur (ou vecteur-colonne, mathématiquement équivalent à une matrice à une colonne) apparaît dans la pile comme une série de nombres placés entre un seul niveau de délimiteurs [ ]. Voici par exemple un vecteur à 4 éléments tel qu'il apparaît dans la pile :

```
[ 1 2 3 4 ]
```

Un vecteur-ligne, moins fréquent, (une matrice à une seule ligne) apparaît dans la pile comme une série de nombres entourés de *deux* paires de délimiteurs [ ]. Par exemple, `[[ 1 2 3 4 ]]` est un vecteur-ligne à 4 éléments.

Le mode de coordonnées en cours ainsi que le mode d'angle influencent l'affichage des vecteurs à 2 et 3 dimensions. Voir « Affichage de vecteurs 2D et 3D » en page 12-1.

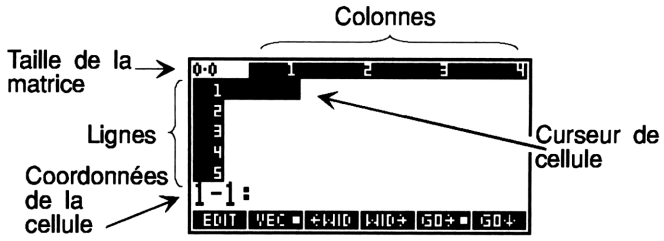
Saisir des tableaux

Vous pouvez saisir un tableau sous deux formes, deux sujets de ce chapitre :

- **Application MatrixWriter.** Une méthode de saisie visuelle, permettant examen et modification des éléments du tableau.
- **Ligne de commande.** C'est la méthode fondamentale de saisie d'objets.

Utiliser l'application MatrixWriter

MatrixWriter offre un environnement particulier pour la saisie, l'examen et la modification de tableaux. L'affichage montre les éléments du tableau sous la forme de cellules individuelles arrangées en lignes et en colonnes.



Pour saisir une matrice en utilisant MatrixWriter:

1. Appuyez sur ↷ (MATRIX) pour afficher l'écran MatrixWriter et son menu.
2. Pour chacun des nombres de la première ligne, saisissez le nombre et appuyez sur (ENTER).
3. Appuyez sur ▼ pour indiquer la fin de la première ligne.
4. Pour chacun autres nombres de la matrice, saisissez le nombre et appuyez sur (ENTER).
5. Après avoir saisi tous les nombres dans la matrice, appuyez sur (ENTER) pour mettre la matrice dans la pile.

Lorsque vous introduisez un nombre, les coordonnées de cellule sont remplacées par la ligne de commande. Lorsque vous appuyez sur (ENTER) pour stocker la valeur dans la cellule, le curseur de cellule passe normalement à la deuxième cellule.

Lorsque vous appuyez sur ▼ à la fin de la première ligne, il définit le nombre de colonnes de la matrice et avance le curseur vers le début de la ligne suivante. Nul besoin d'appuyer une nouvelle fois sur ▼—le curseur de cellule passe automatiquement à la ligne suivante.

Si le nombre affiché est plus grand que la largeur de la cellule, trois points indiquent qu'il y a « plus d'informations à droite » (par exemple 1,2…). La largeur de cellule par défaut est de quatre caractères.

Notez le double rôle de la touche (ENTER): lorsque vous utilisez la ligne de commande pour la saisie de données, (ENTER) introduit les données dans une cellule; lorsqu'une coordonnée de cellule est affichée, (ENTER) saisit la matrice entière dans la pile.

Pour saisir un vecteur en utilisant MatrixWriter:

1. Appuyez sur ↷ (MATRIX) pour afficher l'écran de MatrixWriter et son menu.

2. Pour chacun des nombres du vecteur, saisissez le nombre et appuyez sur ENTER.
3. Après avoir saisi tous les nombres dans le vecteur, appuyez sur ENTER pour placer le vecteur dans la pile.

Pour un vecteur, seule la première ligne est normalement utilisée—vous n'avez donc pas besoin d'appuyer sur ▼.

Pour plus de flexibilité lors de la saisie de données :

- Pour saisir des nombres dans plusieurs cellules, appuyez sur SPC pour séparer les nombres, puis appuyez sur ENTER pour les saisir tous à la fois.
- Pour calculer des éléments dans la ligne de commande au fur et à mesure de la saisie, introduisez les arguments et appuyez sur les touches de commandes adéquates (appuyez sur SPC pour séparer les arguments), puis appuyez sur ENTER pour calculer la valeur et la placer dans la cellule. Les commandes ne sont exécutées que lorsque vous appuyez sur ENTER.
- Pour rétrécir ou agrandir les cellules affichées, appuyez sur ←WID ou sur WID→.

Exemple : Pour saisir $2, 2^4$ dans une cellule, appuyez sur 2,2 SPC 4 y^x ENTER.

Exemple : Introduisez la matrice

$$\begin{bmatrix} 2 & -2 & 0 \\ 1 & 0 & 3 \\ -3 & 5 & 1 \end{bmatrix}$$

Sélectionnez l'application MatrixWriter.

→ MATRIX

Saisissez le premier élément (l'élément 1-1).

2

Introduisez la valeur dans la cellule.

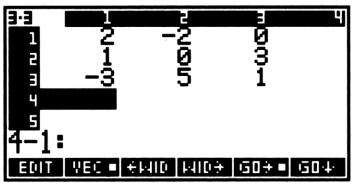
ENTER

Saisissez le reste de la première ligne.

2 +/- SPC 0 ENTER

Utilisez ▼ pour terminer la première ligne. Ensuite, saisissez le reste de la matrice.

▼
1 SPC 0 SPC 3 SPC
3 +/- SPC 5 SPC 1 ENTER



Introduisez la matrice dans la pile. (Cette matrice est utilisée dans un exemple, un peu plus loin.)

ENTER

Utiliser la ligne de commande

Pour saisir une matrice en utilisant la ligne de commande :

1. Appuyez sur ◀ [ ] et sur ◀ [ ] pour saisir le type de délimiteurs de la matrice et de la première ligne.
2. Introduisez la première ligne. Appuyez sur SPC pour séparer les éléments.
3. Appuyez sur ▶ pour déplacer le curseur au-delà du délimiteur de ligne,].
4. Optionnel : appuyez sur ↩ (retour chariot) pour commencer une nouvelle ligne.
5. Introduisez le reste de la matrice. Vous n'avez pas besoin de délimiteurs [ ] pour les autres lignes—ils sont automatiquement ajoutés plus tard.
6. Appuyez sur ENTER.

Pour saisir un vecteur en utilisant la ligne de commande :

1. Appuyez sur ◀ [ ] pour taper les délimiteurs du vecteur.
2. Saisissez les éléments du vecteur. Appuyez sur SPC pour séparer les éléments.
3. Appuyez sur ENTER.

Exemple : Utilisez la ligne de commande pour saisir la matrice

$$\begin{bmatrix} 2 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 4 \\ 3 & 5 & 2 \end{bmatrix}$$

Introduisez les délimiteurs et la première ligne.

◀ [ ] ◀ [ ] 2 SPC 2 SPC 1

Déplacez le curseur au-delà du premier] et tapez le reste des valeurs.

▶ ↩ 1 SPC 0 SPC 4
↩ 3 SPC 5 SPC 2

Placez la matrice dans la pile.

ENTER

Afficher et modifier des tableaux

Pour afficher un tableau en utilisant MatrixWriter :

1. Pour afficher le tableau :
   - Si le tableau est au niveau 1, appuyez sur ▼.
   - Si le tableau est stocké dans une variable, placez le nom de cette variable dans le niveau 1 et appuyez sur → ▼.
2. Appuyez sur ATTN pour revenir à la pile.

Pour modifier un tableau affiché sous MatrixWriter :

1. Appuyez sur ◀ ▶ ▲ ▼ pour déplacer le curseur de cellule. (Utilisez-le avec → pour déplacer le curseur en fin de saisie.)
2. Utilisez les opérations dont la liste suit pour ajouter ou modifier des cellules.
3. Appuyez sur ENTER pour sauvegarder les changements (ou appuyez sur ATTN pour les rejeter) et revenir à la pile.

Pour afficher ou modifier un tableau en utilisant la ligne de commande :

1. Affichez le tableau :
   - Si le tableau est au niveau 1, appuyez sur ← EDIT.
   - Si le tableau est stocké dans une variable, placez ce nom de variable au niveau 1 et appuyez sur → VISIT.
2. Optionnel : faites vos changements.
3. Appuyez sur ENTER pour sauvegarder les modifications (ou appuyez sur ATTN pour les rejeter) et revenez à la pile.

Opérations dans l'environnement MatrixWriter

Touche	Description
EDIT	Placez le contenu de la cellule en cours dans la ligne de saisie pour modification. (Appuyez sur ◀ (EDIT) pour accéder au menu EDIT.) Appuyez sur (ENTER) pour sauvegarder les changements, ou appuyez sur (ATTN) pour les rejeter.
VEC	Pour les tableaux à une ligne, bascule entre la saisie de vecteurs et la saisie de matrices. Si cette touche est « active » (un carré est alors affiché dans son libellé), les tableaux à une ligne sont saisis en ligne de commande comme des vecteurs (exemple : [1 2 3]) : si elle est inactive, les tableaux à une ligne sont saisis comme des matrices ([[1 2 3]]).
←WID	Rétrécit toutes les cellules pour faire place à une colonne supplémentaire.
WID→	Elargit toutes les cellules et une colonne disparaît de l'affichage.
GO→	Définit le mode de saisie de gauche à droite. Le curseur de cellule se place sur la *colonne* suivante après la saisie des données.
GO↓	Définit le mode de saisie de haut en bas. Le curseur de cellule se place sur la *ligne* suivante après la saisie de données.
+ROW	Insère une ligne de zéros à la position en cours du curseur. (Pour insérer une ligne en dessous, voir plus bas.)
-ROW	Supprime la ligne en cours.
+COL	Insère une colonne de zéros à la position du curseur. (Pour insérer une colonne à l'extrême droite, voir ci-dessous.)
-COL	Supprime la colonne en cours.
→STK	Copie la cellule en cours au niveau 1 de la pile.
↑STK	Active la pile interactive.

Si GO→ et GO↓ ne sont pas actifs (pas de ■ dans les labels de menu), le curseur n'avance pas après une saisie.

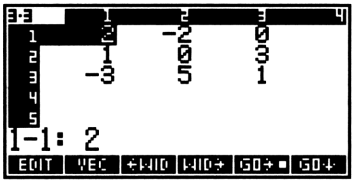
Pour ajouter une colonne à droite de la dernière colonne, placez le curseur dans cette colonne et introduisez une valeur. Le reste de la colonne est rempli de zéros. Utilisez une procédure similaire pour ajouter une ligne en dessous.

Exemple : Modifiez la matrice introduite dans l'un des exemples précédents

$$\text{de} \quad \begin{bmatrix} 2 & -2 & 0 \\ 1 & 0 & 3 \\ -3 & 5 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{à} \quad \begin{bmatrix} 2 & -2 & 4 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 3.1 \\ -3 & 5 & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

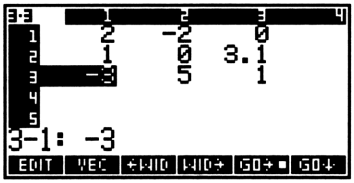
Si la matrice est dans la pile, amenez-la au niveau 1—autrement, introduisez la matrice au niveau 1. Ensuite affichez-la dans l'environnement MatrixWriter. (Cet exemple suppose que GO→■ est active.)

◀ (ou saisissez la matrice)
▼



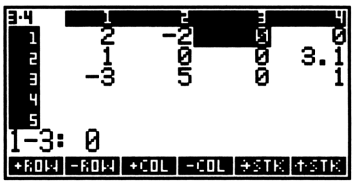
Modifiez l'élément 2-3 :

▼ ▶ ▶
EDIT ▶ .1 ENTER



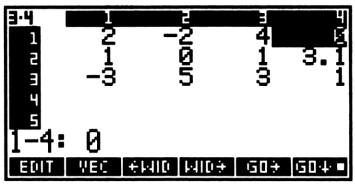
Insérez une nouvelle colonne en face de la colonne 3 et placez le curseur de cellule en haut de la nouvelle colonne.

▶ ▶ NXT +COL ▲ ▲



Définissez le mode de saisie « de haut en bas ». Remplissez la nouvelle colonne.

NXT GO↓
4 SPC 1 SPC 3 ENTER



Rétablissez le mode de saisie de gauche à droite, puis saisissez la matrice modifiée.

GO→ ENTER

20

Arithmétique et tableaux

Vous pouvez placer les tableaux dans la pile et effectuer des opérations sur eux. Le tableau suivant résume les opérations que vous pouvez utiliser. D'autres opérations sont présentées sous le titre « Autres opérations sur les matrices » en page 20-17.

Opérations arithmétiques sur les vecteurs

Touche	Commande programmable	Description
+	+	**Addition et soustraction.** Ajoute ou soustrait deux vecteurs qui ont le même nombre d'éléments. Si l'un des vecteurs contient des éléments complexes, le vecteur résultant est complexe.
−	−	
×	*	**Multiplication et division.** Multiplie ou divise un vecteur par un nombre réel ou complexe.
÷	/	

Opérations arithmétiques sur les vecteurs (suite)

Touche	Commande programmable	Description
MTH VECTR :		
DOT	DOT	**Produit scalaire.** Renvoie le produit scalaire de deux vecteurs ayant le même nombre d'éléments.
CROSS	CROSS	**Produit vectoriel.** Renvoie le produit vectoriel de deux vecteurs ayant le même nombre d'éléments.
ABS	ABS	**Longueur.** Renvoie la longueur ou la taille d'un vecteur. (Aussi dans le menu MTH PARTS.)

Pour les exemples d'utilisation de DOT, CROSS et ABS avec les vecteurs, voir « Calculs avec les vecteurs à deux et trois dimensions » en page 12-8.

Opérations arithmétiques sur les matrices

Touche	Commande programmable	Description
1/x	INV	**Inverse.** Calcule l'inverse d'une matrice carrée.
+	+	**Addition et soustraction.** Ajoute ou soustrait deux matrices de mêmes dimensions.
−	−	
×	*	**Multiplication et division scalaires.** Multiplies ou divise chaque élément du tableau par un nombre réel ou complexe. Pour la division, le scalaire doit se trouver au niveau 1.
÷	/	
×	*	**Multiplication de matrices.** renvoie le produit des deux tableaux. Le nombre de colonnes de la matrice du niveau 2 doit être égal au nombre de lignes de celle du niveau 1.

Exemple : Calculez l'inverse de la matrice

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 4 \end{bmatrix}$$

Introduisez la matrice—utilisez la ligne de commande.

◀ [ ] ◀ [ ] 1 SPC 2
▶ 1 SPC 4 ENTER

```
1: [[ 1 2 ]
    [ 1 4 ]]
ERASE DRAW AUTO XRNG YRNG INDEP
```

Calculez l'inverse.

1/x

```
1: [[ 2 -1 ]
    [ -.5 .5 ]]
ERASE DRAW AUTO XRNG YRNG INDEP
```

20

Exemple : Calculez le produit matriciel

$$\begin{bmatrix} 2 & 2 \\ 4 & 1 \\ 2 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 & 2 & 1 & 4 \\ 2 & 4 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Introduisez la première matrice.

↷ MATRIX
2 SPC 2 ENTER ▼
4 SPC 1 SPC 2 SPC 3 ENTER
ENTER

```
1: [[ 2 2 ]
    [ 4 1 ]
    [ 2 3 ]]
ERASE DRAW AUTO XRNG YRNG INDEP
```

Introduisez la seconde matrice.

↷ MATRIX
2 SPC 2 SPC 1 SPC 4 ENTER ▼
3 SPC 4 SPC 2 SPC 1 ENTER
ENTER

```
2: [[ 2 2 ]  [ 4 1 ] …
1: [[ 2 2 1 4 ]
    [ 3 4 2 1 ]]
ERASE DRAW AUTO XRNG YRNG INDEP
```

Multipliez les matrices.

×

```
1: [[ 10 12 6 10 ]
    [ 11 12 6 17 ]
    [ 13 16 8 11 ]]
ERASE DRAW AUTO XRNG YRNG INDEP
```

Opérations arithmétiques sur une matrice et un vecteur

Touche	Commande programmable	Description
⊠	*	**Multiplication matrice-vecteur.** Le nombre de colonnes de la matrice (au niveau 2) doit égaler le nombre d'éléments du vecteur (au niveau 1). (Le vecteur est traité comme un vecteur colonne.)
÷	/	**Division matrice-vecteur.** Le nombre d'éléments dans le vecteur **y** (niveau 2) doit égaler le nombre de colonnes de la matrice carrée **X** (niveau 1). Renvoie le produit $\mathbf{X}^{-1}\mathbf{y}$, souvent utilisé pour résoudre un système d'équations linéaires.

Exemple : Calculez le produit

$$\begin{bmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 4 & 2 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Introduisez la matrice.

→ MATRIX
2 SPC 1 SPC 3 ENTER ▼
4 SPC 2 SPC 2 ENTER
ENTER

Introduisez la matrice 1×3 comme un vecteur, puis faites la multiplication.

← [ ] 3 SPC 1 SPC 1 ⊠

Pour résoudre un système d'équations linéaires :

1. Introduisez le vecteur de constantes à n éléments.
2. Introduisez la matrice de coefficients $n \times n$.
3. Appuyez sur ÷ pour obtenir le vecteur de variables à n éléments.

Le système d'équations linéaires $\mathbf{y} = \mathbf{Ax}$ doit consister en n équations et n variables. La solution est calculée sous forme $\mathbf{x} = \mathbf{A}^{-1}\mathbf{y}$.

Exemple : Résolvez le système de trois équations linéaires et indépendantes avec trois variables :

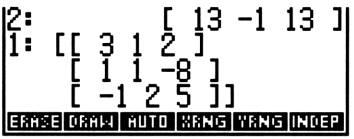
$$\begin{aligned} 3x + \ y + 2z &= 13 \\ x + \ y - 8z &= -1 \\ -x + 2y + 5z &= 13 \end{aligned}$$

Introduisez le vecteur constant.

(→) (MATRIX) 13 (SPC) 1 (+/−) (SPC) 13 (ENTER) (ENTER)

Introduisez la matrice coefficient.

(→) (MATRIX)
3 (SPC) 1 (SPC) 2 (ENTER) (▼)
1 (SPC) 1 (SPC) 8 (+/−) (SPC)
1 (+/−) (SPC) 2 (SPC) 5 (ENTER)
(ENTER)



« Divisez » le vecteur par la matrice.

(÷)

Les valeurs qui satisfont les équations sont $x = 2$, $y = 5$ et $z = 1$.

Calcul avec des tableaux complexes

Les tableaux peuvent contenir des nombres réels ou complexes—mais aucun autre type d'objet. Un *tableau complexe* est un vecteur ou une matrice qui contient un ou plusieurs éléments complexes.

Vous pouvez utiliser les tableaux complexes pour les opérations d'arithmétique décrites dans la section précédente. Si l'un des arguments est un tableau complexe, le résultat est un tableau complexe. Par exemple, si vous ajoutez une matrice réelle à une matrice complexe, le résultat est une matrice complexe.

Vous pouvez utiliser n'importe quelle commande qui manipule les tableaux pour les tableaux complexes—à l'exception des commandes dépendantes du mode de coordonnées (V→, →V2 et →V3). De plus, les commandes qui suivent opèrent sur les tableaux complexes.

Commandes s'appliquant aux tableaux complexes

Touches	Commande programmable	Description
+/−	NEG	Renvoie un tableau dont chacun des éléments est l'opposé du tableau-argument.
PRG OBJ (page 2):		
R→C	R→C	Combine deux tableaux en un tableau complexe. Le tableau du niveau 2 devient la partie réelle—le tableau du niveau 1 devient la partie imaginaire.
C→R	C→R	Renvoie aux niveaux 2 et 1 deux tableaux contenant les parties réelle et imaginaire d'un tableau complexe.
MTH PARTS:		
CONJ	CONJ	Renvoie le conjugué complexe d'un tableau complexe—chaque élément est conjugué.
RE	RE	Renvoie un tableau réel formé des parties réelles d'un tableau complexe.
IM	IM	Renvoie un tableau réel formé des parties imaginaires d'un tableau complexe.

Exemple: Calculez le conjugué de la matrice

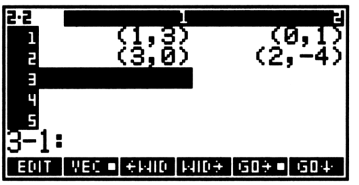
$$\begin{bmatrix} 1+3i & i \\ 3 & 2-4i \end{bmatrix}$$

Sélectionnez l'application MatrixWriter et saisissez les nombres complexes.

(→) (MATRIX)
(←) (( )) 1 (SPC) 3 (ENTER)
(←) (( )) 0 (SPC) 1 (ENTER) (▼)
3 (ENTER)
(←) (( )) 2 (SPC) 4 (+/−) (ENTER)

Elargissez les colonnes pour voir toute la saisie.

WID→ WID→



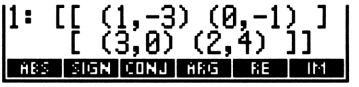
20

Placez la matrice dans la pile.

(ENTER)

Calculez le conjugué.

(MTH) PARTS CONJ



Calculer en respectant la syntaxe algébrique

Vous pouvez effectuer des calculs avec des éléments de tableau utilisant la syntaxe des expressions algébriques. Le tableau doit être représenté par un nom dans l'expression symbolique ou l'équation.

Pour saisir un élément-tableau dans une expression symbolique :

1. Dans l'expression, saisissez le nom du tableau et appuyez sur (←) (( )).
2. Introduisez les indices inférieurs pour l'élément :
   - Pour un vecteur, saisissez un indice inférieur.

- Pour une matrice, saisissez deux indices inférieurs séparés par ◀,.

Exemple : Introduisez une expression symbolique représentant la somme de tous les éléments d'un vecteur à 4 éléments stocké dans la variable *VECT*.

' ▶ Σ j ◀ = 1 ◀, 4 ◀,
VECT ◀ ( ) j ENTER.

Exemple : Saisissez une expression symbolique pour la somme de tous les éléments d'une matrice 2 × 5 stockée dans *MATR*.

◀ EQUATION
▶ Σ j ▶ 1 ▶ 2 ▶
▶ Σ k ▶ 1 ▶ 5 ▶
MATR ◀ ( ) j ◀, k ▶

Appuyez sur ENTER pour mettre l'expression dans la pile.

Autres opérations sur les matrices

Les commandes supplémentaires pour créer et manipuler les matrices et accéder à leurs éléments individuels (→ARRY, GET, GETI, OBJ→, PUT et PUTI) sont traitées sous le titre « Commandes manipulant des objets » en page 4-12.

Les commandes suivantes se trouvent dans le menu MTH MATR (MTH MATR).

Commande/Description	Exemple	
	Touches	Résultat
ABS Norme de Frobenius (euclidienne) ; racine carrée des sommes des carrés de la valeur absolue des éléments.	1: [[2 2] [2 2]]	1: 4

Commande/Description	Exemple	
	Touches	Résultat
CNRM Norme de colonne ; valeur maximum (pour toutes les colonnes) des sommes des valeurs absolues de tous les éléments d'une colonne.	1: [[1 2 3] [4 5 6] [7 8 9]]	1: 18
CON Constante ; renvoie un tableau réel ou complexe de constantes selon les dimensions spécifiées dans une liste {*n*} ou {*n m*} ou par un tableau existant.	2: « 2 3 » 1: 7 2: [[1 2 3] [4 5 6]] 1: 7	1: [[7 7 7] [7 7 7]] 1: [[7 7 7] [7 7 7]]
DET Déterminant ; renvoie le déterminant d'une matrice carrée.	1: [[1 2] [3 4]]	1: -2
IDN Identité ; renvoie une matrice identité *n* × *n* (au niveau 1), ou remplace les éléments de la matrice du niveau 1.	1: 2 1: [[1 2] [3 4]]	1: [[1 0] [0 1]] 1: [[1 0] [0 1]]
RDM Redimensionnement ; redimensionne un tableau. Les nouvelles dimensions sont dans une liste au niveau 1. Les éléments conservent l'ordre qu'ils avaient dans le tableau-source.	2: [[1 2 3] [4 5 6] [7 8 9]] 1: « 3 2 »	1: [[1 2] [3 4] [5 6]]
RNRM Norme de ligne ; valeur maximum (pour toutes les lignes) des sommes des valeurs absolues de tous les éléments d'une ligne.	1: [[1 2 3] [4 5 6] [7 8 9]]	1: 24

Commande/Description	Exemple	
	Touches	Résultat
TRN Transposée ; transposition de l'argument ; une matrice $n \times m$ est remplacée par une matrice $m \times n$. (Les entrées complexes sont conjuguées.)	1: [[1 2 3] [4 5 6]]	1: [[1 4] [2 5] [3 6]]

CON, IDN, RDM et TRN acceptent des noms comme arguments au lieu de l'argument-tableau. Par exemple, l'évaluation de 'A1' 7 CON remplace le tableau stocké dans *A1* par un tableau de constantes de la même dimension.

Considérations liées aux matrices

Améliorer la précision des solutions

Du fait d'erreurs d'arrondi au cours des calculs, une solution **Z** calculée numériquement n'est pas en général la solution la plus exacte. Dans la plupart des cas ces erreurs reflètent moins d'une unité au niveau du douzième chiffre de chaque élément de **A** et **B**.

Lorsqu'une précision plus importante est nécessaire, la solution calculée **Z** peut habituellement être améliorée par *raffinement itératif* (ou *corrections du résidu*) :

1. Utilisez ÷ pour calculer une solution au système original $\mathbf{AX} = \mathbf{B}$. (nommez la solution **Z**, approximation de **X**, avec une erreur de $\mathbf{E} = \mathbf{X} - \mathbf{Z}$.)
2. Rappelez **B**, **A** et **Z** dans la pile (et dans cet ordre), puis utilisez RSD (dans le menu MTH MATR menu) pour calculer le résidu **R** comme $\mathbf{B} - \mathbf{AZ}$.
3. Utilisez ÷ pour résoudre $\mathbf{AE} = \mathbf{R}$ pour **E**. (Nommez cette solution **F**, approximation de **E**.)
4. Utilisez + pour calculer $\mathbf{F} + \mathbf{Z}$, nouvelle approximation de **X**.

Pour que $\mathbf{F} + \mathbf{Z}$ soit une meilleure approximation de $\mathbf{X}$ que $\mathbf{Z}$, le résidu $\mathbf{R} = \mathbf{B} - \mathbf{AZ}$ doit être calculé avec une précision étendue. C'est là qu'intervient la fonction RSD. Le processus de raffinement peut être répété, mais la plus grande amélioration de la précision est apportée par le premier raffinement.

Exemple : Ce programme-utilisateur résout une équation matricielle, comportant un raffinement faisant appel à RSD :

```
« → B A « B A / B A 3 PICK RSD A / + » »
```

Ce programme prend deux arguments **B** et **A** dans la pile, (comme /) et renvoie le tableau résultant **Z**, lequel sera une approximation améliorée de la solution **X** par rapport à celle fournie par / elle-même.

Matrices singulières

Une matrice singulière est une matrice carrée qui n'a pas d'inverse. L'utilisation de [1/x] pour trouver l'inverse d'une matrice singulière— ou de [÷] pour résoudre un système d'équations linéaires ayant une matrice à coefficient singulier.

A cause des erreurs d'arrondi inévitables, une matrice résultant d'un calcul peut être singulière, alors même que le résultat *théorique* sans arrondi pourrait ne pas l'être. Si vous armez l'indicateur −22 (exception de résultat infini), vous n'obtiendrez pas d'erreur lors de l'utilisation de [1/x] ou de [÷] avec une matrice singulière. Dans ce cas le HP 48 modifie la matrice singulière de façon sensiblement moindre que dans le cas de l'erreur d'arrondi. Le résultat correspond alors à celui d'une matrice non singulière, proche de la matrice de départ.

Systèmes d'équations sur-déterminés et sous-déterminés

Un système d'équations linéaires sous-déterminé contient plus de variables que d'équations et le tableau des coefficients compte moins de lignes que de colonnes. Le programme suivant résout un système sous-déterminé $\mathbf{AX} = \mathbf{B}$ par la technique de Moore-Penrose : $\mathbf{X} = \mathbf{A}^T(\mathbf{AA}^T)^{-1}\mathbf{B}$. Le programme nécessite l'entrée du vecteur **B** au niveau 2, et de la matrice **A** au niveau 1.

```
« → B A
  « A TRN
    B A A TRN * / *
  »
»
```

Un système sur-déterminé contient moins de variables que d'équations. Le programme suivant résout un système sur-déterminé en utilisant la méthode des moindres carrés : $\mathbf{X} = (\mathbf{A}^T\mathbf{A})^{-1}\mathbf{A}^T\mathbf{B}$. Comme le programme précédent, il utilise comme entrées **B** au niveau 2 et **A** au niveau 1.

```
« → B A
  « A TRN B *
    A TRN A * /
  »
»
```

21

Statistiques

L'application Statistiques vous permet de calculer des statistiques sur un ou deux échantillons. Elle vous permet aussi de tracer des nuages de points, des diagrammes à barres et des histogrammes de fréquence.

Vous apprendrez dans ce chapitre comment calculer :

- Total, moyenne, maximum et minimum.
- Ecart-type et covariance de l'échantillon.
- Coefficient de corrélation.
- Ajustement de courbe avec quatre modèles (linéaire, logarithmique, exponentielle et de puissance).
- Statistiques résumées.
- Probabilité à droite pour plusieurs tests statistiques.

Appuyez sur ◀ STAT pour afficher la première page du menu STAT. S'il existe des *données statistiques en cours*, un message à l'affichage montre les dernières valeurs saisies.

Organiser les données statistiques

Les données statistiques, dans le HP 48 sont organisées sous la forme d'une matrice. La matrice contient une ligne pour chacun des *points de données* et une colonne pour chaque *variable* mesurée à ce point.

	$\mathbf{var}_1$	$\mathbf{var}_2$	...	$\mathbf{var}_m$
$\mathbf{point}_1$	x_{11}	x_{12}	...	x_{1m}
$\mathbf{point}_2$	x_{21}	x_{22}	...	x_{2m}
⋮	⋮	⋮		⋮
$\mathbf{point}_n$	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{nm}

Définir la matrice statistique en cours

L'application Statistiques utilise les données stockées dans la *matrice statistique*. Celle-ci est stockée dans la variable réservée ΣDAT. Chaque fois que vous travaillez avec un ensemble de données différent, vous modifiez la matrice statistique en cours. (Parce que ΣDAT est une variable, vous pouvez avoir une matrice statistique différente pour chacun des répertoires en mémoire.)

Saisie de données statistiques

Vous pouvez saisir des données statistiques un point à la fois, ou bien vous pouvez créer une matrice complète et en faire la matrice statistique.

Pour effacer la matrice statistique :

- Appuyez sur ◀ STAT CLΣ .

Pour introduire des données statistiques avec une seule variable :

1. Appuyez sur ◀ STAT.
2. Appuyez sur CLΣ pour effacer les données précédentes.
3. Pour chaque point, saisissez la valeur et appuyez sur Σ+ .

Pour introduire des données statistiques avec plusieurs variables :

1. Appuyez sur ◀ STAT.
2. Appuyez sur CLΣ pour effacer les données précédentes.

3. Pour le *premier point*, créez un vecteur (avec délimiteurs [ ]) contenant toutes les valeurs variables pour ce point. (Appuyez sur SPC pour séparer les valeurs dans le vecteur.)
4. Appuyez sur Σ+ pour saisir le point.
5. Pour chacun des autres points, saisissez les valeurs variables et appuyez sur Σ+. Vous pouvez saisir les valeurs de chaque point individuellement, sous forme numérique *ou* sous la forme d'un vecteur.

Le premier point définit le nombre de variables. Toutes les autres données doivent avoir le même nombre de variables.

Pour créer une matrice et en faire la matrice statistique :

1. Créez la matrice et placez-la au niveau 1. Vous pouvez utiliser l'application MatrixWriter, par exemple.
2. Appuyez sur ◀ STAT.
3. Stockez la matrice :
   - Pour stocker une copie de la matrice pour usage ultérieur, appuyez sur NEW, tapez un nom sans appuyer sur α et appuyez sur ENTER.
   - Pour *ne pas* stocker de copie, appuyez sur STEQ.

La matrice proprement dite est stockée dans la variable nommée et le nom de la variable est stocké dans ΣDAT. (Si vous ne spécifiez pas de nom, la matrice elle-même est stockée dans ΣDAT.)

Exemple : Le tableau suivant reprend l'indice des prix de détail (IP), l'indice des prix de production (IPP) et le taux de chômage aux Etats-Unis, couvrant une période de 5 ans. Introduisez les données.

Année	IP	IPP	TC
1	9,1	9,2	8,5
2	5,8	4,6	7,7
3	6,5	6,1	7,0
4	7,6	7,8	6,0
5	11,5	19,3	5,8

Définissez le mode d'affichage 2 FIX, lancez l'application Statistiques et effacez toutes données statistiques précédentes.

◀ MODES 2 FIX
◀ STAT CLΣ

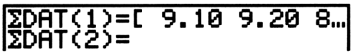
```
No current data. Enter
data point, press Σ+
```

Introduisez les données pour la première année, 1. N'oubliez pas d'introduire le premier point de données sous forme de vecteur.

◀ [ ] 9.1 SPC 9.2 SPC 8.5

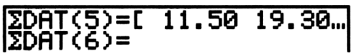
Introduisez les données dans la matrice statistique.

Σ+



Saisissez le reste des données. Après la première ligne, vous pouvez saisir une simple ligne de nombres.

5.8 SPC 4.6 SPC 7.7 Σ+
6.5 SPC 6.1 SPC 7 Σ+
7.6 SPC 7.8 SPC 6 Σ+
11.5 SPC 19.3 SPC 5.8 Σ+



21

Modifier des données statistiques

Pour réviser les derniers points de données:

1. Appuyez sur ◀ Σ+ (la commande Σ−) dans le menu STAT pour détruire le dernier point que vous ayez saisi.
2. Optionnel: pour réviser le dernier point de données et le ré-insérer, appuyez sur ◀ EDIT, faites vos changements et appuyez sur ENTER—puis appuyez sur Σ+.

La commande Σ− retire le dernier point de données enregistré dans *ΣDAT*, tel qu'il a été introduit par la dernière opération Σ+. Le point de données détruit est renvoyé au niveau 1.

Pour modifier n'importe quel point de données:

1. Appuyez sur EDITΣ dans le menu STAT pour activer l'environnement MatrixWriter environment.
2. Modifiez un point de données—n'importe lequel.
3. Appuyez sur ENTER pour sauvegarder les changements (ou appuyez sur ATTN pour les rejeter).

Résumé des opérations d'introduction de données du menu STAT

La première page du menu STAT contient les touches de saisie et de manipulation des données. Les autres pages, décrites dans le reste de ce chapitre, contiennent des commandes de calcul et de tracé de graphes statistiques.

Le menu STAT—Saisie de données

Touche	Commande programmable	Description
◀ STAT :		
Σ+	Σ+	Introduit les données de la pile dans la matrice statistique.
◀ Σ+	Σ−	Supprime le dernier point de données de la matrice statistique et le renvoie dans la pile.
CLΣ	CLΣ	Efface la matrice statistique.
NEW		Prend une matrice dans le niveau 1, sollicite un nom de variable, stocke la matrice dans cette variable et fait de cette matrice la matrice statistique.
EDITΣ		Place la matrice statistique dans l'environnement MatrixWriter pour modification. Appuyez sur ENTER pour sauvegarder les changements, ou appuyez sur ATTN pour les rejeter.
STOΣ	STOΣ	Stocke la matrice ou le nom placé au niveau 1 en tant que matrice statistique.

→ STOΣ	RCLΣ	Rappelle la matrice statistique au niveau 1.
CAT		Affiche le catalogue de matrices et ses sous-répertoires dans le répertoire en cours.
← REVIEW		Ré-affiche le message d'état relatif aux dernières données saisies.

Utiliser le catalogue statistiques

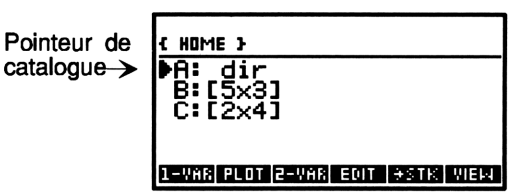
21

Le catalogue statistiques vous permet de spécifier n'importe quelle matrice existante dans le calculateur comme matrice en cours. C'est un environnement spécial, dans lequel le clavier est redéfini et limité aux opérations spécialisées.

Pour sélectionner une matrice dans le catalogue statistiques :

1. Appuyez sur ← STAT CAT .
2. Appuyez sur ▲ et sur ▼ pour placer le pointeur sur l'élément de la liste qui vous intéresse.
3. Pour faire de la matrice la matrice en cours, appuyez sur 1-VAR, 2-VAR ou sur PLOT —voir le tableau ci-dessous.

Le catalogue statistiques liste toutes les variables dans le répertoire en cours qui contiennent des matrices, et tous les sous-répertoires du répertoire en cours.



Pour sortir du catalogue sans sélectionner de matrice :

- Appuyez sur ATTN.

Voici les fonctions disponibles pour manipuler l'élément sélectionné :

Opérations dans le catalogue statistiques

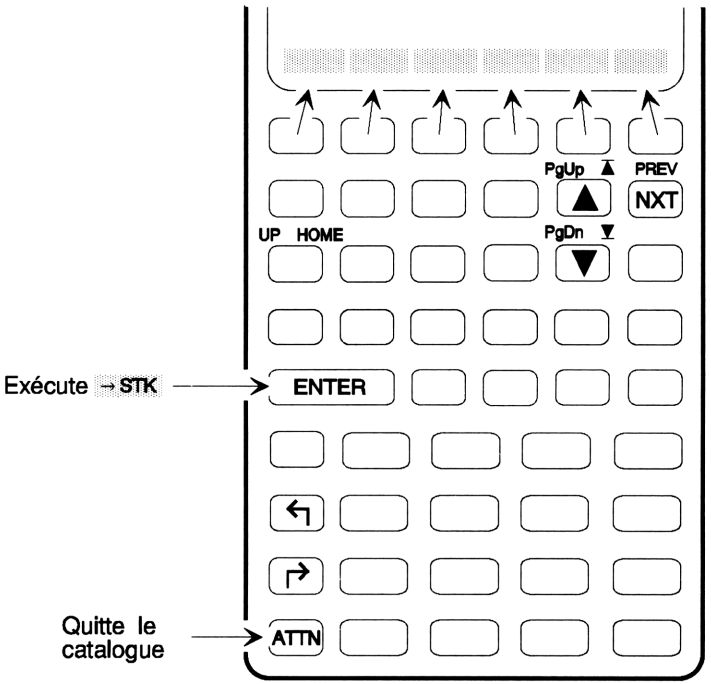
Touche	Description
1-VAR	Fait du second élément la matrice statistique, quitte le catalogue et affiche la page 2 du menu STAT (pour les calculs statistiques à simple échantillon).
PLOT	Fait de l'élément sélectionné la matrice statistique en cours, quitte le catalogue et affiche la page 3 du menu STAT (pour le tracé des données).
2-VAR	Fait de l'entrée sélectionnée la matrice statistique, quitte le catalogue et affiche la page 4 du menu STAT (pour les calculs statistiques sur deux échantillons).
EDIT	Place l'élément sélectionné dans l'environnement MatrixWriter pour modification. Appuyez sur ENTER pour sauvegarder les changements, ou appuyez sur ATTN pour les rejeter.
→STK	Copie la matrice dans la pile.
VIEW	Vous permet de voir le contenu de l'élément. Si c'est un sous-répertoire, passe à ce sous-répertoire.
ORDER	Place la matrice sélectionnée en haut du catalogue.
PURG	Purge l'élément (et ses variables).
NXT	Sélectionne la page suivante du catalogue statistiques.
◀ PREV	Sélectionne la page précédente du catalogue statistiques.
▲	Déplace le pointeur du catalogue d'un niveau vers le haut. Précédé de ◀, déplace le pointeur du catalogue d'une page vers le haut (◀ PgUp dans l'illustration qui suit). Précédé de ▶, déplace le pointeur de catalogue vers le haut du catalogue (▶ ▲ dans l'illustration).
▼	Déplace le pointeur du catalogue d'un niveau vers le bas. Préfixée de ◀, déplace le pointeur du catalogue d'une page vers le bas (◀ PgDn dans l'illustration). Préfixée de ▶, déplace le pointeur du catalogue vers le bas du catalogue (▶ ▼ dans l'illustration).

Opérations dans le catalogue statistiques (suite)

Touche	Description
ENTER	Exécute →STK (copie la matrice dans la pile). Si l'élément est un sous-répertoire, passe à ce sous-répertoire, donnant accès aux matrices qui s'y trouvent éventuellement.
◀ UP	Passe au répertoire père.
▶ HOME	Passe au répertoire *HOME*.
ATTN	Quitte le catalogue.

21

Voici le clavier redéfini pour l'environnement STAT :



Calculer des statistiques sur un seul échantillon

Si vos données statistiques mesurent l'*échantillon d'une population*, vous effectuez des calculs statistiques sur échantillons. Si vos données mesurent la *population entière*, vous effectuez des calculs statistiques sur la population.

Statistiques sur échantillon

Utilisez les commandes de la page 2 du menu STAT pour effectuer des calculs statistiques sur un seul échantillon. Chaque commande renvoie un vecteur contenant m nombres où m est le nombre de colonnes de la matrice. (Si m=1, et si chaque point de données est constitué d'un seul nombre, les commandes renvoient un nombre.) Par exemple, si vous avez une matrice à 3 colonnes dans ΣDAT, MEAN renvoie un vecteur à 3 éléments contenant la moyenne de chaque colonne.

Le menu STAT—commandes statistiques sur un seul échantillon

Touche	Commande programmable	Description
◀ STAT (page 2) :		
TOT	TOT	Total.
MEAN	MEAN	Moyenne.
SDEV	SDEV	Ecart-type de l'échantillon.
MAXΣ	MAXΣ	Valeur maximum.
MINΣ	MINΣ	Valeur minimum.

Le menu STAT—commandes statistiques sur un seul échantillon (suite)

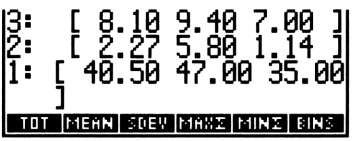
Touche	Commande programmable	Description
BINS	BINS	Calculez les fréquences en utilisant la colonne de la variable indépendante (XCOL) de ΣDAT. Prend comme arguments la valeur minimum x (niveau 3), la largeur de chaque bloc en unités-utilisateur (niveau 2) et le nombre de blocs, n (niveau 1) ; renvoie une matrice « blocs » et un vecteur « excédent »—voir ci-dessous.
	VAR	Variance. (Cette commande doit être tapée au clavier.)

Le résultat de BINS est une matrice $n \times 1$ « bac » et un vecteur « excédent » à 2 éléments :

Niveau 2 : [[n_1] [n_2] ... [n_n]]
Niveau 1 : [n_{bas} n_{ht}]

Exemple : Pour les données de l'indice des prix (IP), introduites à l'exemple précédent, calculez la moyenne, l'écart-type et les totaux des données IP, IPP et TC.

NXT (si nécessaire)
MEAN
SDEV
TOT



Obtenir des statistiques sur une population

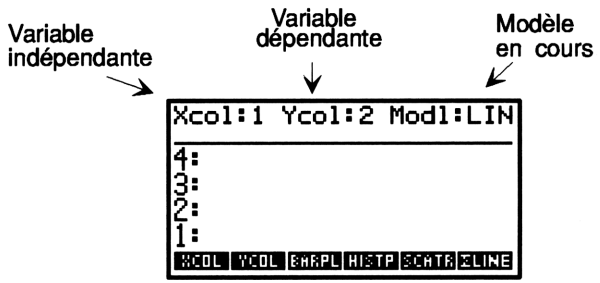
Si vous calculez l'écart-type ou la covariance pour vos données en utilisant SDEV ou COV, il est calculé en prenant l'option que les données mesurent un *échantillon* de la population. Si, cependant, les données mesurent la *totalité* d'une population, vous pouvez utiliser le résultat pour calculer des statistiques sur la population.

Pour calculer l'écart-type ou la covariance d'une population:

1. Appuyez sur MEAN pour calculer la moyenne des données.
2. Appuyez sur Σ+ pour ajouter la moyenne des points de données à ΣDAT.
3. Appuyez sur SDEV ou sur COV pour calculer les statistiques sur la population.
4. Appuyez sur ↩ Σ+ pour retirer la moyenne des points de données de ΣDAT (la commande $\Sigma-$).

Calculer des statistiques sur deux échantillons

Utilisez les commandes des pages 3 et 4 du menu STAT pour les statistiques sur deux échantillons. Une fois ces pages affichées, le message d'état en haut de l'affichage indique les désignations de colonne pour les variables indépendante (x) et dépendante (y) et le modèle statistique.



Pour calculer des statistiques sur deux échantillons:

1. Introduisez le numéro de colonne de la variable indépendante et appuyez sur XCOL.
2. Introduisez le numéro de colonne de la variable dépendante et appuyez sur YCOL.
3. Appuyez sur MODL, puis appuyez sur la touche de menu du modèle statistique désiré.
4. Utilisez les commandes en page 4 du menu STAT pour calculer les statistiques sur deux échantillons—voir la liste ci-dessous. Pour

calculer des estimations, appuyez sur LR en premier lieu, puis utilisez PREDX ou PREDY.

Vous pouvez choisir l'un de quatre modèles statistiques : LIN (LINFIT : linéaire), LOG (LOGFIT : logarithmique), EXP (EXPFIT : exponentiel) ou PWR (PWRFIT : puissance). Si vous appuyez sur BEST (BESTFIT), le HP 48 sélectionne le modèle pour lequel la corrélation a la valeur absolue la plus élevée—ou bien, si l'une des données est négative ou égale à zéro, c'est LINFIT qui est sélectionnée. Vous pouvez aussi appuyer sur SCATR pour dessiner un nuage de points—voir la section suivante.

21

Le menu STAT—commandes statistiques sur deux échantillons

Touche	Commande programmable	Description
◀ STAT (pages 3 et 4) :		
XCOL	XCOL	Prend un numéro de colonne comme argument et fait de cette colonne la variable indépendante. (▶ XCOL renvoie le numéro de colonne XCOL au niveau 1.)
YCOL	YCOL	Prend un numéro de colonne comme argument et en fait la variable dépendante. (▶ YCOL renvoie le numéro de colonne YCOL au niveau 1.)
ΣLINE	ΣLINE	renvoie l'expression représentant la droite d'ajustement correspondant au modèle en cours.
LR	LR	En utilisant le modèle en cours, calcule la régression linéaire pour les variables indépendante et dépendante, et renvoie l'ordonnée à l'origine (niveau 2) et la pente (niveau 1). En plus, stocke les valeurs de l'ordonnée à l'origine et de la pente dans *ΣPAR*.

Le menu STAT—commandes statistiques sur deux échantillons (suite)

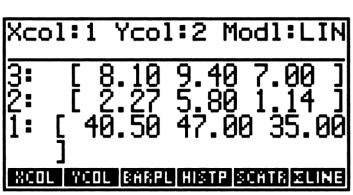
Touche	Commande programmable	Description
PREDX	PREDX	Prend comme argument une valeur de la variable dépendante, et calcule une estimation de la variable indépendante. (LR doit être exécutée quelques instants avant PREDX.)
PREDY	PREDY	Prend comme argument une valeur de la variable indépendante et calcule une estimation de la variable dépendante. (Vous devez exécuter LR quelques instants avant PREDY.)
CORR	CORR	Corrélation (calculée en fonction du modèle en cours).
COV	COV	Covariance de l'échantillon (calculée en fonction du modèle en cours).
MODL		Affiche le menu de sélection des modèles : linéaire, exponentiel, de puissance ou logarithmique. La sélection est stockée dans ΣPAR.

Lorsque vous exécutez ces opérations, le message d'état (x, y, avec le type de modèle) est effacé. Vous pouvez appuyez sur ◀ REVIEW pour le réafficher.

Exemple : En utilisant les données IP (indice des prix) de l'exemple précédent, calculez la corrélation et la covariance entre IP et IPP.

Assurez-vous que les colonnes 1 et 2 sont les variables x et y.

NXT (si nécessaire)
1 XCOL 2 YCOL (si nécessaire)



Calculez le coefficient de corrélation et la covariance.

NXT CORR
COV

Exemple : En utilisant les données IP des exemples précédents, estimez les valeurs de l'indice des prix de production IPP pour un IP de 8,5. (Cet exemple suppose que vous avez déjà défini la colonne x comme numéro 1, et la colonne y comme 2.)

Assurez-vous d'abord que le modèle statistique est linéaire. Ensuite calculez la régression linéaire.

NXT (si nécessaire)
MODL LIN (si nécessaire)
LR

Maintenant calculez la valeur IPP (y) estimée.

8.5 PREDY

Tracer des données statistiques

Vous pouvez tracer des données statistiques de trois façons :

- **Nuage de points.** La valeur de deux variables, à chaque point de données, est illustrée par un point dans le plan x-y.
- **Diagramme à barres.** La valeur d'une variable, à chaque point de données est figurée par une barre verticale.
- **Histogramme.** Le nombre de fois que la valeur d'une variable se situe entre certaines limites (les « blocs ») est illustrée par une barre verticale.

L'application statistiques offre des commandes de tracé des données statistiques qui sont relativement aisées à utiliser. Si vous désirez plus de contrôle sur vos tracés, utilisez l'application Plot qui vous permet de spécifier des paramètres supplémentaires pour ces tracés—voir « Tracés statistiques » en page 19-21.

Tracer des nuages de points

Un tracé en nuage de points montre la relation existant entre deux variables en traçant un point à chaque paire de coordonnées x-y. Pour les variables statistiquement corrélées, les points devraient se concentrer le long d'une courbe représentant le modèle statistique.

Pour tracer un tracé en nuage de points :

1. Introduisez le numéro de colonne de la variable de l'axe des x et appuyez sur XCOL dans le menu STAT.
2. Introduisez le numéro de colonne de la variable y et appuyez sur YCOL dans le menu STAT.
3. Appuyez sur SCATR dans le menu STAT.
4. Optionnel : Appuyez sur FCN pour tracer la courbe du modèle statistique en cours.
5. Appuyez sur (ATTN) pour revenir à l'application Statistiques.

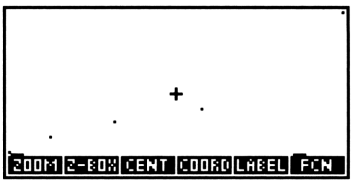
Pour changer le modèle statistique :

1. Appuyez sur MODL dans le menu STAT.
2. Appuyez sur la touche de menu du modèle désiré.

Exemple : En utilisant les données IP données des exemples précédents, réalisez un tracé de type nuage de points illustrant le rapport entre les données de l'indice des prix de production IPP et l'indice des prix IP, puis tracez le modèle statistique. (Cet exemple suppose que vous ayez déjà défini la colonne x à 1, la colonne y à 2 et le modèle linéaire.)

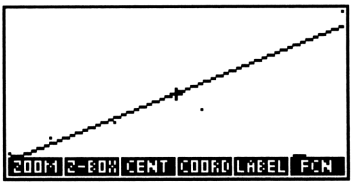
Tracez un diagramme en nuage de points.

(↩)(PREV) (si nécessaire)
SCATR



Tracez la droite d'ajustement des données.

FCN



Appuyez sur (ATTN) (↩)(MODES) STD pour rétablir le mode d'affichage Standard.

21 Tracer des diagrammes à barres

Un diagramme à barres montre les valeurs d'une variable dans leur ordre d'apparition dans la matrice statistique.

Pour tracer un diagramme à barres :

1. Introduisez le numéro de colonne que vous désirez tracer et appuyez sur XCOL dans le menu STAT.
2. Appuyez sur BARPL dans le menu STAT.
3. Appuyez sur (ATTN) pour revenir à l'application Statistiques.

BARPLOT trace un diagramme à barres de la colonne spécifiée dans ΣDAT. Si vous ne spécifiez pas de colonne, la première colonne qui se présente dans ΣDAT est utilisée. Les données peuvent être positives ou négatives, imprimant des barres au-dessus ou en dessous de l'axe des x.

Exemple : Les dossiers d'une station d'essence indiquent la relation suivante entre les poucentages de changement du prix de l'essence (GAS) et la quantité d'essence délivrée sur une période de quatre mois :

Mois	Prix (% de changement)	Ventes (% de changement)
1	+3,5	−1,2
2	+9,3	−2,6
3	−6,5	+6,1
4	+2,0	−0,4

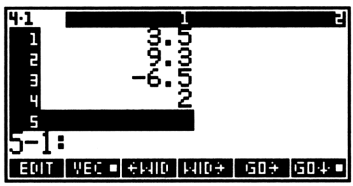
Introduisez les prix et les chiffres de ventes en utilisant l'application MatrixWriter ; ensuite, tracez les diagrammes à barres illustrant les pourcentages de changement des prix et des ventes.

Lancez l'application MatrixWriter.

(→)(MATRIX)

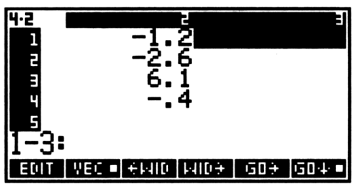
Saisissez les données de prix (en ordre de saisie vertical).

GO↓ 3.5 (SPC) 9.3 (SPC)
6.5 (+/–) (SPC) 2 (ENTER)



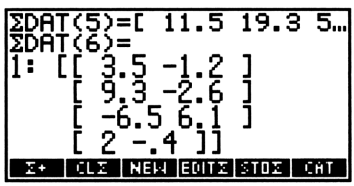
Saisissez les données de ventes.

(▶) 1.2 (+/–) (SPC) 2.6 (+/–) (SPC)
6.1 (SPC) .4 (+/–) (ENTER)



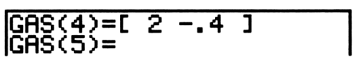
Introduisez la matrice dans la pile et lancez l'application Statistiques.

GO→ (ENTER)
(←)(STAT)



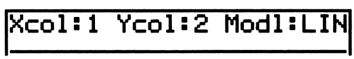
Nommez la matrice et faites-en la matrice en cours.

NEW GAS (ENTER)



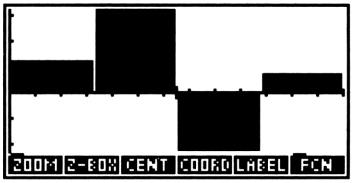
Sélectionnez la colonne des pourcentages de changement des prix (la première colonne de la matrice statistique).

(NXT) (NXT) 1 XCOL



Tracez le diagramme à barres pour le changement des prix.

BARPL



Sélectionnez la colonne des pourcentages de changement des ventes (la deuxième colonne dans la matrice) et dessinez son diagramme à barres.

ATTN 2 XCOL BARPL

Appuyez sur ATTN pour revenir à l'application Statistiques.

Tracer des histogrammes

Un histogramme divise le nombre de *blocs* par la gamme de valeurs d'une variable, et pour chaque bloc montre le nombre de points de données pour lesquels la valeur de la variable se trouve dans les limites du bloc. HISTPLOT montre la *fréquence relative*—la valeur y maximum est le nombre total de points de données.

Pour tracer un histogramme :

1. Saisissez le numéro de colonne que vous désirez tracer et appuyez sur XCOL dans le menu STAT.
2. Appuyez sur HISTP dans le menu STAT.
3. Appuyez sur ATTN pour revenir à l'application Statistiques.

HISTPLOT utilise automatiquement 13 blocs. Pour changer le nombre de blocs, introduisez le nombre et appuyez sur RES dans le menu PLOTR (→ PLOT). Pour utiliser le nombre de blocs par défaut, appuyez sur 0 RES .

Pour tracer un histogramme avec un nombre de blocs spécifié :

1. Optionnel : si les données statistiques ne sont pas nommées, appuyez sur ▶ STOΣ NEW , saisissez un nom et appuyez sur ENTER.
2. Saisissez le numéro de colonne que vous désirez tracer et appuyez sur XCOL dans le menu STAT.
3. Introduisez la valeur x minimum à utiliser (la limite inférieure de la gamme) et appuyez sur ENTER.
4. Introduisez la largeur de chaque bloc (un nombre réel positif) et appuyez sur ENTER.
5. Introduisez le nombre de blocs désirés et appuyez sur ENTER.
6. Appuyez sur BINS dans le menu STAT.
7. Appuyez sur ◀ (ou ◀ DROP) pour abandonner les données placées en dehors de la gamme.
8. Appuyez sur STOΣ pour stocker la fréquence des données en tant que données statistiques en cours.
9. Appuyez sur BARPL pour tracer les données de fréquence.
10. Appuyez sur ATTN pour revenir à l'application Statistiques.

Remarquez que la matrice statistique d'origine est remplacée au cours de cette procédure. Vous pouvez passer en revue les données de fréquence avant de les stocker et de les tracer. Si elles ne correspondent pas à vos désirs, vous pouvez recommencer. L'axe des y de « l'histogramme » tracé par BARPL est mis à l'échelle de la fréquence maximum—et non à celle du nombre de point de données original.

Résumé des commandes de tracé

Utilisez les commandes de la page 3 du menu STAT pour tracer vos calculs statistiques sur un ou deux échantillons. Lorsque cette page du menu STAT est affichée, le message d'état en haut de l'affichage indique les assignations de colonnes de la variable indépendante (x) et de la variable dépendante (y), ainsi que le modèle en cours.

Le menu STAT—commandes de tracé

Touche	Commande programmable	Description
↰ STAT (page 3) :		
XCOL	XCOL	Prend un numéro de colonne comme argument et désigne cette colonne comme variable indépendante.
YCOL	YCOL	Prend un numéro de colonne comme argument et désigne cette colonne comme variable dépendante.
BARPL	BARPLOT	Trace un diagramme à barres utilisant la colonne x. Mise à l'échelle automatique.
HISTP	HISTPLOT	Trace un histogramme de fréquence utilisant la colonne x Mise à l'échelle automatique.
SCATR	SCATRPLOT	Trace les points (x,y) utilisant les colonnes désignées x- et y et, optionnellement, trace la droite d'ajustement, utilisant le modèle en cours. Mise à l'échelle automatique.

Lorsque vous exécutez certaines de ces opérations, le message d'état (x, y et le modèle) est effacé. Vous pouvez appuyez sur ↰ REVIEW pour revoir ces informations—maintenez l'appui sur REVIEW pour prolonger cet affichage.

Calculer les cumuls statistiques

C'est la cinquième page du menu STAT qui contient les commandes de calcul de cumuls statistiques. Utilisez XCOL et YCOL (en page 3 du menu STAT) pour désigner x et y.

Commandes de cumuls statistiques

Touche	Commande programmable	Description
◀ STAT (page 5) :		
ΣX	ΣX	Renvoie la somme des éléments dans la colonne x (indépendante) de ΣDAT.
ΣY	ΣY	Renvoie la somme des éléments de la colonne y (dépendante) de ΣDAT.
ΣX^2	ΣX^2	Renvoie la somme des carrés des éléments de la colonne x de ΣDAT.
ΣY^2	ΣY^2	Renvoie la somme des carrés des éléments de la colonne y de ΣDAT.
ΣX*Y	ΣX*Y	Renvoie la somme des produits des colonnes x et y de ΣDAT.
NΣ	NΣ	Renvoie le nombre de lignes de ΣDAT.

Effectuer des tests statistiques

Utilisez les commandes du menu PROB (probabilité) (MTH PROB) pour calculer combinaisons, permutations, factorielles, nombres aléatoires et probabilité à droite pour des tests statistiques divers.

Les tests statistiques sont calculés en utilisant les valeurs que vous saisissez dans la pile—ils *n'utilisent pas* les données statistiques stockées dans ΣDAT.

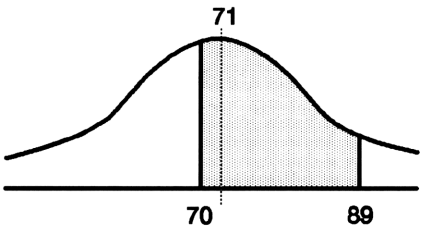
Seules les tests de probabilité à droite sont abordés ici—pour les autres sujets, voir « Factorielle, probabilité et nombres aléatoires » en page 9-13.

Commandes de tests statistiques

Touches	Commande programmable	Description
(MTH) PROB (page 2) :		
UTPC	UTPC	**Distribution de Khi carré à droite.** Prend les degrés de liberté dans le niveau 2 et un nombre réel (x) dans le niveau 1 et renvoie la probabilité qu'une variable aléatoire, χ^2, soit supérieure à x.
UTPF	UTPF	**Distribution F à droite.** Prend les degrés de liberté du numérateur au niveau 3, les degrés de liberté du dénominateur de liberté au niveau 2 et un nombre réel (x) au niveau 1 et renvoie la probabilité qu'une variable aléatoire F de Snedecor soit supérieure à x.
UTPN	UTPN	**Distribution normale à droite.** Prend la moyenne au niveau 3, la variance au niveau 2 et un nombre réel (x) au niveau 1 et renvoie la probabilité qu'une variable normale aléatoire soit supérieure à x pour une distribution normale.
UTPT	UTPT	**Distribution t à droite.** Prend les degrés de liberté au niveau 2 et un nombre réel (x) au niveau 1 et renvoie la probabilité que la variable aléatoire de Student soit supérieure à x.

Notez que, lorsqu'il est utilisé comme argument pour ces commandes, le nombre de degrés de liberté doit être positif, situé entre 0 et 499. De plus, dans les calculs, les degrés de liberté sont arrondis à l'entier le plus proche.

Exemple : Les résultats d'un examen de fin d'études correspondent à peu près à une courbe de distribution normale, préentant une moyenne de 71 et un écart-type de 11. Quel est le pourcentage d'étudiants ayant obtenu un résultat compris entre 70 et 89 points ?



D'abord, calculez la probabilité qu'un étudiant choisi au hasard obtienne un résultat supérieur à 70. (L'écart-type est élevé au carré pour fournir la variance.)

(MTH) PROB (NXT)
71 (ENTER)
11 (←) (x^2)
70 UTPN

```
1:          .536217586697
UTPC UTPF UTPN UTPT
```

Maintenant, faites le même calcul pour un score de 89.

(→) LAST ARG (←)
89 UTPN

```
2:          .536217586697
1:          .050881752476
UTPC UTPF UTPN UTPT
```

Calculez la différence entre les deux valeurs. 48,5 % des étudiants ont obtenu un résultat entre 70 et 89.

(−)

```
1:          .485335834221
UTPC UTPF UTPN UTPT
```

Comprendre la variable des paramètres statistiques

Le HP 48 utilise un paramètre statistique intégré nommé ΣPAR pour stocker les paramètres statistiques. Ces paramètres sont normalement contrôlés en utilisant les commandes XCOL, YCOL, LR et MODL, dans le menu STAT. A cause du fait que ΣPAR est une variable, vous pouvez avoir une ΣPAR différente dans chaque répertoire. ΣPAR contient une liste des objets suivants :

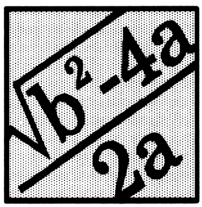
{ *indépendante-col dépendante-col intersection pente modèle* }

21

Le contenu par défaut est { 1 2 0 0 LINFIT }.

22

Algèbre



Les opérations décrites dans ce chapitre vous permettent de manipuler une expression ou une équation algébrique pratiquement de la façon dont vous le feriez avec une feuille de papier et un crayon. Vous pouvez rechercher symboliquement une variable, et vous pouvez simplifier et regrouper les termes d'une expression ou équation.

Dans ce chapitre, le terme *expression algébrique* s'applique aussi bien aux expressions qu'aux équations. Le terme *équation algébrique* n'est précisé que lorsqu'il est nécessaire d'opérer une distinction entre ces deux formes d'objets algébriques.

Solutions symboliques

L'un des objectifs communs de la manipulation algébrique des expressions et des équations est de les résoudre symboliquement pour une variable, c'est-à-dire d'exprimer une variable en fonction des autres variables et nombres qui figurent dans l'expression ou dans l'équation. Vous pouvez utiliser les commandes suivantes pour résoudre symboliquement :

- **ISOL.** Calcule une variable apparaissant une seule fois dans tout type d'expression ou d'équation.
- **QUAD.** Calcule une variable apparaissant dans une expression ou une équation quadratique.

Comparaison des commandes de résolution symboliques

Commande ISOL	Commande QUAD
La variable n'apparaît qu'une seule fois. La variable peut se trouver dans n'importe quel ordre. La variable peut être l'argument d'une fonction non linéaire (telle que SIN).	La variable peut apparaître plusieurs fois—nul besoin de ré-arranger. L'équation doit être du premier ou du second degré pour qu'une solution exacte puisse être obtenue.

Isoler une variable

Pour rechercher une variable apparaissant une seule fois :

1. Introduisez l'expression algébrique dans la pile.
2. Introduisez le nom de la variable (avec des délimiteurs ').
3. Appuyez sur ◀ (ALGEBRA) ISOL.

La commande ISOL isole une seule occurrence d'une variable dans une expression algébrique—elle renvoie une équation qui représente une solution symbolique de l'expression :

'*variable*=*expression*'

Si l'expression algébrique est une expression (elle ne comporte pas de signe =), elle est traitée comme une équation de la forme '*expression*=0'.

La variable à isoler peut être l'argument de toute fonction pour laquelle le HP 48 peut calculer la fonction inverse (définie dans ce manuel comme étant une fonction *analytique*). Par exemple, vous pouvez isoler *X* dans des expressions contenant TAN(X) ou LN(X) parce que TAN et LN ont des inverses (ATAN et EXP). Toutefois, vous ne pouvez pas isoler *X* dans des expressions algébriques contenant IP(X). L'index des opérations, en annexe G, énumère les fonctions analytiques du HP 48.

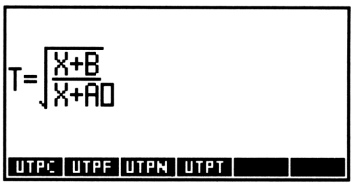
S'il y a plus d'une solution pour l'expression algébrique, ISOL inclut une variable « s » (signe) pour donner une solution générale. Voir « Obtenir des solutions générales et principales » en page 22-5.

Exemple : Utilisez ISOL pour isoler *A* dans l'équation :

$$T = \sqrt{\frac{X+B}{X+A}}$$

Tapez l'équation.

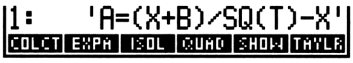
◀ EQUATION T ◀ =
√x ▲ X + B ▶
X + A



Introduisez l'équation. Ensuite saisissez le nom de la variable et isolez-la.

22

ENTER
' A ENTER
◀ ALGEBRA ISOL



Exemple : Introduisez l'expression `'A*(B+2*X)-C'` et la variable `'X'`, puis appuyez sur ISOL pour isoler X. Vous obtenez `'X=(C/A-B)/2'`.

Résoudre des équations quadratiques

Pour rechercher une variable dans une expression quadratique :

1. Introduisez l'équation ou expression quadratique dans la pile.
2. Introduisez le nom de la variable (avec des délimiteurs ').
3. Appuyez sur ◀ ALGEBRA QUAD.

La commande QUAD résout toute expression algébrique du premier ou du *second* degré (mais pas au delà), d'où son nom. Vous pouvez l'utiliser aussi pour résoudre des expressions symboliques linéaires. Elle renvoie une équation de la forme

'*variable=expression*'

Si vous lui soumettez une équation qui n'est *pas* du premier ou du second degré, QUAD la transforme en une *approximation* polynomiale du second degré, puis résout cette forme quadratique.

Si l'expression algébrique contient d'autres variables, elles ne peuvent pas exister dans le répertoire en cours si vous désirez qu'elles soient

incluses dans la solution comme variables formelles (symboliques). Si elles existent dans le répertoire en cours, QUAD les évalue.

Si l'expression algébrique est une expression, elle est traitée comme une équation de la forme '*expression*=0'.

S'il y a plus d'une solution pour l'expression algébrique, QUAD inclut des variables « s » (signe) et « n » (entier) pour obtenir une solution générale. Voir « Obtenir des solutions générales et principales » en page 22-5.

Exemple : Calculez x dans l'expression $x^2 - x - 6$.

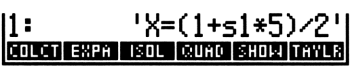
(Cet exemple suppose que la variable X n'existe pas dans le répertoire en cours—vous pouvez appuyez sur ' X ◀ PURGE.)

Introduisez l'expression et le nom de la variable.

' X y^x 2 − X − 6 ENTER
' X ENTER

Calculez la variable.

◀ ALGEBRA QUAD



La solution contient la variable *s1*, qui représente un signe + ou − arbitraire. Copiez l'expression. Ensuite évaluez-la pour *s1* = 1. (Pour introduire *s1*, appuyez sur α ◀ S1.)

ENTER
1 ' s1 STO
EVAL

Maintenant évaluez l'expression pour *s1* = −1

1 +/− ' s1 STO
◀ SWAP
EVAL

Exemple : une équation quadratique avec d'autres variables.
Calculez x dans l'équation $2x^2 - 4x + c = 0$.

(Cet exemple suppose que les variables X et C n'existent pas dans le répertoire en cours—vous pouvez appuyer sur ◀ { } X SPC C ENTER ◀ PURGE.)

Introduisez l'équation et le nom de la variable X.

' 2 × X y^x 2
− 4 × X + C ◀ = 0
ENTER ' X ENTER

```
2:       '2*X^2-4*X+C=0'
1:                   'X'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Exécutez QUAD pour obtenir un résultat contenant C.

◀ ALGEBRA QUAD

```
1: 'X=(4+s1*√(16-8*C))
   /4'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Copiez l'expression. Calculez les racines pour $c = 3$. Les racines sont $1 \pm 0{,}7071i$.

ENTER
3 ' C STO
1 ' s1 STO EVAL
1 +/− ' s1 STO
◀ SWAP EVAL

```
2: 'X=(1,.70710678118...
1: 'X=
   (1,-.707106781188)'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Exemple : Equation linéaire. Utilisez QUAD pour calculer x (qui apparaît deux fois) dans l'équation $3(x + 2) = 5(x - 6)$.

Introduisez l'équation.

' 3 × ◀ ( ) X + 2 ▶
◀ = 5 × ◀ ( ) X − 6
ENTER

```
1:    '3*(X+2)=5*(X-6)'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Calculez x.

' X
◀ ALGEBRA QUAD

```
1:                 'X=18'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Obtenir des solutions générales et principales

Les fonctions du HP 48 renvoient toujours un seul résultat—la solution *principale*. Par exemple, $\sqrt{4}$ renvoie toujours +2, et ASIN(.5) renvoie toujours 30 degrés ou 0,524 radians.

Toutefois, lorsque vous recherchez une expression symbolique pour une variable, il se peut qu'elle ait plusieurs solutions—et vous pourriez

chercher à les connaître. Aussi les commandes ISOL et QUAD renvoient-elles normalement une solution *générale*. Une telle solution en représente plusieurs, en incorporant des variables spéciales, capables de prendre plusieurs valeurs :

- *s1* représente un signe + ou − arbitraire (+1 ou −1). D'autres signes arbitraires dans le résultat sont représentés par *s2*, *s3*, ...
- *n1* représente un entier arbitraire—0, ±1, ±2, ... D'autres sont représentés par *n2*, *n3*, ...

Pour spécifier des solutions générales ou principales :

22

- Pour obtenir des solutions générales, appuyez sur 1 (+/−) (→) (MODES) (NXT) CF .
- Pour obtenir des solutions principales, appuyez sur 1 (+/−) (→) (MODES) (NXT) SF .

L'indicateur système −1 contrôle le type de solution renvoyée par ISOL et QUAD. Lorsque vous spécifiez des solutions principales, la valeur choisie pour les signes arbitraires est toujours +1 et celle des entiers arbitraires est toujours 0.

Exemple : Utilisez ISOL pour isoler x dans l'équation $y = \sin x^2$. Trouvez la solution principale *et* les solutions générales.

D'abord, saisissez l'équation. Ensuite copiez-la. Définissez le mode Radians et armez l'indicateur −1. Ensuite, entrez la valeur à isoler et obtenez la solution principale.

(') Y (←) (=) (SIN) X (y^x) 2
(ENTER) (ENTER)
(←) (RAD) (si nécessaire)
1 (+/−) (→) (MODES) (NXT) SF
(') X (←) (ALGEBRA) ISOL

```
1:          'X=√(ASIN(Y))'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Effacez l'indicateur −1. Ensuite faites passer la copie de l'équation initiale au niveau 1, saisissez le nom de la variable et calculez la solution générale. Le résultat contient le signe arbitraire *s1* et l'entier arbitraire *n1*.

1 (+/−) (→) (MODES) (NXT) CF
(←) (SWAP)
(') X (←) (ALGEBRA) ISOL

```
1: 'X=s1*√(ASIN(Y)*(-1
   )^n1+π*n1)'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Appuyez sur ◀ RAD pour revenir au mode Degrés.

Afficher des variables cachées

Parfois vous pouvez désirer rechercher une variable stockée dans une autre variable. Pour ce faire, il vous faut convertir l'expression symbolique pour que la variable cachée devienne visible.

A d'autres moments vous pouvez vouloir accélérer l'évaluation en convertissant une expression symbolique pour que toutes les variables, *sauf* quelques-unes, soient évaluées.

Pour convertir une expression symbolique en utilisant l'évaluation partielle :

- Pour faire apparaître une variable cachée, saisissez l'expression symbolique dans la pile, saisissez le nom de la variable (avec des délimiteurs ') et appuyez sur ◀ ALGEBRA SHOW.
- Pour évaluer toutes les variables, sauf celles que vous avez choisies, introduisez l'expression symbolique dans la pile, saisissez une liste (avec des délimiteurs « ») contenant les noms des variables qui doivent rester dans l'expression, et appuyez sur ◀ ALGEBRA SHOW.

Exemple : Vous désirez résoudre 'A*B' pour X, où A contient 'X+1'. Introduisez l'expression 'A*B' et la variable 'X' dans la pile et appuyez sur SHOW. Vous obtenez '(X+1)*B', qui permet de calculer X.

Exemple : Vous désirez faire un tracé de vérité de 'X-Y+2*C>3*D', où C contient 7 et D contient 5. Pour gagner du temps, évaluez toutes les variables sauf X et Y. Introduisez l'expression 'X-Y+2*C>3*D' et la liste « X Y » dans la pile et appuyez sur SHOW. Vous obtenez 'X-Y+14>15', que vous pouvez tracer.

Résumé des commandes de résolution symbolique

Le menu ALGEBRA—Opérations de résolution symbolique

Touches	Commande programmable	Description
◀ (ALGEBRA):		
ISOL	ISOL	Dans une expression symbolique du niveau 2, isole la première occurrence de la variable dans le niveau 1.
QUAD	QUAD	Résout l'équation quadratique du niveau 2 pour la variable spécifiée au niveau 1.
SHOW	SHOW	Affiche l'expression symbolique du niveau 2 en explicitant toutes ses références implicites à la variable du niveau 1. Pour une liste placée au niveau 1, évalue toutes les variables de l'expression symbolique du niveau 2 qui ne figurent pas dans cette liste.

Ré-arranger les termes

Vous pouvez parfois simplifier les expressions symboliques en développant les sous-expressions ou en regroupant les termes identiques. Par exemple, si une variable se rencontre plus d'une fois dans une expression symbolique, vous pouvez être en mesure de la simplifier de telle sorte que la variable ne s'y rencontre plus qu'une seule fois—ce qui vous met en mesure d'utiliser ISOL pour la calculer.

Une *sous-expression* consiste en une fonction et en ses arguments. La fonction qui définit une sous-expression est appelée la fonction *de plus haut niveau* pour cette sous-expression—c'est la fonction qui est exécutée en dernier lieu. Par exemple, dans l'expression `'A+B*C/D'`, la fonction la plus élevée de la sous-expression `'B*C'` est `*`, la fonction de plus haut niveau de `'B*C/D'` est `/` et la fonction de plus haut niveau de `'A+B*C/D'` est `+`.

Regrouper les termes identiques

Pour rassembler les termes identiques :

- Introduisez l'expression symbolique et appuyez sur ↩ (ALGEBRA) COLCT.

COLCT simplifie une expression symbolique de la façon suivante :

- Elle évalue les sous-expressions numériques. Par exemple, '1+2+LOG(10)' COLCT renvoie 4.
- Elle regroupe les termes numériques. Par exemple, '1+X+2' COLCT renvoie '3+X'.
- Elle range les facteurs (arguments de *) et combine les facteurs identiques. Par exemple, 'X^Z*Y*X^T*Y' COLCT renvoie 'X^(T+Z)*Y^2'.
- Elle range les arguments de + ou de −) et combine les termes identiques qui ne diffèrent que par leur coefficient. Par exemple, 'X+X+Y+3*X' COLCT renvoie '5*X+Y'.

COLCT opère séparément sur chacun des deux membres d'une équation, aussi les termes identiques figurant de chaque côté du signe = ne sont-ils pas combinés.

Développement des produits et des puissances

Pour développer produits et puissances :

- Introduisez l'expression symbolique et appuyez sur ↩ (ALGEBRA) EXPA.

La commande ré-écrit une expression symbolique, plus précisément, EXPAN :

- Distribue la multiplication et la division sur l'addition. Par exemple, 'A*(B+C)' EXPA renvoie 'A*B+A*C'.
- Développe les puissances de sommes de termes. Par exemple, 'A^(B+C)' EXPA renvoie 'A^B*A^C'.
- Développe les entiers de puissance positive. Par exemple, 'X^5' EXPA renvoie 'X*X^4' et '(X+Y)^2' EXPA renvoie 'X^2+2*X*Y+Y^2'.

EXPAN n'effectue pas la totalité des développements possibles sur une expression algébrique en une seule exécution. En fait, EXPAN travaille sur la sous-expression de façon hiérarchisée, niveau par niveau, s'arrêtant à chaque niveau de la hiérarchie dans lequel il trouve une sous-expression à développer. Il examine tout d'abord la sous-expression prioritaire (c'est l'expression algébrique elle-même) ; si celle-ci peut être développée, EXPAN le fait et s'arrête. Sinon, EXPAN examine chacune des sous-expressions du second niveau. Celles qui sont développables sont traitées, les autres sont ensuite examinées au troisième niveau, et ainsi de suite. Ce processus se termine lorsqu'il n'y a plus de développements possibles en bas de la hiérarchie.

Exemple : Développez l'expression `'A^(B*(C^2+D))'`.

Introduisez l'expression.

' A y^x ◀ () B × ◀ () C y^x 2 + D ENTER

```
1:        'A^(B*(C^2+D))'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Développez-la. Le premier développement se fait au second niveau—la sous-expression `B*(C^2+D)` est développée d'abord.

◀ ALGEBRA `EXPA`

```
1:        'A^(B*C^2+B*D)'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Développez à nouveau. La fonction de plus haut niveau (le ^ de gauche) est développé.

`EXPA`

```
1: 'A^(B*C^2)*A^(B*D)'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Un autre développement est possible. Le premier se fait au troisième niveau—la sous-expression `C^2` est développée.

`EXPA`

```
1: 'A^(B*(C*C))*A^(B*D
   )'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Un nouvel appui sur `EXPA` n'aurait pas de résultat. Regroupez les termes identiques.

`COLCT`

```
1:        'A^(B*C^2+B*D)'
COLCT EXPA ISOL QUAD SHOW TAYLR
```

Exemple: Le programme *EXCO* en page 31-23 développe et regroupe complètement une expression symbolique.

Résumé de commandes de regroupement et de développement

Le menu ALGEBRA—Opérations de regroupement et de développement

Touches	Commande programmable	Description
↩ ALGEBRA :		
COLCT	COLCT	Simplifie l'expression symbolique du niveau 1 en regroupant les termes identiques.
EXPA	EXPAN	Ré-écrit l'expression symbolique du niveau 1 en développant les sous-expressions qui contiennent des produits et des puissances.

Transformations Rules

Les transformations Rules sont des opérations de ré-arrangement algébrique d'envergure plus modeste que les commandes EXPAN et COLCT. Les transformations Rules vous permettent, par petites étapes, de diriger le cheminement du ré-arrangement d'une expression algébrique.

Pour ré-arranger une expression symbolique :

1. Placez l'expression symbolique dans l'environnement EquationWriter :
   - Pour saisir une nouvelle expression symbolique, appuyez sur ◀ EQUATION et tapez-la.
   - Pour utiliser une expression symbolique du niveau 1, appuyez sur ▼.
   - Pour utiliser une expression symbolique stockée dans une variable, saisissez un nom (avec des délimiteurs ') et appuyez sur ▶ ▼.
2. Utilisez l'*environnement de sélection* :
   - A partir du mode de saisie, appuyez sur ◀.
   - A partir du mode de défilement, appuyez sur ◀ GRAPH ◀.
3. Appuyez sur ▲ ▼ ◀ ▶ pour déplacer le curseur de sélection vers la *fonction de plus haut niveau* de la sous-expression que vous désirez ré-arranger. (Voir ci-dessous.)
4. Optionnel : appuyez sur EXPR à tout moment pour montrer la sous-expression associée—la mise en surbrillance s'active ou non.
5. Appuyez sur RULES pour accéder au menu RULES. (Vous pouvez appuyez sur − pour revenir au menu de sélection.)
6. Appuyez sur la touche de menu de la transformation désirée. (Ou déplacez simplement le curseur pour *ne pas* faire de transformation.)
7. Répétez l'étape 6 pour chaque transformation. (Si vous déplacez le curseur, vous devez retourner à l'étape 3.)
8. Appuyez sur ENTER pour sauvegarder la nouvelle expression symbolique (ou appuyez sur ATTN pour l'abandonner).

Dans cette section, la définition de *sous-expression*, valable dans la section précédente, est étendue aux objets individuels. Vous pouvez par exemple spécifier un nom en tant que sous-expression.

Après avoir activé l'environnement de sélection, vous déplacez le curseur de sélection—il spécifie à la fois un objet de l'expression et la sous-expression qui lui correspond.

Opérations dans l'environnement de sélection

Touche	Description
RULES	Sélectionne un menu de transformations de ré-arrangement pour la sous-expression que vous avez spécifiée.
EDIT	Renvoie la sous-expression en ligne de commande pour modification. (Voir « Comment modifier en ligne de commande » en page 16-17.)
EXPR	Met en surbrillance la sous-expression spécifiée.
SUB	renvoie la sous-expression spécifiée au niveau 1 de la pile.
REPL	Remplace la sous-expression spécifiée par l'expression symbolique du niveau 1 de la pile. (Voir « Remplacer une sous-expression par un objet algébrique » en page 16-23.)
EXIT	Quitte l'environnement de sélection, rétablit le curseur de saisie à la fin de l'équation.
▲ ▼ ◀ ▶	Déplace le curseur de sélection vers l'object suivant dans la direction indiquée. Précédée de ↱, place le curseur de sélection sur l'objet le plus éloigné dans la direction indiquée.
+/−	Met en surbrillance la sous-expression spécifiée (comme EXPR), mais est aussi active lorsque le menu RULES est affiché.

Le menu RULES peut inclure des transformations qui ne sont pas applicables à la sous-expression spécifiée—de telles touches de menu produisent un bip. Après avoir exécuté une transformation, le curseur de sélection met en surbrillance le nouvel objet de plus haut niveau. Le menu RULES disparaît lorsque vous appuyez l'une des touches suivantes : ◀ ▶ ▲ ▼, − (pour revenir au menu de sélection), ENTER ou ATTN.

Les tableaux des pages suivantes décrivent les transformations Rules et donnent des exemples. Toutefois, les tableaux *ne présentent pas* toutes les configurations pour lesquelles une transformation est possible.

Remarque

Le tableau suivant montre des exemples de transformations de la forme

Avant → *Après*

Les expressions symboliques sont montrées telles qu'elles apparaissent en *ligne de commande*—même si vous exécutez des transformations Rules dans l'environnement *EquationWriter*. Si vous vous essayez l'un des exemples, appuyez sur ENTER pour voir le nouvelle expression dans sa forme de ligne de commande.

22

Le menu RULES—Transformations universelles

Touche	Description
DNEG	Double-négation. A → -(-A)
DINV	Double-inversion. A → INV(INV(A))
*1	Multiplication par 1. A → A*1 A+B/1 → A+B
^1	Elévation à la puissance 1. A → A^1
/1	Division par 1. A → A/1 A+B*1 → A+B
+1-1	Ajout de 1 et soustraction de 1. A → A+1-1

Le menu RULES—Transformations universelles (suite)

Touche	Description
COLCT	Regroupement. Exécute une forme limitée de la commande COLCT du menu AGEBRA. Elle n'agit que sur la sous-expression définie par l'objet spécifié et laisse tels quels les coefficients des termes rassemblés en une somme ou une différence. (2+3)*X → 5*X 2*X+3*X → (2+3)*X

Le menu RULES—Déplacement de termes

Touche	Description
←T	Déplacement de terme à gauche. Met le terme voisin le plus proche situé à droite de la fonction à la place du terme voisin le plus proche situé à gauche de la fonction. A+B+(C+D) → A+C+(B+D) A+B+(C+D) → A+B+(D+C) A+(B+C)*1+D → A+D+(B+C)*1 A*B=C*D → A*B/C=D
T→	Déplacement de terme à droite. Met le terme voisin le plus proche situé à gauche de la fonction spécifiée à la place du terme voisin le plus proche situé à droite de la fonction. A+B=(D+E) → A=-B+(D+E) A*B=(X+Y) → A=INV(B)*(X+Y)

←T et T→ sont utilisés pour mettre un *terme* à la place du « terme voisin », à sa droite ou sa gauche. Un terme est un argument de + ou −, un argument de * ou / (un facteur) ou un argument de =. En plus, ces opérations ignorent les parenthèses—vous pouvez leur imposer des parenthèses en exécutant *1 pour faire que la sous-expression entre parenthèses devienne un terme.

Le menu RULES—Insertion et déplacement de parenthèses

Touche	Description
(())	Mise entre parenthèses de termes voisins. Met entre parenthèses les termes voisins les plus proches de + ou *. Ces opérations sont sans effet si la fonction spécifiée est la première (ou la seule) fonction figurant dans l'expression, puisque ces parenthèses y sont déjà présentes, mais cachées. A+B+C+D → A+(B+C)+D
(←	Développement vers la gauche. Développe la sous-expression associée à la fonction spécifiée pour inclure à gauche le terme suivant. Notez que cette opération risque de faire disparaître une paire de parenthèses. A+B+(C+D)+E → A+(B+C+D)+E
→)	Développement vers la droite. Développe la sous-expression associée à la fonction spécifiée pour inclure le terme suivant sur sa droite. A+(B+C)+D+E → A+(B+C+D)+E

Le menu RULES—Commutations, associations et distributions

Touche	Description
←→	Commutation. Commute les arguments de la fonction spécifiée. A+B → B+A INV(A)*B → B/A
←A	Association à gauche. A+(B+C) → A+B+C A*(B/C) → A*B/C A^(B*C) → A^B^C
A→	Association à droite. (A+B)+C → A+(B+C) (A*B)/C → A*(B/C) (A^B)^C → A^(B*C)

Le menu RULES—Commutations, associations et distributions (suite)

Touche	Description
→()	Distribution d'une fonction préfixe. -(A+B) → -A-B INV(A/B) → INV(A)*B IM(A*B) → RE(A)*IM(B)+IM(A)*RE(B)
←D	Distribution à gauche. (A+B)*C → A*C+B*C (A/B)^C → A^C/B^C
D→	Distribution à droite. A*(B+C) → A*B+A*C A^(B-C) → A^B/A^C LN(A*B) → LN(A)+LN(B)
←M	Mise en facteurs à gauche. Fusionne des arguments de +, −, * et /, lorsque ces arguments ont un facteur commun ou une fonction EXP, ALOG, LN ou LOG commune à un seul argument. Pour les facteurs communs, ← indique que les facteurs de gauche sont des facteurs communs. Fusionne aussi des sommes dans lesquelles l'un seulement des arguments est un produit. (A*B)+(A*C) → A*(B+C) EXP(A)*EXP(B) → EXP(A+B) A+A*B → A*(1+B)
M→	Mise en facteurs à droite. Fusionne des arguments de +, −, * et /, lorsque ces arguments ont un facteur commun. → indique que les facteurs de droite sont des facteurs communs. Fusionne aussi des sommes dans lesquelles l'un seulement des arguments est un produit. (A*C)+(B*C) → (A+B)*C A*B+1*B → (A+1)*B
-()	Double signe moins et distribution. Equivalente à DNEG suivie de →() sur la négation interne résultante. A+B → -(-A-B) LOG(INV(A)) → -LOG(A)
1/()	Double inversion et distribution. Equivalente à DINV suivie de →() sur l'inversion intérieure résultante. A*B → INV(INV(A)/B) EXP(A) → INV(EXP(-A))

Le menu RULES—Ré-arrangements d'exponentielles

Touche	Description
L*	Remplacement du log d'une puissance par un produit de logs. LOG(A^B) → LOG(A)*B
L()	Remplacement d'un produit de logs par le log d'une puissance. LN(A)*B → LN(A^B)
E^	Remplacement d'un produit de puissance par une puissance de puissance. ALOG(A*B) → ALOG(A)^B
E()	Remplacement d'une puissance de puissance par un produit de puissances. EXP(A)^B → EXP(A*B)
→TRG	Remplacement d'une exponentielle par des fonctions trigonométriques. (Cet exemple suppose le mode Radians.) EXP(A) → COS(A/i)+SIN(A/i)*i

Le menu RULES—Addition de fractions

Touche	Description
AF	Addition de fractions. Combine des termes sur un dénominateur commun. (Si le dénominateur est déjà commun aux deux fractions, utilisez M→ .) A+(B/C) → (A*C+B)/C (A/B)-C → (A-B*C)/B

Le menu RULES—Développement de fonctions trigonométriques

Touche	Description
→DEF	Développement de fonctions trigonométriques sous forme de définitions. Remplace des fonctions trigonométriques, hyperboliques, trigonométriques inverses et hyperboliques inverses par leurs définitions en termes de EXP et LN. (Ces exemples supposent le mode Radians.) COS(X) → (EXP(X*i)+EXP(-(X*i)))/2 ASINH(U) → -LN(√(1+U^2)-U)
TRG*	Développement sous forme de produits de fonctions trigonométriques. Développe des fonctions trigonométriques de sommes et de différences. SIN(X+Y) → SIN(X)*COS(Y)+COS(X)*SIN(Y)

Le menu RULES—Répétition automatique de transformation Rules

Touche	Description
↷ D→	Multiplication et distribution à droite.
↷ ←D	Multiplication et distribution à gauche. (A+B+C)*D → A*D+B*D+C*D
↷ A→	Multiplication et association à droite.
↷ ←A	Multiplication et association à gauche. A+(B+(C+D)) → A+B+C+D
↷ M→	Fusionnement de plusieurs facteurs à droite. A*B+C*B+D*B → (A+C+D)*B
↷ ←M	Fusionnement de plusieurs facteurs à gauche.
↷ T→	Déplacement de plusieurs facteurs à droite. A+B+C+D=E → B+C+D=E-A
↷ ←T	Déplacements de plusieurs termes à gauche.
↷ →)	Développement de plusieurs sous-expressions à droite. A+(B+C)+D+E → A+(B+C+D+E)
↷ (←	Développement de plusieurs sous-expressions à gauche.

En utilisant la touche ▶ comme préfixe pour les touches de transformation précédentes, on exécute répétitivement cette transformation, automatiquement, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de modifications possibles.

Exemple : Calculez la variable x dans l'équation

$$ax = bx + c$$

Ré-arrangez l'équation pour que x n'apparaisse plus qu'une fois, puis utilisez ISOL.

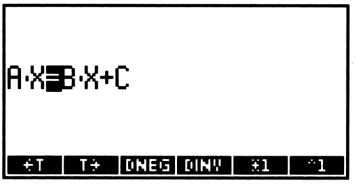
Sélectionnez EquationWriter et faites la saisie.

22

▶ EQUATION
A ⊗ X ▶ =
B ⊗ X ⊕ C

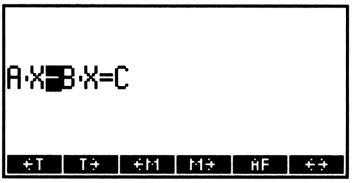
Activez l'environnement de sélection. Ensuite placez le curseur de sélection sur le signe = et appelez le menu RULES.

◀
◀ (5 fois)
RULES



Placez le terme B·X à la gauche du signe =.

+T



Fusionnez deux termes à gauche du signe =.

M→

Maintenant que x ne figure plus qu'une seule fois dans l'équation, placez celle-ci dans la pile et isolez x.

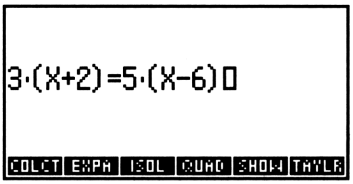
ENTER
◀ ALGEBRA
' X ISOL

Exemple : Calculez x dans l'équation

$$3(x+2) = 5(x-6)$$

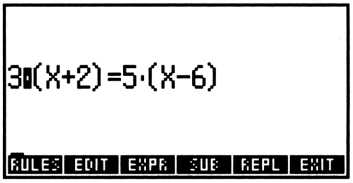
Sélectionnez EquationWriter et faites la saisie de l'équation.

◀ EQUATION
3 ◀ ( ) X + 2 ▶
◀ =
5 ◀ ( ) X − 6 ▶



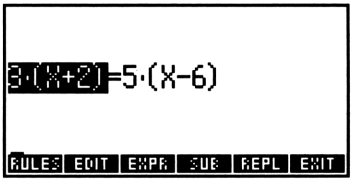
Activez l'environnement de sélection et placez le curseur de sélection sur le signe · à gauche de l'équation.

◀
↷ ◀ ▶



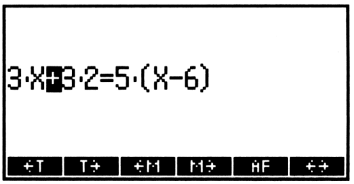
Mettez en surbrillance la sous-expression définie par ·. Ceci nous indique la partie de l'équation sur laquelle portera le ré-arrangement.

EXPR



Sélectionnez le menu RULES pour cette sous-expression et distribuez le 3 sur (X+2).

RULES D→

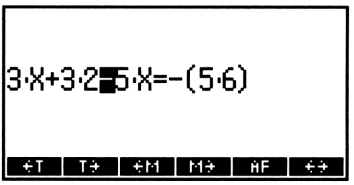


Placez le curseur de sélection sur le · du côté droit de l'équation et distribuez à nouveau.

▶ (6 fois)
RULES D→

Placez le curseur sur le signe = et puis placez le terme 5·X du côté gauche de l'équation.

◀ (4 fois)
RULES ←T



Maintenant que les deux termes de X sont du même côté de l'équation, remettez l'équation dans la pile et rassemblez les termes identiques.

ENTER
↶ ALGEBRA COLCT

Maintenant calculez X.

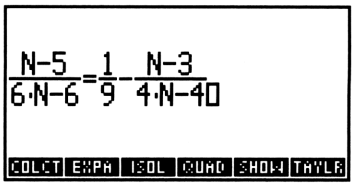
↑ X ISOL

Exemple : Calculez n dans l'équation

$$\frac{n-5}{6n-6} = \frac{1}{9} - \frac{n-3}{4n-4}$$

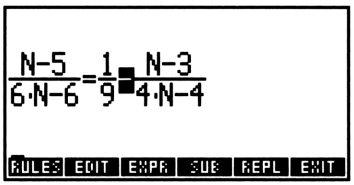
Faites la saisie de l'équation.

◀ EQUATION
▲ N − 5 ▶ 6N − 6 ▶
◀ = 1 ÷ 9 ▶ −
▲ N − 3 ▶ 4N − 4



Activez l'environnement de sélection. Déplacez le curseur vers le signe − entre les deux termes de droite.

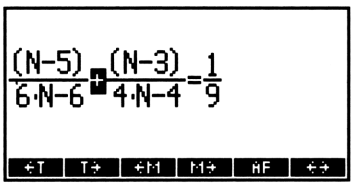
◀
◀ (autant que nécessaire)



22

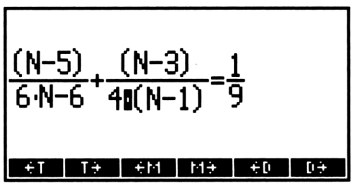
Déplacez le terme placé le plus à droite à la gauche de l'équation.

RULES ←T ←T



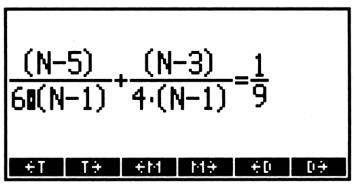
Déplacez le curseur vers le signe − dans le dénominateur 4·N−4 et fusionnez les facteurs à gauche.

▶ ▼
RULES ←M



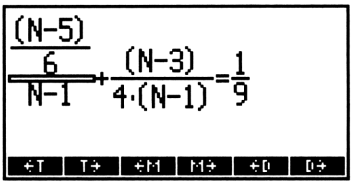
Déplacez le curseur vers le signe − dans le dénominateur du premier terme du membre gauche et fusionnez les facteurs à gauche.

◀ ◀ ◀ ▼
RULES ←M



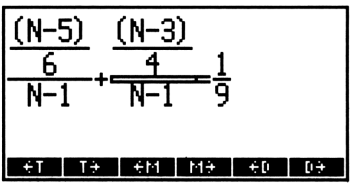
Déplacez le curseur vers la barre de division de ce terme et associez à gauche.

▲
RULES NXT ←A



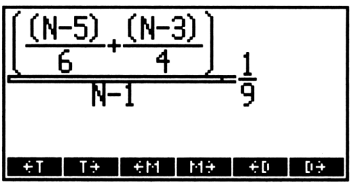
Déplacez le curseur vers la barre de division du second terme et associez à gauche.

▶▶
RULES NXT ←A



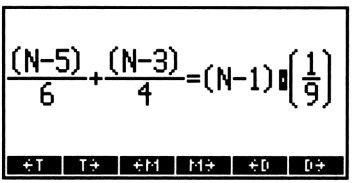
Déplacez le curseur vers le signe + entre les deux termes et fusionnez à droite.

◀
RULES M→



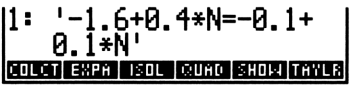
Déplacez le curseur sur le signe = et déplacez le terme à droite.

▶
RULES T→



Placez l'équation dans la pile. Définissez le mode 1 Fix pour l'affichage (pour voir le résultat de l'opération COLCT, qui suit). Développez les termes et regroupez les termes identiques.

ENTER
↶ MODES 1 FIX
↶ ALGEBRA
EXPA COLCT



Calculez N.

▢ N QUAD

Appuyez sur ◀ MODES STD pour revenir au mode d'affichage Standard.

Effectuer des transformations-utilisateur

Si les fonctions de transformation du calculateur ne vous suffisent pas pour ré-arranger une expression algébrique dans la forme désirée, vous avez la possibilité de créer une transformation personnalisée. Vous pouvez ainsi remplacez les occurrences d'une configuration par une autre, neuve. Cette configuration peut être spécifique—ou bien peut contenir des « jokers » qui remplacent n'importe quelle sous-expression et que vous pouvez ré-insérer dans le remplacement. Vous serez informé si un remplacement est effectué, ou non.

Vous pouvez aussi faire des transformations conditionnelles—les transformations ne se font que sous une condition spécifiée par vous.

Pour faire une transformation-utilisateur sur une expression :

1. Introduisez l'expression symbolique dans la pile.
2. Introduisez une liste (avec des délimiteurs { }) qui spécifie la transformation :
   - Pour faire une transformation *inconditionnelle*, incorporez les configurations de recherche et de remplacement (avec des délimiteurs ' ').
   - Pour faire une transformation *conditionnelle*, incorporez les configurations de recherche et de remplacement *et l'expression conditionnelle* (avec des délimiteurs ' ').
3. Appuyez sur ◀ ALGEBRA NXT ↑MAT ou sur ↓MAT.

La liste spécifiant la transformation a l'une des formes suivantes :

{ '*recherche*' '*remplacement*' }
{ '*recherche*' '*remplacement*' '*conditionnelle*' }

Les commandes ↑MATCH et ↓MATCH recherchent la configuration que vous avez spécifiée et remplacent toutes les occurrences de

cette configuration. Pour une transformation conditionnelle, le remplacement ne se produit que si l'expression conditionnelle s'évalue en une valeur différente de zéro (seulement si elle est *vraie*).

Si un remplacement *est* fait, la nouvelle expression est renvoyée au niveau 2—et 1 (vrai) est renvoyé au niveau 1. Si un remplacement *n'est pas fait*, l'expression originale est renvoyée au niveau 2—et 0 (fausse) est renvoyé au niveau 1.

↑MATCH commence ses recherches dans les sous-expressions de plus bas niveau et « remonte »—ce qui fonctionne bien lors d'une simplification. ↓MATCH commence par une expression algébrique complète, et « descend » au fur et à mesure—ce qui fonctionne bien lors d'une expansion. Le remplacement s'arrête à la fin du premier niveau où le premier remplacement s'est produit. La transformation peut être renouvelée pour modifier d'autres niveaux.

Pour faciliter la spécification de la configuration, les expressions de configuration et de remplacement peuvent contenir des noms « jokers » qui spécifieront *toute* sous-expression. Les jokers figurant dans l'expression de remplacement sont remplacés par les sous-expressions auxquelles ils correspondaient dans l'expression initiale. Pour spécifier une variable joker, il suffit de faire précéder son nom du caractère & (α ◀ ENTER) et un nom de variable, par exemple &A.

Exemple : L'une des formulations du sinus pour un demi-angle est

$$\sin(2z) = 2\sin(z)\cos(z)$$

Aucune transformation Rules n'existe pour cette formule, aussi allez-vous créer une liste exécutant les transformations. Utilisez-la ensuite pour transformer l'expression `'SIN(2*(X+1))'`.

Créez la liste de transformation. (Pour introduire &, appuyez sur α ◀ ENTER.)

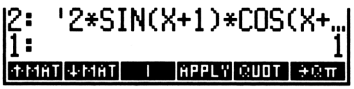
◀ {} ' SIN 2 × &W ▶ ▶ ' 2 × SIN &W ▶ × COS &W ENTER

Stockez la liste dans une variable *DEMI*. Ensuite saisissez l'expression DEMI exécutant la transformation.

`'` HALF `STO`
`'` `SIN` 2 `×` `◀` `(` `)` X `+` 1
`ENTER`

Rappelez la liste de transformation du manu VAR, puis utilisez ↓MATCH pour transformer l'expression. La valeur du niveau 1 indique qu'un remplacement s'est produit.

`VAR` HALF
`◀` `ALGEBRA` `NXT` ↓MAT



Abandonnez le niveau 1 pour voir l'expression transformée.

`◀`

Un autre choix est d'inclure la liste et la commande ↓MATCH dans un programme—puis faire cette transformation en une seule étape.

Utiliser la fonction | (Recherche)

La fonction | (`◀` `ALGEBRA` `NXT` 1)—appelée fonction « Recherche » ou « évaluée à » associe des valeurs numériques à des variables qui figurent dans des expressions algébriques partiellement évaluées. Son but est de fournir une méthode d'évaluation itérative pour les intégrales et les fonctions-utilisateur—elle offre des informations d'échange des noms, même de ceux qui ont cessé d'exister, comme cela peut se produire dans le cas de variables locales.

Vous pouvez aussi utiliser | pour évaluer une expression symbolique pour des valeurs de variables spécifiques.

Pour évaluer une expression symbolique pour des valeurs de variables spécifiques :

1. Introduisez l'expression symbolique dans la pile.
2. Tapez une liste (avec des délimiteurs { }) contenant chaque nom de variable suivi par la valeur à remplacer. (Voir ci-dessous.)

3. Appuyez sur ◀ ALGEBRA | .

La liste de noms et de valeurs devrait avoir la forme

« *nom*$_1$ *expr*$_1$ ... *nom*$_n$ *expr*$_n$ »

où *expr* peut être un nombre ou une expression symbolique. Si une variable nommée dans la liste existe, son contenu *n'est pas* changé par |).

Exemple : L'évaluation d'une intégrale renvoie un résultat symbolique de la forme

'*expr*|(*var=limite-sup*)−(*expr*|(*var=limite-inf*))',

22

comme décrit au chapitre suivant, « Calcul ». Ici *expr* est l'expression intégrée, toujours sous sa forme symbolique—et *var* est la variable d'intégration. Une nouvelle évaluation remplacera les limites d'intégration.

Exemple : Considérons une fonction-utilisateur *DRV* créée en introduisant 'DRV(X)=∂X(X^2)' et en appuyant sur ◀ DEF. Tapez 'DRV(2)' et appuyez sur EVAL pour renvoyer le résultat partiellement évalué

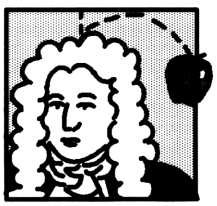
'∂X(X)*2*X^(2-1)|(X=2)'

X est une variable locale et n'existe que lorsque la fonction-utilisateur *DRV* est exécutée—si bien que la fonction | fournit des informations de remplacement pour la variable locale. Appuyez sur EVAL une fois encore pour obtenir la réponse finale 4.

Exemple : Evaluez $A + B$ où $A = C + D$ et $B = 7$. Tapez 'A+B', puis saisissez « A 'C+D' B 7 ». Appuyez sur | pour obtenir l'expression 'C+D+7'.

23

Calcul



Vous pouvez utiliser les commandes de calcul du HP 48 pour différentier des expressions, calculer des sommations de séries, dériver des polynômes de Taylor et effectuer des intégrations symboliques et numériques.

Différentier des expressions

Vous pouvez différentier une expression symbolique soit pas à pas, pour que vous puissiez voir les substitutions—ou en une seule étape. Si votre expression contient uniquement des fonctions analytiques (celles qui sont étiquetées d'un « A » à l'annexe G), vous obtenez une dérivée explicite.

Différentiation pas à pas

Pour différentier une expression pas à pas :

1. Saisissez une expression symbolique (avec délimiteurs ') pour la fonction ∂ avec pour argument, l'expression à différentier.
2. Pour effectuer chaque étape une par une, appuyez sur EVAL.

Lorsque vous utilisez ∂ en syntaxe d'*expression algébrique*, elle différentie l'expression pas à pas. En syntaxe d'expression algébrique, ∂ à la forme suivante en ligne de commande

'∂*var*(*expression*)'

où *var* est la variable de différentiation et *expression* est l'expression que vous différentiez. Vous pouvez saisir l'expression symbolique

dans l'application EquationWriter—lisez, sous le titre « Saisir des équations » en page 16-8.

Exemple : Calculez la dérivée de $\sin x$ en utilisant une expression symbolique.

(Cet exemple suppose que la variable X n'existe pas dans le répertoire en cours—vous pouvez appuyez sur ' X ◀ PURGE.)

Sélectionnez le mode Radians et tapez la dérivée de l'expression, en utilisant EquationWriter.

◀ MODES NXT NXT
23 RAD (si nécessaire)
◀ EQUATION
▶ ∂ X ▶ SIN X

Placez l'expression dans la pile et évaluez les deux étapes pour obtenir le résultat final.

ENTER
EVAL EVAL

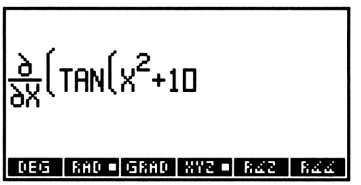
Exemple : Calculez l'expression pas à pas

$$\frac{d}{dx}\tan(x^2+1)$$

(Cet exemple suppose que la variable X n'existe pas dans le répertoire en cours—vous pouvez appuyez sur ' X ◀ PURGE.)

Définissez le mode d'angle Radians. Sélectionnez EquationWriter et saisissez la dérivée.

◀ RAD (si nécessaire)
◀ EQUATION
▶ ∂ X ▶
TAN X y^x 2 ▶ + 1



Evaluez l'expression.

EVAL

Le résultat contient toujours une dérivée, illustrant l'application de la règle de différentiation :

$$\frac{d}{dx}\tan(x^2+1) = \frac{d}{d(x^2+1)}\tan(x^2+1) \times \frac{d}{dx}(x^2+1)$$
$$= (1+\tan^2(x^2+1)) \times \frac{d}{dx}(x^2+1)$$

La dérivée de la fonction tangente a déjà été évaluée. Evaluez l'étape suivante, la dérivée de x^2+1.

EVAL

L'opération évalue la dérivée de la somme

$$\frac{d}{dx}(x^2+1) = \frac{d}{dx}x^2 + \frac{d}{dx}1$$

La dérivée de 1 est 0, le terme disparaît. Evaluez l'étape suivante, la dérivée de x^2.

EVAL

L'opération reflète la règle

$$\frac{d}{dx}x^2 = \frac{d}{dx}(x)^2 \times \frac{d}{dx}(x)$$

La dérivée de x^2 a été évaluée. Evaluez l'étape finale.

EVAL

Différentiation complète

Pour différentier une expression complètement, en une étape :

1. Introduisez l'expression que vous désirez différentier (avec délimiteurs ').
2. Introduisez la variable de différentiation (avec délimiteurs ').
3. Appuyez sur ▶ ∂.

Exemple : Calculez l'expression en une seule étape

$$\frac{d}{dx}\tan(x^2+1)$$

23

(Cet exemple suppose que la variable X n'existe pas dans le répertoire en cours—vous pouvez appuyez sur ' X ◀ PURGE.)

Introduisez l'expression. Introduisez la variable de différentiation.

' TAN X y^x 2 + 1 ENTER
' X ENTER

Différenciez l'expression.

▶ ∂

Différentier des fonctions-utilisateur

Vous pouvez différentier les fonctions-utilisateur. Voir « Différentier une fonction-utilisateur » en page 10-3.

Créer des dérivées-utilisateur

Si vous exécutez ∂ pour une fonction qui n'a pas de dérivée intégrée, ∂ renvoie une *nouvelle* fonction dont le nom est *der*, suivi par le nom d'origine de la fonction. La nouvelle fonction a des arguments qui sont ceux de la fonction originelle, plus les dérivées des arguments. (Vous pouvez differencier plus avant en créant une fonction-utilisateur pour représenter la nouvelle dérivée.)

Si vous exécutez ∂ une fonction-utilisateur formelle (un nom suivi d'arguments entre parenthèses, pour laquelle aucune fonction-utilisateur n'existe en mémoire-utilisateur), ∂ renvoie

une dérivée formelle de nom *der*, suivi du nom originel de la fonction-utilisateur, plus les arguments et leurs dérivées.

Exemple: La définition de % du HP 48 ne comporte pas de dérivée. Si vous introduisez `'∂Z(%(X,Y))'` et appuyez sur EVAL, vous obtenez

```
'der%(X,Y,∂Z(X),∂Z(Y))'
```

Chacun des arguments de la fonction % en donne deux dans la fonction *der%*—X donne X et ∂Z(X) et Y donne Y et ∂Z(Y).

Pour définir la dérivée de %, vous pouvez introduire `'der%(x,y,dx,dy)=(x*dy+y*dx)/100'` et appuyer sur ◀ DEF.

Maintenant vous pouvez obtenir la dérivée de `'%(X,2*X)'` en tapant l'expression et la variable `'X'` et en appuyant sur ▶ ∂ ◀ ALGEBRA COLCT. Le résultat est `'.04*X'`.

Exemple: Introduisez la dérivée d'une fonction-utilisateur formelle, `∂x('f(x1,x2,x3))'`. Ensuite évaluez-la en appuyant sur EVAL. Le résultat est

```
'derf(x1,x2,x3,∂x(x1),∂x(x2),∂x(x3))'
```

Sommations

Vous pouvez calculez la valeur d'une série finie. Vous pouvez aussi utiliser cette possibilité pour explorer la convergence ou la non convergence d'une série infinie.

Pour calculer une sommation en utilisant la syntaxe d'expression algébrique:

1. Introduisez l'expression symbolique pour la fonction Σ avec l'index, les limites et les opérandes de la somme comme arguments.
2. Appuyez sur EVAL.

Lorsque vous utilisez Σ en syntaxe d'*expression algébrique*, elle a la forme suivante en ligne de commande

'Σ(*index=initiale*,*finale*,*expression de somme*)'

où *index* est le nom de la variable d'index, *initiale* et *finale*, les première et dernière valeurs de la variable d'index et *expression*, représentant les termes de la sommation. Vous pouvez saisir la sommation dans EquationWriter—voyez sous le titre « Saisir des équations » en page 16-4.

Pour calculer une sommation en utilisant la syntaxe de la pile :

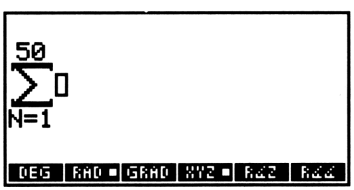
1. Introduisez le nom de la variable d'index que vous utiliserez dans l'expression de sommation (avec délimiteurs ').
2. Introduisez la valeur initiale de l'index.
3. Introduisez la valeur finale de l'index.
4. Introduisez une expression de la sommation (avec délimiteurs ').
5. Appuyez sur ↷ Σ.

Exemple : Calculez

$$\sum_{n=1}^{50} \frac{(-1)^n n}{2^n}$$

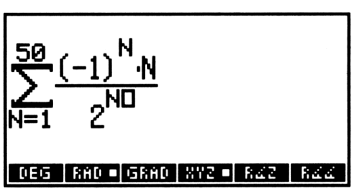
Sélectionnez l'application EquationWriter et tapez la fonction Σ, l'index de sommation, les valeurs initiale et finale.

↶ EQUATION
↷ Σ
N ▶
1 ▶
50 ▶



Tapez les opérandes.

↶ ( ) (−) 1 ▶
y^x N ▶ N
÷ 2 y^x N



Calculez la somme.

EVAL

Exemple : Pour la série géométrique infinie

$$\sum_{n=1}^{\infty} r^{n-1},$$

voyez si elle diverge ou converge pour $r = 0,5$.

Sélectionnez EquationWriter et tapez la fonction de sommation, l'index et ses valeurs initiales.

◀EQUATION▶
Σ
N ▶ 1 ▶

Tapez la valeur finale de l'index de sommation. Le HP 48 ne pouvant représenter l'infini, utilisez un nombre important, par exemple 500. Ensuite tapez l'expression de la somme.

500 ▶
R y^x N − 1

Introduisez l'expression. Faites-en deux copies pour utiliser dans cet exemple et l'exemple suivant. Stockez la valeur 0,5 dans R et calculez la somme. (Le calcul prend plusieurs secondes.)

ENTER ENTER ENTER
.5 ' R STO
EVAL

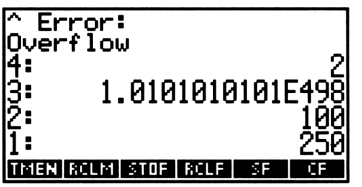
Faites passer l'expression au niveau 1 et changez la valeur finale de l'index en 1000, puis calculez la somme une fois encore. (Le calcul prend plusieurs secondes.) Les calculs suggèrent que la série converge vers 2.

▶ ◀EDIT
▶ (7 times) DEL 10 ENTER
EVAL

Exemple : Evaluez la série de l'exemple précédent pour voir si elle converge ou diverge pour $r = 100$. (Cet exemple suppose que l'expression de sommation de l'exemple précédent est en mémoire.)

Définissez l'indicateur système −21 pour que les nombres plus que MAXR (*le nombre réel maximum*) causent une erreur de dépassement de capacité. Ensuite, faites passer la copie de l'expression au niveau 1, stockez 100 dans *R* et calculez la somme. Une erreur de dépassement se produit, ce qui suggère que la série diverge.

21 [+/−] [→] [MODES] [NXT] SF
[▲]
[▲] [▲] ROLL [ATTN]
100 ['] R [STO]
[EVAL]



Appuyez sur 21 [+/−] CF pour éviter de générer d'autres erreurs de dépassement.

Dériver des approximations du polynôme de Taylor

La commande TAYLR vous permet, pour toute fonction mathématique représentée par une expression symbolique, de calculer une approximation polynomiale de Taylor d'environ $x = 0$, parfois nommée série de Maclaurin. Vous pouvez aussi spécifier l'ordre du polynôme.

Pour dériver une approximation du polynôme de Taylor autour de x = 0 :

1. Introduisez une expression pour la fonction approximée (avec délimiteurs ').
2. Introduisez le nom de la variable du polynôme (avec délimiteurs ').
3. Introduisez l'ordre du polynôme (la puissance maximum de la variable).
4. Appuyez sur [←] [ALGEBRA] TAYLR.

La commande TAYLR ne peut être utilisée en syntaxe d'expression algébrique.

Exemple : Calculez le polynôme de Taylor de troisième ordre autour de $x = 0$ pour

$$\frac{1}{\sqrt{1+x^3}}$$

(Cet exemple suppose que la variable X n'existe pas dans le répertoire en cours—vous pouvez appuyez sur ' X PURGE.)

Introduisez l'expression, la valeur polynomiale et l'ordre du polynôme.

' 1 ÷ √x ◀ ( ) 1 + X y^x 3
ENTER
' X ENTER
3 ENTER

Dérivez l'approximation. (Le calcul prend plusieurs secondes.)

◀ ALGEBRA TAYLR

Evaluez pour terminer le calcul.

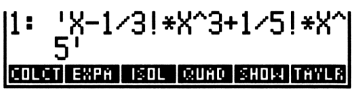
EVAL

Exemple : Calculez l'approximation du polynôme de Taylor de troisième ordre autour de $x = 0$ pour $\sin x$.

(Cet exemple suppose que la variable X n'existe pas dans le répertoire en cours—vous pouvez appuyez sur ' X ◀ PURGE.)

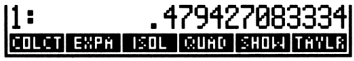
Sélectionnez le mode Radians. Introduisez l'expression, la variable polynomiale (X) et l'ordre du polynôme. Ensuite trouvez le polynôme de Taylor.

◀ RAD (si nécessaire)
' SIN X ENTER
' X ENTER
5 ◀ ALGEBRA TAYLR



Evaluez l'expression pour $X = 0,5$.

.5 ' X STO
EVAL



Par comparaison, .5 SIN renvoie `.4794255...`. Cette approximation est exacte à cinq décimales.

Pour dériver une approximation de polynôme de Taylor autour de x = a :

1. Purgez une variable factice Y.
2. Stockez $Y + A$ dans la valeur polynomiale X.
3. Introduisez une expression pour la fonction.
4. Appuyez sur EVAL pour changer la variable de X en Y.
5. Introduisez le nom de la variable Y.
6. Introduisez l'ordre du polynôme.
7. Appuyez sur ◀ ALGEBRA TAYLR.
8. Purgez la variable X.
9. Stockez $X - A$ dans Y.
10. Appuyez sur EVAL pour changer Y en X.

A la place de A, dans les étapes précédentes, vous pouvez utiliser un nombre ou une variable.

TAYLR évalue toujours la fonction et ses dérivées à zéro. Si vous êtes intéressé par le comportement d'une fonction dans une région particulière éloignée de zéro, son polynôme de Taylor sera plus utile si vous translatez le point d'évaluation dans cette région, comme décrit ci-dessus. En plus, si la fonction ne possède pas de dérivée pour zéro, son polynôme de Taylor sera non significatif, sauf si vous translatez le point d'évaluation loin de zéro.

Intégrer des expressions

Vous pouvez procéder à l'intégration *symbolique* de nombreuses expressions lorsqu'elles ont des primitives connues (intégrales indéfinies). Vous pouvez aussi estimer la valeur *numérique* de ces intégrales, et d'autres également.

Intégration symbolique

L'intégration symbolique signifie calculer une intégrale par la recherche d'une primitive, puis la substitution de limites d'intégration. Le résultat est une expression symbolique.

Le HP 48 peut intégrer les configurations suivantes :

- Toutes les fonctions intégrées dont les primitives ne contiennent que des fonctions intégrées (et dont les arguments sont linéaires). Voir les fonctions analytiques, identifiées par une lettre « A » dans l'annexe G. Par exemple, `'SIN(X)'` → `'COS(X)'`.
- Les sommes, différences, négations et autres configurations sélectionnées de ces fonctions. Par exemple, `'SIN(X)-COS(X)'` → `'-SIN(X)-COS(X)'` et `'1/(COS(X)*SIN(X))'` → `'LN(TAN(X))'`.
- Dérivées de toutes les fonctions intégrées. Par exemple, `'INV(1+X^2)'` → `'ATAN(X)'`.
- Polynômes dont le terme de base est linéaire. Par exemple, `'(X-3)^3+6'` → `'6*X+(X-3)^4/4'`.

Pour trouver une intégrale symbolique en utilisant une syntaxe d'expression algébrique :

1. Introduisez l'expression symbolique de la fonction $\int$ avec les limites, l'expression à intégrer et la variable d'intégration comme arguments.
2. Appuyez sur EVAL EVAL.

Lorsque vous utilisez $\int$ en syntaxe d'*expression algébrique*, elle a la forme suivante en ligne de commande

'$\int$(*inférieure*, *supérieure*, *l'expression à intégrer*, *var*)'

où *inférieure* et *supérieure* sont les limites d'intégration, *l'expression à intégrer* est l'expression et *var* est la variable d'intégration. Vous pouvez saisir l'intégration sous EquationWriter—voir sous le titre « Saisir des équations » en page 16-8.

Pour trouver une intégrale symbolique en utilisant la syntaxe de la pile :

1. Dans le menu MODES, assurez-vous que SYM■ est affiché.
2. Introduisez la limite inférieure d'intégration.
3. Introduisez la limite supérieure d'intégration.
4. Introduisez l'expression à intégrer, l'expression que vous désirez intégrer (avec délimiteurs ').
5. Introduisez la variable d'intégration (avec délimiteurs ').
6. Appuyez sur → ∫.
7. Appuyez sur EVAL.

Le résultat de l'intégration symbolique indique le succès de l'intégration :

- Si le résultat est une expression *sous une forme finie*—s'il n'y a pas de signe ∫ dans le résultat—l'intégration symbolique a réussi.
- Si le résultat contient encore ∫, vous pouvez essayer de ré-arranger l'expression et de refaire votre évaluation. Si cela échoue, vous pouvez estimer une réponse par intégration numérique, décrite sous « Intégration numérique » en page 23-15.

Avant que vous appuyiez pour la dernière fois sur EVAL, un résultat sous une forme finie de ∫ a la forme

' *résultat* | (*var*=*supérieure*) − (*résultat* | (*var*=*inférieure*)) '

où *résultat* est l'intégrale sous une forme finie, *var* est la variable d'intégration et *supérieure* et *inférieure* sont les limites. (La fonction | (où) est traitée sous le titre « Utiliser la fonction | (Recherche) » en page 22-27.

Exemple : Calculez

$$\int_0^y (x^2+1)dx$$

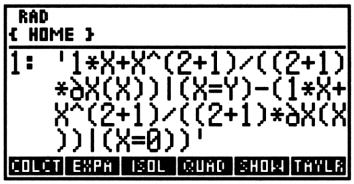
(Cet exemple suppose que la variable *Y* n'existe pas dans le répertoire en cours—vous pouvez appuyez sur ' Y ← PURGE.)

Sélectionnez EquationWriter et tapez la fonction $\int$, ses limites, l'expression à intégrer et la variable d'intégration.

◀ EQUATION
▶ ∂
0 ▶ Y ▶
X y^x 2 ▶ + 1
▶ X

Evaluez l'expression.

EVAL



23

Le résultat est sous forme finie. Maintenant évaluez à nouveau pour substituer les limites dans la variable d'intégration.

EVAL

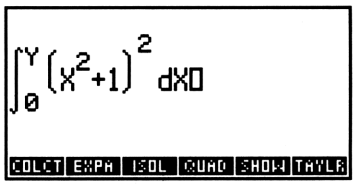
Exemple : Calculez

$$\int_0^y (x^2+1)^2 dx$$

(Cet exemple suppose que la variable Y n'existe pas dans le répertoire en cours—vous pouvez appuyer sur ' Y ◀ PURGE.)

Sélectionnez EquationWriter, puis tapez le signe intégrale, les limites, l'expression à intégrer et la variable d'intégration.

◀ EQUATION
▶ ∂
0 ▶ Y ▶
◀ ( ) X y^x 2 ▶ + 1
▶ y^x 2 ▶ ▶ X



Essayez de calculer l'intégrale. L'opération n'est pas une réussite parce que le terme (X^2+1) n'est pas linéaire.

EVAL

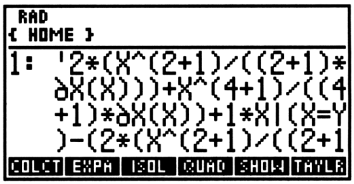
Ré-arrangez l'expression par développement et regroupement.

◀ ALGEBRA
EXPA EXPA EXPA
COLCT

Maintenant évaluez l'expression.

23

EVAL



Complétez l'intégration en évaluant la fonction | (Recherche).

EVAL

Dans le cas d'une expression qui n'est pas intégrable :

1. Dérivez une approximation polynomiale de l'expression à intégrer.
2. Calculez l'intégrale symbolique du polynôme.

Toutes les expressions ne sont pas directement intégrables avec le HP 48—voir « Comment le HP 48 effectue l'intégration symbolique » en page 23-19. Il vous sera peut-être possible d'utiliser la commande TAYLR pour estimer l'expression à intégrer.

Exemple : Calculez

$$\int_0^y e^{x^2} dx$$

La valeur à intégrer ne peut être intégrée par aucune des méthodes décrites jusqu'ici. Calculez un polynôme de Taylor de quatrième ordre pour cette expression et intégrez le polynôme.

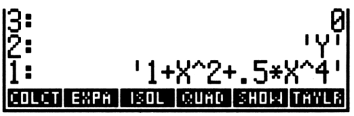
(Cet exemple suppose que la variables X et Y n'existent pas dans le répertoire en cours—vous pouvez appuyer sur ◀ {} X SPC Y ENTER ◀ PURGE.)

Introduisez l'expression. Introduisez la variable de la série et l'ordre du polynôme, puis calculez le polynôme de Taylor. (Le calcul prend plusieurs secondes.) Ensuite, évaluez le résultat.

' ◀ e^x X y^x 2 ENTER
' X ENTER 4 ◀ ALGEBRA TAYLR
EVAL

Utilisez la syntaxe de la pile pour calculer l'intégrale : introduisez les limites inférieure et supérieure et placez l'expression à intégrer au niveau 1.

0 ' Y ENTER
▲
▲ ▲ ROLL ATTN



Introduisez la variable d'intégration, intégrez l'expression et évaluez le résultat. Cette approximation est moins précise pour Y éloigné de la valeur 0.

' X ENTER
↷ ∫
EVAL

Intégration numérique

L'intégration numérique vous permet de faire une approximation d'une intégrale définie—même lorsque l'intégration symbolique ne parvient pas à générer un résultat sous une forme finie. L'intégration numérique utilise une procédure numérique itérative pour arriver à l'approximation.

Pour trouver la valeur d'une intégrale en utilisant la syntaxe d'expression algébrique :

1. Spécifiez le facteur de précision pour l'expression à intégrer :
   - Pour un facteur de précision de 10^{-n}, appuyez sur n ◀ MODES FIX .

- Pour un facteur de précision de 10^{-11}, appuyez sur ◀ MODES STD .

2. Introduisez l'expression symbolique pour la fonction $\int$ avec les limites, l'expression à intégrer et la variable d'intégration comme arguments.
3. Appuyez sur ▶ →NUM.

Lorsque vous utilisez $\int$ en syntaxe d'*expression algébrique*, elle a la forme suivante en ligne de commande

'$\int$(*inférieure*, *supérieure*, *l'expression à intégrer*, *var*)'

23

Pour trouver la valeur d'une intégrale en utilisant la syntaxe de la pile :

1. Spécifiez le facteur de précision pour l'expression à intégrer :
   - Pour un facteur de précision de 10^{-n}, appuyez sur *n* ◀ MODES FIX .
   - Pour un facteur de précision de 10-11, appuyez sur ◀ MODES STD .
2. Introduisez la limite inférieure d'intégration.
3. Introduisez la limite supérieure d'intégration.
4. Introduisez l'expression à intégrer, l'expression que vous désirez intégrer (avec délimiteurs ').
5. Introduisez la variable d'intégration (avec délimiteurs ').
6. Appuyez sur ▶ ∫.
7. Appuyez sur ▶ →NUM.

C'est le format d'affichage qui spécifie le facteur de précision. Le facteur de précision détermine la tolérance acceptable entre les itérations de la procédure numérique. Sauf dans des cas rares, ce facteur est le pourcentage d'erreur du résultat. Par exemple, pour spécifier un facteur de précision de 0,0001 (0,01 %), appuyez sur 4 FIX . Généralement, plus le facteur de tolérance est réduit, plus le calcul est long.

Pour vérifier la précision d'un résultat numérique :

- Appuyez sur VAR IERR .

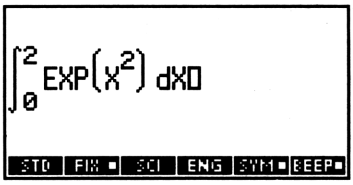
Si l'incertitude d'intégration *IERR* est trop importante, l'intégrale n'est pas valable. Si *IERR* est −1, l'intégrale ne converge pas.

Exemple : Utilisez l'intégration numérique (facteur de précision de 0,0001) pour calculer

$$\int_0^2 e^{x^2}\,dx$$

Spécifiez le facteur de précision. Sélectionnez EquationWriter, tapez la fonction intégrale, les limites d'intégration, l'expression à intégrer et la variable d'intégration.

◀ MODES 4 FIX
◀ EQUATION
▶ ∫ 0 ▶ 2 ▶
◀ e^x X y^x 2 ▶ ▶ ▶ X



Calculez l'approximation numérique. (Le calcul prend plusieurs secondes.)

▶ →NUM

Appuyez sur STD pour revenir au format d'affichage Standard.

(Dans l'exemple précédent, vous avez utilisé un polynôme de Taylor pour estimer la même intégrale symboliquement, pour un Y proche de 0. L'évaluation de cette intégrale pour $Y = 2$ (*éloigné* de 0) renvoie le résultat 7,87, peu vraisemblable.)

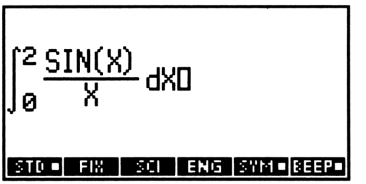
Exemple : Calculez Si(2 degrés), où Si(t) est l'intégrale du *sinus* (parfois utilisé en théorie des communications).

$$\mathrm{Si}(t) = \int_0^t \frac{\sin x}{x}\,dx$$

Parce que l'expression à intégrer $(\sin x)/x$ est une expression purement mathématique, ne contenant aucune constante dérivée empiriquement, la seule contrainte de précision de la fonction est l'erreur d'arrondi introduite par le calculateur. Il est donc raisonnable, du moins du point de vue analytique, de spécifier un facteur de précision de 1×10^{-11}.

Définissez le mode Degrés. Définissez le mode d'affichage Standard. Tapez l'intégrale, les limites d'intégration, l'expression à intégrer et la variable d'intégration.

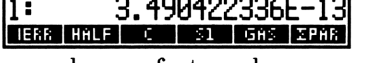
◀ RAD (si nécessaire)
◀ MODES STD (si nécessaire)
◀ EQUATION
▶ ∫ 0 ▶ 2 ▶
SIN X ▶ ÷ X ▶ ▶ X



Placez l'intégrale dans la pile et faites-en une copie. Calculez l'intégrale.

23

ENTER ENTER
▶ →NUM

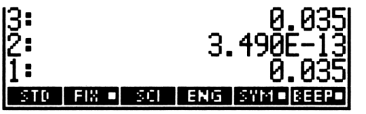


Vérifiez l'incertitude d'intégration. L'incertitude n'est significative que par rapport au dernier chiffre de l'intégrale.

VAR IERR

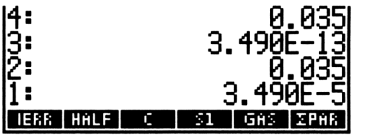
Répétez ce calcul avec une tolérance plus grande—un facteur de précision de 0,001. Définissez le mode d'affichage 3 Fix, placez l'expression au niveau 1, puis évaluez-la.

◀ MODES 3 FIX
▲ ▲ ▲ ROLL ATTN
▶ →NUM



Vérifiez la nouvelle incertitude d'intégration. La deuxième incertitude est bien plus importante—mais elle est encore relativement réduite si on la compare à la valeur de l'intégrale—et le calcul est plus rapide.

VAR IERR



Appuyez sur ◀ MODES STD pour rétablir le mode d'affichage Standard.

Autres considérations sur l'intégration

Cette section explore quelques particularités de l'intégration, symbolique et numérique.

Comment le HP 48 effectue l'intégration symbolique

Le HP 48 effectue les intégrations symboliques selon le principe de la *correspondance des configurations*. Le HP 48 peut intégrer :

- Toutes les fonctions intégrées dont les primitives sont exprimables en termes d'autres fonctions intégrées—par exemple, SIN est intégrable puisque sa fonction primitive COS est une fonction intégrée. Les arguments de ces fonctions doivent être linéaires.
- Les sommes, les différences et les opposées de fonctions intégrées dont les primitives sont exprimables en termes d'autres fonctions intégrées—par exemple, `'SIN(X)-COS(X)'`.
- Dérivées de toutes les fonctions intégrées—par exemple, `'INV(1+X^2)'` est intégrable parce qu'elle est la dérivée de la fonction intégrée ATAN.
- Les polynômes dont le terme de base est linéaire—par exemple, `'X^3+X^2-2*X+6'` est intégrable puisque `X` est un terme linéaire. `'(X^2-6)^3+(X^2-6)^2'` n'est pas intégrable puisque `X^2-6` n'est pas linéaire.
- Des configurations sélectionnées constituées de fonctions dont les primitives sont exprimables en termes d'autres fonctions intégrées—par exemple, `'1/(COS(X)*SIN(X))'` renvoie `'LN(TAN(X))'`.

Facteur de précision et incertitude d'intégration

L'intégration numérique calcule l'intégrale d'une fonction $f(x)$ en calculant une moyenne pondérée des valeurs de la fonction pour plusieurs valeurs de x (points d'échantillonnage) dans l'intervalle d'intégration. La précision du résultat dépend du nombre de points d'échantillonnage considéré ; généralement, plus il y a de points d'échantillonnage, plus la précision est grande. Mais il y a deux raisons qui vous pousseraient plutôt à limiter la précision de l'intégrale :

- Le temps nécessaire au calcul de l'intégrale croît avec le nombre de points d'échantillonnage.

- Il existe des imprécisions inhérentes à chaque valeur calculée de $f(x)$:
  - Des constantes de *f(x)* qui auraient été *dérivées empiriquement* peuvent être imprécises. Par exemple, si *f(x)* contient des constantes dérivées empiriquement qui ne sont précises qu'à deux positions décimales, il n'est pas intéressant de calculer l'intégrale avec toute la précision (12 chiffres) du calculateur.
  - Si $f(x)$ modélise un systèmes physique, il peut y avoir des imprécisions dans le modèle.
  - Le calculateur lui-même introduit des erreurs d'arrondi lors de chaque calcul de $f(x)$.

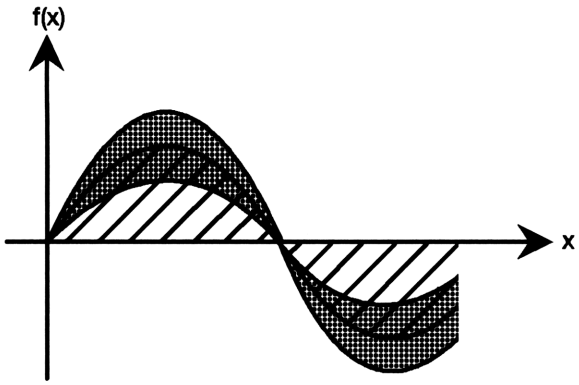
23 Pour limiter indirectement la précision de l'intégrale, vous spécifiez le facteur de précision de la fonction, défini comme suit :

$$facteur\ de\ précision \leq \left| \frac{\text{valeur vraie de } f(x) - \text{valeur calculée de } f(x)}{\text{valeur calculée de } f(x)} \right|$$

Le facteur de précision est votre estimation sous forme décimale de l'erreur figurant dans chaque valeur calculée de $f(x)$. Vous spécifiez le facteur de précision en passant au mode d'affichage *n* FIX. Par exemple, si vous choisissez 2 Fix comme mode d'affichage, le facteur de précision est de 0,01, soit 1 %. Si vous choisissez 5 Fix comme mode d'affichage, le facteur de précision est de 0,00001, soit 0,001 %.

Le facteur de précision est lié à l'*incertitude de l'intégration* (une mesure de la précision de l'*intégrale*) par :

$$incertitude\ de\ l'intégration \leq facteur\ de\ précision \times \int |f(x)|dx$$



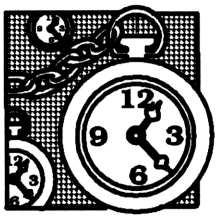
La zone hachurée représente la valeur de l'intégrale. La zone comprise entre les courbes inférieure et supérieure est la valeur de l'incertitude de l'intégration. C'est la somme pondérée des erreurs de chaque calcul de $f(x)$. Vous pouvez le constater à chaque point x, l'incertitude de l'intégration est proportionelle à $f(x)$.

L'algorithme d'intégration numérique utilise une méthode itérative qui double le nombre de points d'échantillonnage dans chaque itération successive. A la fin de chaque itération, il calcule à la fois l'intégrale et l'incertitude de l'intégration. Il compare ensuite la valeur de l'intégrale calculée lors de cette itération avec les valeurs calculées lors des deux itérations précédentes. Si la différence entre l'une de ces trois valeurs et les deux autres est inférieure à l'incertitude de l'intégration, l'algorithme s'arrête. La valeur en cours de l'intégrale est renvoyée au niveau 1, et l'incertitude de l'intégration est stockée dans la variable *IERR*.

Il est très improbable que les erreurs de chacun des trois calculs successifs de l'intégrale—c'est-à-dire, les différences entre la véritable intégrale et ses valeurs calculées—soient toutes plus grandes que la disparité existant entre les approximations elles-mêmes. *Par conséquent, l'erreur de la valeur finale sera presque certainement inférieure à l'incertitude de l'intégration.*

24

Heure, alarmes et calculs de dates



L'application Time gère une horloge-système qui indique la date et l'heure en cours. Vous pouvez y définir des alarmes qui, soit affichent des messages, soit lancent des actions que vous avez programmées. Vous pouvez aussi effectuer des calculs de date et de temps.

Utiliser l'horloge (date et heure)

Lorsque vous affichez l'horloge, elle apparaît dans le coin supérieur droit de l'affichage. Elle montre la date et l'heure en cours dans l'un des formats que vous aurez choisi dans le tableau ci-dessous. Les formats déterminent aussi la façon avec laquelle vous devez saisir date et heure en ligne de commande. Le tableau suivant illustre l'affichage de l'horloge, à 4 h 31 le 21 février 1992.

Affichage	Format	Ligne de commande
Date :		
21.02.1992	Format jour.mois.année	21,021992
02/21/1992	Format mois/jour/année	2,211992
Heure :		
16:31:04	Format 24 heures	16,3104
04:31:04P	Format 12 heures	4,3104

Afficher la date et l'heure

Pour afficher la date et l'heure :

- Pour les afficher de façon temporaire, appuyez sur ◀ TIME.
- Pour les afficher de façon permanente, appuyez sur ◀ MODES NXT CLK. (Pour inactiver l'affichage permanent, appuyez sur une nouvelle fois sur CLK.)

La date et l'heure sont toujours affichées lorsque le menu TIME est actif.

24

Pour changer le format de la date ou de l'heure :

1. Appuyez sur ◀ TIME SET.
2. Déterminez le format :
   - Pour changer le format de la date de mois.jour.année à jour.mois.année, appuyez sur M/D.
   - Pour changer le format de l'heure de 12 (AM et PM) en 24 heures, appuyez sur 12/24.

Définir la date et l'heure

Pour définir la date :

1. Appuyez sur ◀ TIME SET.
2. Tapez le chiffre de la date en ligne de commande en utilisant le format de présentation de la date en cours (mois/jour/année ou jour.mois.année)—voir le tableau précédent.
3. Appuyez sur →DAT.

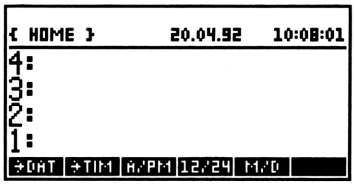
Pour définir l'heure :

1. Appuyez sur ◀ TIME SET.
2. Tapez le nombre correspondant à l'heure en ligne de commande, en respectant le format d'affichage (12 ou 24 heures)—voir le tableau précédent.
3. Appuyez sur →TIM.
4. Pour le format de 12 heures, choisissez AM ou PM, appuyez sur A/PM.

Exemple : Définissez la date et l'heure à 10 heures 8 minutes, le 20 avril 1992—ou bien à la date et l'heure réelles.

Appelez le menu TIME SET. (Assurez-vous que les formats 24 heures et jour.mois.année sont actifs.) Ensuite définissez la date et l'heure.

(→)(CLR)
(←)(TIME) SET
12/24 (si nécessaire)
10.08 →TIM
20.041992 →DAT



Pour régler l'heure :

1. Appuyez sur (←)(TIME) ADJST.
2. Saisissez le nombre d'heures, minutes, ou secondes à ajouter ou soustraire de l'heure en cours (un nombre positif).
3. Appuyez sur la touche de menu de signe « + » ou « – » correspondante au changement désiré.

Exemple : Pour changer l'heure d'hiver en heure d'été (1 heure plus tard), appuyez sur (←)(TIME) ADJUST 1 HR+ .

Résumé des opérations de date et d'heure

Touche	Commande programmable	Description
(←)(TIME) SET :		
→DAT	→DATE	Définit le nombre placé en niveau 1 en tant que date en cours. La plage de dates disponibles s'étend du premier janvier 1989 au 31 décembre 2 088.
→TIM	→TIME	Définit le nombre placé au niveau 1 comme heure en cours.
A/PM		Fait passer l'affichage de l'heure de AM en PM.
12/24		Fait passer du format 12 heures au format 24 heures.
M/D		Fait passer du format d'affichage de la date mois.jour.année au format jour.mois.année.

Touche	Commande programmable	Description
↩ TIME ADJST :		
HR+		Avance l'heure d'une heure.
HR-		Retarde l'heure d'une heure.
MIN+		Avance l'heure d'une minute.
MIN-		Retarde l'heure d'une minute.
SEC+		Avance l'heure d'une seconde.
SEC-		Retarde l'heure d'une seconde.
CLKA	CLKADJ	Ajoute le nombre spécifié de *tops d'horloge* à l'heure en cours ; 8 192 tops d'horloge valent une seconde. Utilisez CLKADJ pour changer l'heure du calculateur dans un programme.

Définir des alarmes

Vous pouvez définir deux types d'alarmes, qui se différencient par la nature de leur *action à l'exécution* :

- **Alarme de rendez-vous.** Elle affiche le message spécifié (facultatif) que vous lui avez associé, sous la forme d'une chaîne, lorsque vous avez défini cette alarme. Elle émet également une série d'avertissements sonores pendant environ 15 secondes ou jusqu'à ce que vous en accusiez réception en appuyant sur une touche.
- **Alarme de contrôle.** Lorsqu'elle arrive à échéance, elle exécute l'objet (en général un programme) auquel vous l'avez associée lorsque vous avez défini cette alarme—rien d'autre ne se produit. Vous ne devez pas accuser réception de ce type d'alarme.

Lorsque vous définissez une alarme, celle-ci figure dans le catalogue d'alarmes. Le catalogue d'alarmes vous permet de rappeler et de modifier toute alarme existante.

Pour afficher l'échéance de la prochaine alarme :

- Appuyez sur ◀ TIME.
  ou
- Appuyez sur ◀ REVIEW dans le menu TIME.

Utiliser les alarmes de rendez-vous

Vous pouvez définir une alarme de rendez-vous avec message. Si un événement se produit périodiquement, vous pouvez aussi spécifier un intervalle de répétition.

Pour définir une alarme de rendez-vous :

1. Appuyez sur ◀ TIME ALRM .
2. Si l'alarme n'est pas pour aujourd'hui, tapez la date sous le format en cours, puis appuyez sur ▶DATE.
3. Tapez l'heure de l'alarme en utilisant le format d'heure en cours, puis appuyez sur ▶TIME.
4. Optionnel : tapez un message (avec des délimiteurs " "), puis appuyez sur EXEC .
5. Optionnel : pour faire se répéter l'alarme à certains intervalles, appuyez sur RPT , tapez le nombre de semaines, de jours, heures, minutes, ou secondes et appuyez sur la touche de menu correspondant à l'unité de temps—ou sur NONE pour ne *pas* répéter cette alarme.
6. Appuyez sur SET pour armer l'alarme (et affichez le moment de la prochaine alarme).

Exemple : Alarme de rendez-vous. Définissez une alarme pour 9 heures du matin le 15 juin 1992, l'heure à laquelle votre rapport doit être remis.

Définissez la date de l'alarme et l'heure.

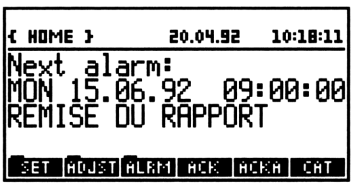
◀ TIME ALRM
15.061992 ▶DATE
9 ▶TIME

Saisissez un message d'alarme.

→ " " REMISE DU RAPPORT
EXEC

Définissez l'alarme. La prochaine alarme est affichée.

SET

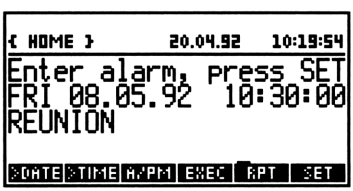


24

Exemple : Alarme de rendez-vous à répétition. Définissez une alarme pour les réunions hebdomadaires de votre club de bridge du vendredi à 10 heures trente, à partir du 8 mai 1992.

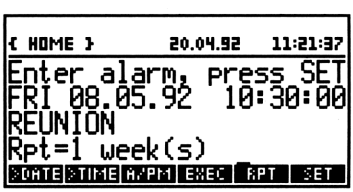
Définissez l'heure de l'alarme, la date et un message.

← TIME ALRM
8.051992 >DATE
10.30 >TIME
→ " " REUNION
EXEC



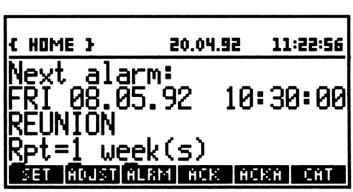
Définissez l'intervalle de répétition d'une semaine.

RPT
1 WEEK



Définissez l'alarme. La prochaine alarme est affichée.

SET



Pour accuser réception d'une alarme de rendez-vous :

- Pendant les bips, appuyez sur n'importe quelle touche, par exemple (ATTN) ;
  ou
- Après l'arrêt des bips, appuyez sur (←)(TIME) pour lire le message, puis appuyez sur ACK . (Vous pouvez ensuite appuyer sur (ATTN) pour revenir à la pile.)

Lorsqu'une alarme de rendez-vous arrive à échéance, le témoin ((•)) apparaît, la tonalité résonne à intervalles brefs pendant 15 secondes environ et le message d'alarme est affiché. Si vous appuyez sur une touche durant les bips, vous en accusez réception et la supprimez en une opération.

Si vous n'accusez pas réception d'une alarme pendant la tonalité, celle-ci s'arrête et le message est effacé de l'affichage. Une alarme à répétition est normalement effacée automatiquement et re-programmée. Une alarme simple devient « échue », mais n'est pas détruite—le témoin ((•)) reste affiché pour indiquer qu'il vous faut en accuser réception.

S'il existe plusieurs alarmes échues, vous prendrez connaissance de la plus ancienne lorsque vous appuierez sur (←)(TIME). Chaque fois que vous appuyez sur ACK , l'alarme suivante la plus ancienne est affichée. Le témoin ((•)) s'éteint lorsqu'il ne reste plus d'alarmes échues.

Pour accuser réception de toutes les alarmes échues à la fois :

- Appuyez sur ACKA dans le menu TIME.

Pour arrêter une alarme à répétition :

- Voir « Arrêter une alarme à répétition » en page 24-9.

Pour sauvegarder—ou ne pas sauvegarder—des alarmes non répétées dont vous avez accusé réception :

- Pour supprimer ces alarmes, après en avoir accusé réception, appuyez sur 44 (+/−) (→)(MODES) (NXT) CF .
- Pour les sauvegarder après en avoir accusé réception, appuyez sur 44 (+/−) (→)(MODES) (NXT) SF .

Normalement, les alarmes de rendez-vous sans répétition dont la réception a été confirmée sont automatiquement supprimées de la liste d'alarmes. Pour *sauvegarder* ce type d'alarmes de rendez-vous, armez l'indicateur −44. Notez que l'accumulation d'une longue liste d'alarmes échues (plus de 20) risque d'affecter les opérations du calculateur, aussi devez-vous surveiller la longueur de votre liste d'alarmes. (Les alarmes à répétition échues ne sont jamais sauvegardées.)

Pour changer le fonctionnement des alarmes à répétition :

- Pour les détruire automatiquement et les re-programmer, appuyez sur 43 +/- → MODES NXT CF .
- Pour les déclarer échues et ne *pas* les re-programmer, appuyez sur 43 +/- → MODES NXT SF .

Normalement, les alarmes de rendez-vous à réception non confirmée sont replanifiées. Pour supprimer de telles alarmes lorsqu'elles sont échues, armez l'indicateur −43.

Pour contrôler la tonalité d'alarme :

- Pour activer la tonalité d'alarme, appuyez sur 57 +/- → MODES NXT CF .
- Pour l'inactiver, appuyez sur 57 +/- → MODES NXT SF .

Pour empêcher l'avertisseur d'émettre ses bips lorsqu'une alarme de rendez-vous arrive à échéance, armez l'indicateur −57.

Utiliser les alarmes de contrôle

Une alarme *de contrôle* est chargée de *l'exécution d'un objet* (en général un programme ou un nom contenant un programme) à la date et à l'heure spécifiées, *et n'affiche pas de message.*

Pour définir une alarme de contrôle :

1. Appuyez sur ← TIME ALRM .
2. Si l'alarme n'est pas pour aujourd'hui, tapez la date de l'alarme sous le format en cours, puis appuyez sur >DATE.
3. Tapez l'heure de l'alarme sous le format en cours, puis appuyez sur >TIME.
4. Saisissez l'objet ou le nom de l'objet à exécuter, puis appuyez sur EXEC .

5. Optionnel : pour faire se répéter l'alarme à certains intervalles, appuyez sur RPT , tapez le nombre de semaines, jours, heures, minutes ou secondes et appuyez sur la touche de menu de cette unité de temps—ou bien appuyez sur NONE pour ne pas la répéter.
6. Appuyez sur SET pour armer cette alarme de contrôle.

La réception d'une alarme de contrôle qui arrive à échéance est *toujours* considérée comme ayant été confirmée. Une alarme de contrôle (sans répétition ou à répétition) qui arrive à échéance est *toujours* sauvegardée dans la liste d'alarmes. Par conséquent, les indicateurs −43 et −44 sont sans effet sur les alarmes de contrôle.

Lorsqu'une alarme de contrôle arrive à échéance, une copie de l'*index des alarmes* est renvoyée dans le niveau 1 et l'objet spécifié est exécuté. L'index des alarmes est un nombre réel identifiant l'alarme en fonction de son ordre chronologique dans la liste d'alarmes. L'index des alarmes est utilisé par les commandes programmables destinées aux alarmes, décrites sous le titre « Utiliser des alarmes dans les programmes » en page 24-15.

Arrêter une alarme à répétition

Pour supprimer une alarme à répétition :

1. Appuyez sur ← TIME CAT pour obtenir le catalogue des alarmes.
2. Appuyez sur ▲ et ▼ pour placer le pointeur ▶ sur l'alarme que vous désirez supprimer.
3. Appuyez sur PURG .
4. Appuyez sur ATTN.

Le catalogue d'alarmes est décrit sous le titre « Revoir et modifier des alarmes » en page 24-12.

Pour débloquer une situation où les alarmes sont trop rapprochées :

- Appuyez sur les touches ON et 4 simultanément, puis relâchez-les.

Il est possible pour une alarme à répétition d'avoir un intervalle de répétition si court qu'elle se replanifie et s'exécute plus vite que vous ne vous pouvez la supprimer de la liste d'alarmes. Cela se produit notamment lorsque vous avez défini par erreur un intervalle de répétition très court pour une alarme de rendez-vous. Il peut s'agir

également d'une situation provoquée par une alarme de contrôle prévue pour que le HP 48 prenne des mesures par exemple, à des intervalles très rapprochés.

Vous pouvez remédier à cette situation en appuyant simultanément sur les touches ON et 4. Vous définissez ainsi un état dans lequel le calculateur annule la replanification de la prochaine alarme arrivant à échéance (très probablement celle dont l'intervalle de répétition est si court). Ensuite, lorsque cette alarme arrive à échéance à son tour, ou lorsqu'une touche est actionnée, l'état de « non replanification » du calculateur est annulé pour que les alarmes futures ne soient pas affectées.

Puisque toute pression de touche annule l'état de « non replanification », vous devez attendre que l'alarme arrive à échéance avant d'actionner la touche. Si vous voulez relancer l'alarme à court intervalle de répétition à une date ultérieure, il vous faudra modifier cette alarme pour lui permettre une replanification. Il suffit pour cela de redéfinir sa date de départ.

Résumé des opérations sur les alarmes

Le menu TIME—Opérations sur les alarmes

Touche	Commande programmable	Description
◀ TIME :		
ALRM		Sélectionne le menu ALRM pour saisie d'une alarme. Le menu ALRM contient aussi les commandes d'utilisation des alarmes dans des programmes.
ACK	ACK	Accuse réception de l'alarme échue la plus ancienne.
ACKA	ACKALL	Accuse réception de *toutes* les alarmes échues.
CAT		Sélectionne le catalogue des alarmes pour révision et modification d'alarmes existantes.

Le menu TIME—Opérations sur les alarmes (suite)

Touche	Commande programmable	Description
◀ TIME ALRM (page 1) :		
>DATE		Définit le nombre du niveau 1 comme date d'alarme. Si les chifres de l'année sont zéro, l'année en cours est utilisée.
>TIME		Définit le nombre du niveau 1 comme heure de l'alarme.
EXEC		Stocke l'objet du niveau 1 en tant qu'action à prendre lors de l'exécution. Si l'objet est une chaîne, l'alarme est traitée comme alarme de rendez-vous, affichant le contenu de la chaîne comme message d'alarme. Si l'objet n'est pas une chaîne, l'alarme est traitée comme alarme de contrôle et l'object est exécuté lorsque l'alarme arrive à échéance. (▶ EXEC rappelle l'objet en cours vers la pile.)
RPT		Sélectionne le menu RPT pour déterminer un intervalle de répétition.
SET		Définit l'alarme en cours de définition et la sauvegarde dans la liste d'alarmes système.
◀ TIME ALRM RPT :		
WEEK DAY HOUR MIN SEC		Définit l'intervalle de répétition : nombre de semaines, jours, heures, minutes ou secondes spécifié au niveau 1.
NONE		Annule l'intervalle de répétition.

Revoir et modifier des alarmes

Vous pouvez revoir, modifier et supprimer des alarmes futures ou échues dans le catalogue des alarmes. Ce catalogue est un evironnement spécial dans lequel le clavier est redéfini et limité aux opérations spéciales.

Pour ouvrir le catalogue des alarmes :

- Appuyez sur CAT dans le menu TIME ;
  ou
- Appuyez sur (→) TIME (shift *droite*).

24

Le catalogue des alarmes affiche la iste des alarmes système, le pointeur ▶ étant placé sur l'alarme suivante. (S'il n'y a pas d'alarmes dans la liste, le message `Empty catalog` apparaît.)

Pour travailler avec une alarme dans le catalogue des alarmes :

1. Appuyez sur ▲ et sur ▼ pour placer le pointeur sur l'alarme que vous désirez utiliser.
2. Exécutez l'opération qui vous est nécessaire :
   - Pour supprimer l'alarme, appuyez sur PURG .
   - Pour lire des informations sur l'alarme, appuyez sur VIEW .
   - Pour changer ces informations, appuyez sur EDIT , puis mettez-les à jour et définissez l'alarme comme décrit sous le titre « Définir des alarmes » en pages 24-5 et 24-8.

Lorsque vous appuyez sur EDIT , l'alarme sélectionnée est *retirée* de la liste des alarmes—elle n'y est pas renvoyée jusqu'à ce que vous appuyiez sur SET . Elle est, cependant, sauvegardée dans une variable réservée, *ALRMDAT*, jusqu'à ce que vous appuyiez sur SET .

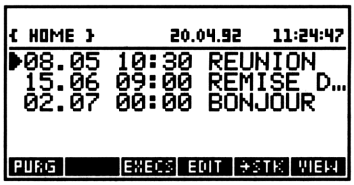
Pour quitter le catalogue des alarmes :

- Appuyez sur ATTN.

Exemple : Changez l'alarme concernant la réunion de l'exemple précédent de 10 h 30 à 9 h 30 le même jour.

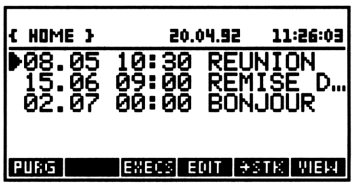
Sélectionnez le catalogue des alarmes.

◀ TIME CAT



Placez le pointeur sur l'alarme de 10 h 30. (La position de l'alarme dans le catalogue peut varier selon les dates que vous avez choisies pour les exemples précédents.)

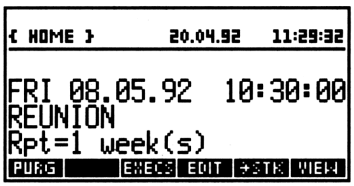
▲ ou ▼ (autant que nécessaire)



24

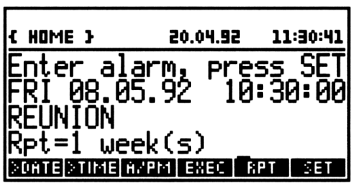
Vérifiez qu'il s'agit bien de celle que vous désirez modifier.

VIEW



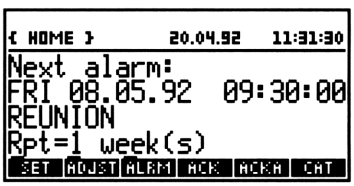
Commencez la modification.

EDIT



Définissez la nouvelle heure. La prochaine alarme est affichée.

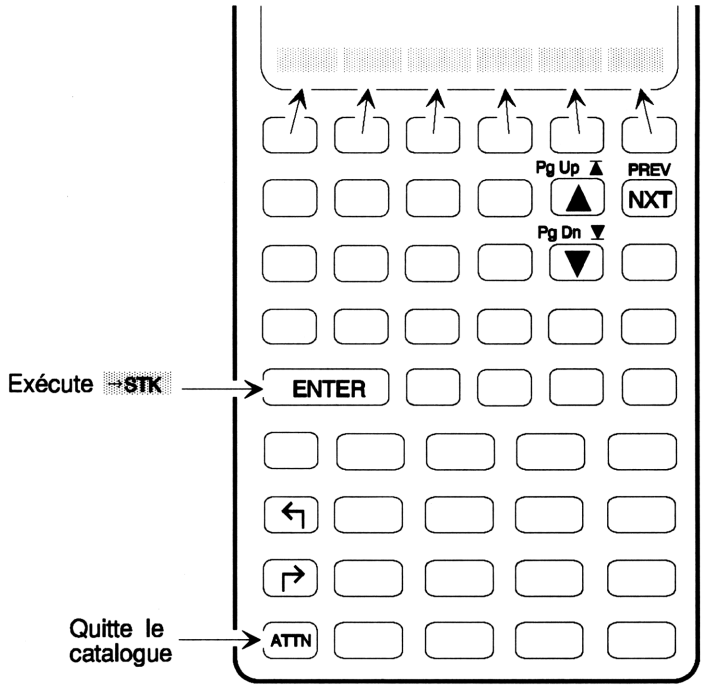
9.30 ▶TIME SET



Le tableau suivant et l'illustration résument les opérations disponibles dans le catalogue des alarmes.

Opérations dans le catalogue des alarmes

Touche	Description
PURG	Supprime l'alarme sélectionnée de la liste.
EXECS	Permute entre l'affichage de la date et de l'heure de chaque alarme et l'affichage de l'objet d'éxécution.
EDIT	Supprime l'alarme sélectionnée de la liste des alrmes système pour modification et sort du catalogue.
→STK	Copie l'alarme sélectionnée dans la pile.
VIEW	Affiche toutes informations au sujet de l'alarme sélectionnée.
▲ ▼	Déplace le pointeur de catalogue d'un niveau vers le haut ou vers le bas. Précédées de ◀, place le pointeur une page plus haut ou plus bas (◀ PgUp et ◀ PgDn dans l'illustration qui suit). Précédées de ▶, place le pointeur vers le début ou la fin du catalogue (▶ ▲ et ▶ ▼ dans l'illustration).
ENTER	Copie l'élément sélectionné dans la pile (identique à →STK).
ATTN	Quitte le catalogue.



Utiliser les alarmes dans les programmes

La plupart des opérations de l'application TIME ne sont pas programmables, mais cette application comporte cependant quelques commandes qui permettent d'inclure des alarmes dans les programmes.

Une liste de la forme

{ *date heure action répétition* }

est utilisée, où *date* et *heure* sont la date et l'heure dans le format en cours, *action* est l'objet à exécuter et *répétition* l'intervalle de répétition en *tops d'horloge* (un top est égal à 1/8192 seconde).

Commandes d'alarme programmables

Touche	Commande programmable	Description
◀ TIME	ALRM (page 2) :	
STOAL	STOALARM	Stocke l'alarme du niveau 1 dans la liste des alarmes et renvoie son chiffre d'index *n* au niveau 1. L'argument de STOALARM peut prendre l'une des quatre formes suivantes : ■ *heure* (la date de l'alarme est la date en cours) ■ { *date heure* } ■ { *date heure action* } ■ { *date heure action répétition* }
RCLAL	RCLALARM	Prend un index d'alarme *n* au niveau 1, et renvoie l'alarme correspondante au niveau 1.
DELAL	DELALARM	Prend un index d'alarme *n* au niveau 1 et supprime l'alarme correspondante de la liste des alarmes système. Si $n = 0$, supprime *toutes* les alarmes de la liste.
FINDA	FINDALARM	Renvoie l'index *n* de la première alarme qui arrive à échéance après l'heure spécifiée au niveau 1 de la façon suivante : si l'argument du niveau 1 est une liste de la forme { *date heure* }, renvoie la première alarme arrivant à échéance après cette date et heure ; si l'argument *date* du niveau 1 est un nombre réel, renvoie la première alarme à échéance après minuit à cette date ; si l'argument du niveau 1 est 0, renvoie la première alarme *échue*.

Calculer avec dates et heures

Vous pouvez utiliser le menu TIME pour calculer des intervalles de temps entre dates de calendrier ou heures d'horloge.

Arithmétique des dates

Pour faire un calcul de dates :

1. Appuyez sur ◀ TIME NXT.
2. Saisissez les arguments de la commande :
   - Tapez une date en format de ligne de commande, en utilisant le format en cours (*JJ.MMAAAA* ou *MM.JJAAAA*).
   - Tapez une heure en format de ligne de commande (24 heures *HH.MMSSs*).
   - Tapez un intervalle de jours, un nombre réel (positif ou négatif).
3. Appuyez sur la touche de menu de cette commande—voir le tableau ci-dessous.

Le menu TIME—Commandes d'artihmétique sur les dates

Touches	Commande programmable	Description
◀ TIME (page 2):		
DATE+	DATE+	Renvoie une date passée ou future sous forme numérique (*JJ.MMAAAA* ou *MM.JJAAAA*), prenant une date au niveau 2 et le nombre de jours au niveau 1.
DDAYS	DDAYS	(Delta jours.) Renvoie le nombre de jours entre les dates des niveaux 2 et 1.
DATE	DATE	Renvoie la date en cours sous forme numérique.
TSTR	TSTR	(*Time string*.) Renvoie sous la forme d'une chaîne-objet (des caractères) codant la date dans le niveau 2 et l'heure en format de 24 heures dans le niveau 1.

Exemple : Le 15 juillet 1991, vous avez pris une option à 120 jours. Calculez la date d'expiration de votre option.

Appelez le menu TIME, saisissez la date connue, tapez le nombre de jours, puis calculez la date d'expiration.

◀ TIME NXT
15.071991 ENTER
120 DATE+

Exemple : Calculez le nombre de jours entre le 20 avril 1982 et le 2 août 1986.

Sélectionnez la deuxième page du menu TIME, saisissez les premières et seconde dates, et calculez le nombre de jours.

◀ TIME NXT
20.041982 ENTER
2.081986 DDAYS

Exemple : La date est dans 90 jours à partir d'aujourd'hui. (Cet exemple suppose que la date est le 20 avril 1992.)

Placez la date en cours dans le niveau 1.

◀ TIME NXT DATE

Saisissez le nombre de jours et calculez la date future. Le résultat est le 19 juillet 1992.

30
DATE+

Calculer temps et angles

Pour faire un calcul de temps :

1. Appuyez sur ◀ TIME NXT (autant que nécessaire).
2. Saisissez les arguments de la commande en format HMS ou en format décimal.

3. Appuyez sur la touche de menu de la commande—voir le tableau ci-dessous.

Un nombre en format HMS (heures-minutes-secondes) est représenté sous la forme *H.MMSSs* :

H	Zéro ou plusieurs chiffres représentant le nombre d'heures.
MM	Deux chiffres représentant le nombre de minutes.
SS	Deux chiffres représentant le nombre de secondes.
s	Zéro ou plusieurs chiffres représentant les fractions décimales de secondes.

Pour faire un calcul d'angles :

1. Appuyez sur ↰ TIME NXT (autant que nécessaire).
2. Saisissez les arguments de la commande en format HMS ou en format décimal.
3. Appuyez sur la touche de menu de la commande—voir le tableau ci-dessous.

Pour les calculs d'angle, vous pouvez utiliser des angles en format degrés-minutes-secondes (HMS)—*H*, en format HMS, représente des *degrés*. (Voir aussi « Fonctions de conversion d'angles » en page 9-11.)

Le menu TIME—Commandes de calculs de temps

Touche	Commande programmable	Description
↰ TIME (pages 2 et 3) :		
TIME	TIME	Renvoie l'heure en cours en format 24 heures.
TICKS	TICKS	Renvoie le temps système sous forme d'entier binaire (une unité = 1/8192 seconde.
→HMS	→HMS	Convertit un nombre réel représentant des heures décimales (ou des degrés) en format HMS.
HMS→	HMS→	Convertit un nombre réel représentant les heures (ou les degrés) en format HMS en sa forme décimale.

Le menu TIME—Commandes de calculs de temps (suite)

Touche	Commande programmable	Description
HMS+	HMS+	Ajoute deux nombres en format HMS, renvoie la somme en format HMS.
HMS−	HMS−	Soustrait deux nombres en format HMS, renvoie la différence en format HMS.

Exemple : Convertissez 5,27 heures en format HMS.

Tapez le temps en décimales et exécutez la conversion. La réponse est 5 heures, 16 minutes, 12 secondes.

◀ TIME NXT NXT
5.27 →HMS

Exemple : Ajoutez 5°50′ (5 degrés 50 minutes) et 4°30′.

Saisissez les deux angles en format HMS et additionnez-les. La réponse est 10°20′.

◀ TIME NXT NXT
5.5 ENTER
4.3 HMS+

Pour calculer le temps écoulé dans un programme :

- Placez une commande TICKS au début et à la fin du segment que vous désirez chronométrer, ensuite soustrayez les deux temps. Si vous le désirez, vous pouvez multiplier par 8192 pour obtenir le nombre de secondes écoulées.

Exemple : Voir le programme *FIBT* en page 31-5.

Partie 4

Programmation

25

Programmation : concepts de base

Si vous avez déjà utilisé un calculateur ou un ordinateur, vous êtes familiarisé avec le concept de *programme*. Un programme est une suite d'instructions qui font que le calculateur ou l'ordinateur exécutent des tâches à votre place ; dans le contexte du HP 48, un programme est considéré comme un *objet*.

Comprendre la programmation

Un programme, pour le HP 48, est un objet entouré de délimiteurs « », contenant une suite de nombres, de commandes et d'autres objets que vous désirez exécuter automatiquement pour effectuer une tâche.

Par exemple, si vous désirez trouver la racine négative d'un nombre placé au niveau 1, vous pouvez appuyez sur [√x] [+/-]. Le programme suivant exécute les mêmes commandes :

```
« √ NEG »
```

Nous pourrions imprimer ce programme une commande par ligne— comme le font les autres langages de programmation :

```
«
 √
 NEG
»
```

Les programmes s'articulent autour de trois concepts de base :

- Contenu.
- Calculs.
- Structures de programmation.

Chacun de ces concepts est développé en détail dans les chapitres 25 à 31—les paragraphes suivants vous en donnent un aperçu.

Contenu d'un programme

Comme nous l'avons mentionné plus haut, un programme est une suite d'objets. Les effets du traitement que leur inflige le programme dépend de leur type, comme résumé dans le tableau ci-dessous.

Comportement des objets dans les programmes

Objet	Action
Commande	*Exécutée.*
Nombre	Placé dans la pile.
Expression algébrique	Placée dans la pile.
Chaîne	Placée dans la pile.
Liste	Placée dans la pile.
Programme	Placé dans la pile.
Nom global (entre délimiteurs)	Placé dans la pile.
Nom global (sans délimiteurs)	■ Programme *exécuté.* ■ Nom évalué. ■ Répertoire : devient le répertoire en cours. ■ Autre objet placé dans la pile.
Nom local (entre délimiteurs)	Placé dans la pile.
Nom local (sans délimiteurs)	Le contenu est placé dans la pile.

Comme vous pouvez le voir, la plupart des types d'objet sont simplement placés dans la pile—mais les commandes intégrées et les programmes nommés sont *exécutés.* Les exemples suivants montrent le résultat de l'exécution de programmes contenant différentes suites d'objets.

Exemples d'actions des programmes

Programme	Résultats
« 1 2 »	2: 1 1: 2
« "Hello" { A B } »	2: "Hello" 1: { A B }
« '1+2' »	1: '1+2'
« '1+2' →NUM »	1: 3
« « 1 2 + » »	1: « 1 2 + »
« « 1 2 + » EVAL »	1: 3

En fait, les programmes ne contiennent pas seulement des objets—ils peuvent aussi contenir des *structures*. Une structure est un segment de programme ayant une organisation bien définie. Deux sortes de structures existent :

- **Structures de variables locales.** La commande → définit les noms de variables locales et une expression algébrique ou un objet-programme qui est évalué en utilisant ces variables.
- **Structures avec branchements.** Des instructions spéciales de structure (DO...UNTIL...END) définissent des structures conditionnelles ou en boucle pour contrôler l'ordre d'exécution des instructions au sein d'un programme.

Une *structure de variable locale* possède une organisation de ce type au sein d'un programme :

« → nom_1 ... nom_n '*expression algébrique*' »
« → nom_1 ... nom_n « *programme* » »

La commande → retire *n* objets de la pile et les stocke dans des variables locales nommées. L'expression algébrique ou l'objet-programme est *automatiquement évalué* parce qu'il est un élément de la structure—même si l'expression algébrique et l'objet-programme est placés dans la pile dans d'autres situations. Chaque fois qu'un nom de variable locale apparaît dans l'expression algébrique ou l'objet-programme, le contenu de la variable est remplacé.

Le programme suivant prend deux nombres dans la pile et renvoie un résultat numérique :

```
« → a b 'ABS(a-b)' »
```

Calculs dans un programme

Beaucoup de calculs dans les programmes prennent leurs données dans la pile—qu'elles aient été placées dans la pile par l'utilisateur ou par un autre programme. Voici deux façons typiques de manipuler les données :

- **Commandes de la pile.** Elles opérent directement sur les objets de la pile.
- **Structures de variables locales.** Stockez les objets dans des variables temporaires locales, puis utilisez des noms de variables pour représenter les données dans l'expression algébrique ou l'objet-programme suivant.

Les calculs numériques offrent des exemples typiques de ces méthodes. Les deux programmes qui suivent utilisent deux nombres de la pile pour calculer l'hypoténuse d'un triangle droit, avec la formule $\sqrt{x^2+y^2}$.

```
« SQ SWAP SQ + √ »
« → x y « x SQ y SQ + √ » »
« → x y '√(x^2+y^2)' »
```

Le premier programme utilise des commandes de la pile pour manipuler les nombres de la pile—le calcul utilise la syntaxe de la pile. Le deuxième utilise une structure de variable locale pour stocker et récupérer les nombres—ici aussi le calcul utilise la syntaxe de la pile. Le troisième utilise également une structure de variable locale—et cette fois le calcul utilise la syntaxe d'expression algébrique. Notez que la formule qui le soutient est apparente dans ce dernier programme.

Les structures de variables locales combinées aux objets-expressions algébriques sont préférées par beaucoup de programmeurs parce qu'elles sont faciles à rédiger, à lire et à mettre au point.

Programmation structurée

Le HP 48 favorise la *programmation structurée*. Chaque programme a un début et une fin ; il n'y a pas de labels vers lesquels le programme peut diverger—il n'y a pas de commandes GOTO pour faciliter les sorties. Vu de l'extérieur, le déroulement d'un programme HP 48 est simple—il commence au début et se termine à la fin. (Bien entendu, dans le corps du programme vous pouvez utiliser des structures de branchement pour en contrôler l'exécution.)

L'un des avantages de la programmation structurée est la création de « blocs » qui forment le corps des programmes. Chacun d'eux peut exister par lui-même—et il peut servir de sous-programme au sein d'un programme plus vaste. Voyez par exemple le programme suivant :

```
« OBTENIR VALEUR CALCULER EXPRIMER »
```

Le programme est séparé en trois tâches principales, et chacune utilise un sous-programme. Seules importent les entrées et les sorties de chaque sous-programme—le fonctionnement interne importe peu à ce niveau.

La structure des sous-programmes est relativement simple—mais ils peuvent être sous-divisés en d'autres sous-programmes qui exécutent des tâches plus modestes. Ceci permet de conserver une structure constituée de sous-programmes relativement légers—même si le programme principal est long.

Les programmes deviennent ainsi des extensions de l'ensemble de commandes intégrées ; vous les exécutez en invoquant leur nom. Ils utilisent des éléments similaires aux arguments des commandes et produisent certains résultats.

Où trouver plus d'informations

Vous trouverez des informations plus précises sur la programmation dans les chapitres suivants :

- Saisie, modification et exécution de programmes—lisez ce chapitre.
- Création de programmes élémentaires—lisez ce chapitre.
- Test des programmes—lisez ce chapitre.
- Utilisation des tests et des structures conditionnelles—chapitre 26.
- Utilisation des structures en boucle—chapitre 27.
- Utilisation d'indicateurs—chapitre 28.

- Création de programmes interactifs—chapitre 29.
- Dépistage des erreurs dans les programmes—chapitre 30.
- Vérification de programmes-exemples—chapitre 31.
- Source d'information sur les commandes—annexe G.

Vous pouvez aussi faire référence à deux livres :

- Le *Programmer's Reference Manual* pour le HP 48 (numéro de référence 00048-90054) contient des informations de programmation, y compris la syntaxe de toutes les commandes du HP 48, sous un format d'aide-mémoire.
- *HP 48 Programming Examples* par D.R. Mackenroth, chez Addison-Wesley, 1991, est une source de programmes structurés et de techniques de programmation.

25 Saisie et exécution de programmes

Un programme est un objet—il occupe un niveau dans la pile et vous pouvez le stocker dans une variable.

Pour saisir un programme :

1. Appuyez sur ◀ « ». Le témoin PRG apparaît, indiquant que le mode de saisie de programme est actif.
2. Saisissez les commandes et autres objets (avec les délimiteurs appropriés) dans l'ordre convenable pour les opérations que vous désirez voir exécuter par le programme.
   - Appuyez sur SPC pour séparer les nombres consécutifs.
   - Appuyez sur ▶ pour outrepasser les délimiteurs.
3. Optionnel : appuyez sur ▶ ↵ (à la ligne) pour commencer une nouvelle ligne en ligne de commande.
4. Appuyez sur ENTER pour placer le programme dans la pile.

En mode de saisie de programme (le témoin PRG est affiché), les touches de commande ne sont pas exécutées—elles sont simplement saisies en ligne de commande. Seules les opérations non programmables telles que ◀ et VAR sont exécutées.

Les cassures de lignes sont ignorées lorsque vous appuyez sur ENTER.

Pour introduire commandes et autres objets dans un programme :

- Appuyez sur la touche de clavier ou de menu de la commande ou de l'objet.
  ou
- Tapez les caractères avec le clavier alpha.

Pour sauvegarder ou nommer un programme :

1. Saisissez le programme dans la pile.
2. Saisissez le nom de la variable (avec des délimiteurs ') et appuyez sur [STO].

Vous pouvez choisir des noms descriptifs pour les reconnaître aisément :

- Le nom du calcul ou de l'action. Exemples : *SPH* (volume d'une calotte sphérique), *TRI*.
- Ce que le programme utilise ou produit. Exemples : $X \rightarrow FX$ (x to $f(x)$), $RH \rightarrow V$ (rapport du rayon et de la hauteur au volume).
- La technique. Exemples : *SPHVL* (volume d'une calotte sphérique en utilisant des variables locales), *SPHP* (volume d'une calotte sphérique en utilisant la pile).

Pour exécuter un programme :

- Appuyez sur [VAR], puis sur la touche de menu portant le nom du programme.
  ou
- Saisissez le nom du programme (*sans* délimiteurs) et appuyez sur [ENTER].
  ou
- Placez le nom du programme au niveau 1 et appuyez sur [EVAL].
  ou
- Placez le objet-programme au niveau 1 et appuyez sur [EVAL].

Pour arrêter l'exécution d'un programme :

- Appuyez sur [ATTN].

Exemple : Saisissez un programme qui prenne dans la pile la valeur d'un rayon et calculez le volume d'une sphère de rayon r en utilisant

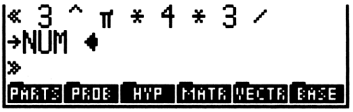
$$V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

Si vous aviez calculé ce volume manuellement après la saisie du rayon dans la pile, vous auriez sans doute appuyé sur les touches suivantes :

3 y^x ↶ π × 4 × 3 ÷ ↷ →NUM

Saisissez ces mêmes séquences de touches dans un programme. (↷ ↵ commence une nouvelle ligne.)

↶ «»
3 y^x ↶ π × 4 × 3 ÷
↷ ↵ ↷ →NUM



Placez le programme dans la pile.

ENTER

Stockez le programme dans la variable *VOL*. Ensuite placez un rayon de 4 dans la pile et lancez le programme *VOL*.

25

' VOL STO
4 VAR VOL

Le programme est

```
« 3 ^ π * 4 * 3 / →NUM »
```

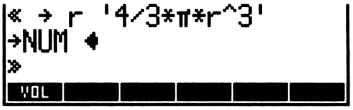
Exemple : Remplacez le programme de l'exemple précédent par un autre, plus facile à lire. Introduisez un programme qui utilise une structure de variable locale pour calculer le volume d'une sphère. Le programme est

```
« → r '4/3*π*r^3' →NUM »
```

(Il est nécessaire d'inclure →NUM parce que π amène un résultat symbolique.)

Introduisez le programme. (↷ ↵ commence une nouvelle ligne.)

↶ «»
↷ → r SPC
' 4 ÷ 3 × ↶ π ×
r y^x 3 ▶ ↷ ↵
↷ →NUM



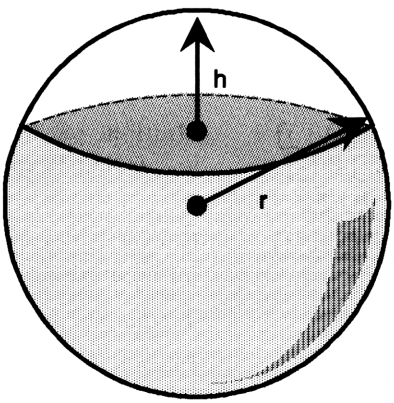
Placez le programme dans la pile et stockez-le dans *VOL*.

ENTER
VOL

Calculez le volume pour un rayon de 4.

4 VOL

Exemple : Introduisez un programme *SPH* qui calcule le volume d'une calotte sphérique de rayon r et de hauteur h en utilisant les valeurs stockées dans des variables R et H.



$$V = \frac{1}{3}\pi h^2(3r - h)$$

Dans ce chapitre et dans les suivants, « les diagrammes de pile » montrent les arguments qui doivent être mis dans la pile avant l'exécution du programme, et quels résultats le programme laisse dans la pile. Voici le diagramme de pile de *SPH*.

Arguments	Résultats
	1 : *volume*

Le diagramme indique que *SPH* ne prend aucun argument dans la pile et qu'il renvoie le volume de la calotte sphérique dans le niveau 1.

(*SPH* suppose que vous avez stocké la valeur numérique du rayon dans la variable *R* et la valeur numérique de la hauteur dans la variable *H*).

Les listages des programmes figurent ici sous la forme de *pas de programme* dans la colonne de gauche, alors que la colonne de droite est réservée à des commentaires. N'oubliez pas que, pour saisir un programme, vous pouvez soit utiliser les touches des commandes, soit taper directement le nom de ces commandes. Dans ce premier listage, les séquences de touches sont également indiquées.

Programme :	Touches :	Commentaires :
«	◀ « »	Commence le programme.
'1/3	' 1 ÷ 3	Commence l'expression algébrique pour calculer le volume.
*π*H^2	× ◀ π × H y^x 2	Multiplie par πh^2.
*(3*R-H)'	× ◀ ( ) 3 × R − H ▶ ▶	Multiplie par $3r - h$, terminant le calcul et l'expression.
→NUM	▶ →NUM	Convertit l'expression avec π en un nombre.
»		Termine le programme.
	ENTER	Place le programme dans la pile.
	' SPH STO	Stocke le programme dans une variable *SPH*.

Voici le programme :

```
« '1/3*π*H^2*(3*R-H)' →NUM »
```

Maintenant utilisez *SPH* pour calculer le volume d'une calotte sphérique de rayon $r = 10$ et de hauteur $h = 3$.

D'abord, stockez les données dans les variables appropriées. Ensuite choisissez le menu VAR et exécutez le programme. La réponse est renvoyée au niveau 1 de la pile.

10 ' R STO
3 ' H STO
VAR SPH

Passer en revue et modifier un programme

Pour modifier un programme, observez les mêmes règles que pour la modification de tout autre objet—en utilisant la ligne de commande. Voir « Afficher des objets » en page 3-7.

Pour examiner ou modifier un programme :

1. Affichez le programme :
   - Si le programme est au niveau 1, appuyez sur ◀ EDIT.
   - Si le programme est stocké dans une variable, placez le nom de la variable au niveau 1 et appuyez sur ▶ VISIT.
2. Optionnel : faites des modifications.
3. Appuyez sur ENTER pour sauvegarder les changements (ou appuyez sur ATTN pour les abandonner) et revenez dans la pile.

▶ VISIT permet de modifier un programme stocké sans avoir à faire une sauvegarde. ◀ EDIT permet de modifier un programme et ensuite stocke sa nouvelle version dans une variable différente.

Lorsque vous modifiez un programme, vous pouvez désirer passer du mode de saisie de programme (pour modification de la plupart des objets) au mode de saisie d'expression algébrique/de programme (pour modification des objets-expression algébrique). Les témoins PRG et ALG indiquent le mode de saisie en cours.

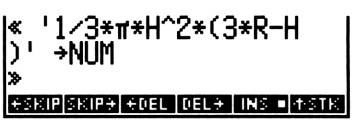
Pour changer de mode de saisie :

- Appuyez sur ▶ ENTRY.

Exemple : Modifiez *SPH* de l'exemple précédent pour qu'il stocke le nombre du niveau 1 dans la variable *H* et le nombre du niveau 2 dans *R*.

Utilisez VISIT pour commencer la modification de *SPH*.

VAR
↓ SPH
▶ VISIT



Placez le curseur au-delà du premier délimiteur de programme et insérez les nouvelles étapes du programme.

▶ ' H ▶ STO
' R ▶ STO

```
«'H' STO 'R' STO ◆1/3…
)' →NUM
»
```

Sauvegardez la version modifiée de *SPH* dans la variable. Ensuite, pour vérifier que la sauvegarde a bien eu lieu, affichez *SPH* en ligne de commande.

ENTER
' SPH ↷ VISIT

```
« 'H' STO 'R' STO '
1/3*π*H^2*(3*R-H)'
→NUM
»
```

Appuyez sur ATTN pour arrêter l'examen.

25

Créer des programmes sur un ordinateur

Il peut être extrêmement pratique de créer des programmes et d'autres objets sur ordinateur et ensuite de les charger dans le HP 48 en utilisant son port série. Par exemple, le « Program Development Link » de Hewlett-Packard offre un environnement spécialement conçu pour le HP 48. Vous pouvez l'utiliser pour développer des programmes, les envoyer au calculateur, et les y exécuter.

En plus, si vous exécutez des programmes sur ordinateur, vous pouvez inclure des « commentaires » dans la version ordinateur du programme.

Pour insérer un commentaire dans un programme :

- Placez le texte du commentaire entre deux caractères @ (arobas).
  ou
- Placez le texte du commentaire entre un @ et la fin de la ligne.

Chaque fois que le HP 48 traite du texte saisi dans la ligne de commande—soit à partir du clavier ou transféré d'un ordinateur—il le dégage des caractères @ et du texte qu'ils entourent. Toutefois, les caractères @ ne sont pas dérangés s'ils se trouvent à l'intérieur d'une chaîne.

Utiliser des variables locales

Le programme *SPH* dans l'exemple précédent utilise des variables globales pour stocker des données et les rappeler. Il y a certains désavantages à l'utilisation de variables globales dans les programmes :

- Après l'exécution du programme, les variables dont vous n'avez plus besoin doivent être purgées si vous désirez effacer le menu VAR et libérer la mémoire.
- Il vous faut stocker les données dans les variables globales avant l'exécution du programme, ou faire exécuter STO par le programme.

Les *variables locales* remédient aux inconvénients des variables globales dans les programmes. Les variables locales sont des variables temporaires *créées par un programme*. Elles n'existent qu'au moment de l'exécution du programme et ne peuvent pas être utilisées en dehors de ce programme. Elles n'apparaissent jamais dans le menu VAR. De plus, elles sont d'accès plus rapide que les variables globales. (La convention, dans ce manuel, est d'utiliser les minuscules pour les noms de variables locales.)

Créer des variables locales

Dans un programme, les variables locales sont créées dans une *structure*.

Pour introduire une structure de variables locales dans un programme :

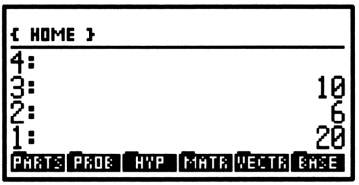
1. Introduisez la commande → (appuyez sur ▶ →).
2. Saisissez un ou plusieurs noms de variables.
3. Saisissez une *procédure de définition* (une expression algébrique ou objet-programme) qui utilise ces noms.

« → nom_1 nom_2 ... nom_n '*expression algébrique*' »

ou

« → nom_1 nom_2 ... nom_n « *programme* » »

Lorsque la commande → est exécutée dans un programme, n valeurs sont prises dans la pile et affectées aux variables nom_1, nom_2, ... nom_n. Par exemple, si la pile contient :



dans ce cas

- → a crée la variable locale $a = 20$.
- → a b crée les variables locales $a = 6$ et $b = 20$.
- → a b c crée les variables locales $a = 10$, $b = 6$ et $c = 20$.

La procédure de définition utilise les variables locales pour faire des calculs.

25 Les structures de variables locales ont les avantages suivants :

- La commande → stocke les valeurs de la pile dans les variables correspondantes—nul besoin d'exécuter STO.
- Les variables locales disparaissent automatiquement lorsque la procédure de définition pour laquelle elles sont créées a terminé son exécution. Elles n'apparaissent donc pas dans le menu VAR et n'occupent la mémoire que le temps de l'exécution du programme.
- Les variables locales n'existent qu'au sein de leur structure de définition—d'autres structures de variables locales peuvent utiliser les mêmes noms de variables sans qu'il y ait conflit.

Exemple : Le programme suivant, *SPHLV*, calcule le volume d'une calotte sphérique en utilisant des variables locales. La procédure de définition est une expression algébrique.

Arguments	Résultats
2: r 1: h	1: *volume*

Programme :	Commentaires :
«	
→ r h	Crée des variables locales r et h pour le rayon de la sphère et la hauteur de la calotte.
'1/3*π*h^2*(3*r-h)'	Exprime la procédure de définition. Dans ce programme, la procédure de définition de la structure de variables locales est une expression algébrique.
→NUM	Convertit l'expression en un nombre.
»	
ENTER ' SPHLV STO	Stocke le programme dans variable *SPHLV*.

Maintenant utilisez *SPHLV* pour calculer le volume d'une calotte sphérique de rayon $r = 10$ et de hauteur $h = 3$. Saisissez les données dans la pile en ordre correct, puis exécutez le programme.

10 ENTER 3
VAR SPHLV

Evaluer les noms locaux

Les noms locaux sont évalués différemment des noms globaux. Lorsqu'un nom global est évalué, l'objet stocké dans la variable correspondante est lui-même évalué. (Vous verrez comment les programmes stockés dans les variables globales sont automatiquement évalués lorsque leur nom est évalué.)

Lorsqu'un nom local est évalué, l'objet stocké dans la variable correspondante est renvoyé dans la pile mais n'est *pas* évalué. Lorsqu'une variable locale contient un nombre, l'effet est identique à celui de l'évaluation d'un nom global, puisque placer un nombre dans la pile est équivalent à l'évaluer. Par contre, si une variable locale contient un programme, une expression algébrique ou un nom de variable globale, cet objet *doit être explicitement évalué* (par exécution de EVAL) après son renvoi dans la pile.

Définir le rôle des variables locales

Les variables locales n'existent *que* dans la procédure de définition.

Exemple : L'extrait de programme suivant illustre la possibilité d'utilisation de variables locales dans des procédures de définition *imbriquées* (procédures à l'intérieur de procédures). Les variables locales *a*, *b* et *c* existent déjà lorsque la procédure de définition des variables locales *d*, *e* et *f* est exécutée, elles sont donc disponibles pour utilisation dans cette procédure.

Programme :	**Commentaires :**
`≪`	
⋮	Aucune variable locale n'est disponible.
`→ a b c`	Définit les variables locales *a*, *b*, *c*.
`≪`	Les variables locales *a*, *b*, *c* sont
`a b + c +`	disponibles dans cette procédure.
`→ d e f`	Définit les variables locales *d*, *e*, *f*.
`'a×(d÷e+f)'`	Les variables locales *a*, *b*, *c* et *d*, *e*, *f* sont disponibles dans cette procédure.
`a c × -`	Seules les variables locales *a*, *b*, *c*
`≫`	sont disponibles.
⋮	Aucune variable locale n'est
`≫`	disponible.

Exemple : Dans l'extrait de programme suivant, la procédure de définition des variables locales *d*, *e* et *f* appelle un programme précédemment créé et stocké dans une variable globale, *P1*.

Programme :	Commentaires :
`«`	
`⋮`	
`→ a b c`	
`«`	
`a b + c +`	
`→ d e f`	Définit les variables locales *d*, *e*, *f*.
`'P1+a/(d*e+f)'`	Variables locales *a*, *b*, *c* et *d*, *e*, *f* sont disponibles dans cette procédure. La procédure de définition exécute le programme stocké dans la variable *P1*.
`a c / -`	
`»`	
`⋮`	
`»`	

Les six variables locales *ne sont pas* utilisables par le programme *P1* parce qu'elles n'existaient pas lorsque vous avez créé *P1*. Les objets stockés dans les variables locales ne sont utilisables par le programme *P1* que si vous mettez ces objets dans la pile comme arguments de *P1* ou si vous stockez ces objets dans des variables globales.

Inversement, le programme *P1* peut créer sa propre structure de variable locale avec les variables locales *a*, *c* et *f* par exemple, sans générer de conflit avec les variables locales de même nom figurant dans la procédure qui appelle *P1*.

Créer des fonctions-utilisateur qui agissent comme des programmes

La procédure de définition d'une structure de variables locales peut être, soit une expression algébrique, soit un objet-programme. Ce sujet a été traité sous le titre « Structure d'une fonction-utilisateur » en page 10-6, où nous avons vu qu'une fonction-utilisateur est un programme qui consiste uniquement en une structure de variables locales dont la procédure de définition est une expression algébrique.

Un programme qui *commence par une structure de variable locale dont la procédure de définition est un programme* se comporte comme

une fonction-utilisateur, et ceci de deux façons : il va chercher des arguments numériques ou symboliques, et les prend soit dans la pile soit dans une syntaxe algébrique. Toutefois, il n'a *pas* de dérivée. (Le programme de définition doit, comme les procédures de définition algébriques, ne renvoyer *qu'un seul* résultat à la pile).

L'avantage d'utiliser un programme comme procédure de définition d'une structure de variable locale est qu'un programme peut contenir des commandes non autorisées dans les expressions algébriques. Par exemple, les structures de boucles décrites au chapitre 27 ne sont pas autorisées dans les expressions algébriques.

Exemple : Le programme *BER* en page 31-36 calcule une approximation de la fonction de Bessel. *BER* ustilise une structure de variables locales dont la procédure de définition est elle-même un programme contenant une structure FOR...STEP et une structure imbriquée IF...THEN...ELSE...END. *BER* n'est pas différentiable, mais l'exemple du chapitre 31 montre qu'il peut prendre ses arguments, soit dans la pile, soit en syntaxe d'expression algébrique.

25

Manipuler des données dans la pile

Les programmes *SPH* et *SPHLV* plus haut dans ce chapitre utilisent des variables pour le stockage et le rappel des données. Une autre méthode de programmation consiste à manipuler des nombres dans la pile sans les stocker dans des variables. Bien que cette méthode puisse accélérer l'exécution du programme dans certaines situations, il y a certains désavantages à la méthode de manipulation de la pile :

- Quand vous écrivez un programme, l'emplacement des données dans la pile doit être bien géré. Par exemple, les arguments doivent être dupliqués s'ils doivent être utilisés par plus d'une commande.
- Un programme qui manipule des données dans la pile est généralement plus difficile à lire et à comprendre qu'un programme utilisant des variables.

Exemple : Le programme suivant, *SPHPILE* utilise la méthode de manipulation de la pile pour calculer le volume d'une calotte sphérique. (*SPHLV* utilise des variables locales pour exécuter le même calcul en un délai de 30 pour-cent plus court.)

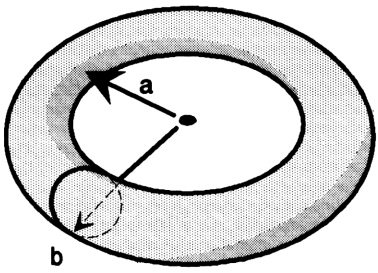
Arguments	Résultats
2: *r* 1: *h*	1: *volume*

Programme :	Commentaires :
«	
SWAP	Place le rayon au niveau 1.
3 *	Multiplie le rayon par 3.
OVER -	Copie le nombre du niveau 2 (la hauteur) au niveau 1 et fait la soustraction, calculant $3r - h$.
SWAP SQ *	Fait passer la hauteur d'origine au niveau 1, la met au carré et multiplie par $3r - h$.
π * 3 /	Multiplie par π et divise par 3, terminant le calcul.
→NUM	Convertit l'expression algébrique en un nombre.
»	
ENTER	Place le programme dans la pile.
' SPHPILE STO	Le stocke dans le *SPHPILE*.

Utiliser des sous-programmes

Parce qu'un programme est lui-même un objet, il peut être utilisé dans un autre programme. Lorsque le programme *B* est utilisé par le programme *A*, le programme *A* *appelle* le programme *B*, et celui-ci est un *sous-programme* du programme *A*.

Exemple : Le programme *TORSS*, calcule la surface d'un tore de rayon *a* et de rayon externe *b*. *TORSS* est utilisé en tant que sous-programme dans un second programme, *TORSV*, qui calcule le volume d'un tore.



La surface et le volume sont calculés par

$$A = \pi^2(b^2 - a^2) \qquad V = \frac{1}{4}\pi^2(b^2 - a^2)(b - a)$$

(La quantité $\pi^2(b^2 - a^2)$ dans la seconde équation est la surface de la tore calculée par *TORSS*.)

25 Voici le diagramme de pile et le listage de programme de *TORSS*.

Arguments	Résultats
2: *a* 1: *b*	1: *surface*

Programme :

```
≪
 → a b
 'π^2*(b^2-a^2)'
 →NUM

≫
```

Commentaires :

Crée les variables locales *a* et *b*.
Calcule la surface.
Convertit l'expression algébrique en un nombre.

ENTER
' TORSS STO

Place le programme dans la pile.
Stocke le programme dans *TORSS*.

Voici le diagramme de pile et le listage de programme de *TORSV*.

Arguments	Résultats
2: *a* 1: *b*	1: *volume*

Programme :

```
«
 → a b
 «
  a b TORSS
  b a - * 4 /
 »
»
```

Commentaires :

Crée les variables locales *a* et *b*.

Lance un programme, comme procédure de définition.

Place les nombres stockés dans *a* et *b* dans la pile, puis appelle *TORSS* avec ces arguments.

Termine le calcul du volume en utilisant la surface.

Termine la procédure de définition.

Place le programme dans la pile.

Stocke le programme dans *TORSV*.

Utilisez maintenant *TORSV* pour calculer le volume d'un tore de rayon intérieur $a = 6$ et de rayon externe $b = 8$.

6 ENTER 8
VAR TORSV

Exécuter un programme pas à pas

Il est plus facile de comprendre comment un programme fonctionne si vous l'exécutez pas-à-pas. Cette façon de procéder peut vous aider à « mettre au point » vos programmes ou à comprendre des programmes écrits par quelqu'un d'autre.

Pour exécuter un programme pas à pas depuis son début:

1. Placez le programme ou nom de programme au niveau 1 (ou en ligne de commande).
2. Appuyez sur (PRG) CTRL DBUG pour le lancer et arrêter immédiatement son exécution. Le témoin HALT est affiché dans la zone d'état.
3. Dès à présent :
   - Pour afficher le pas de programme suivant, puis l'exécuter, appuyez sur SST .
   - Pour afficher sans exécuter le prochain pas, ou les deux prochains pas suivants, appuyez sur NEXT .
   - Pour poursuivre l'exécution normale, appuyez sur (↶) (CONT).
   - Pour abandonner l'exécution, appuyez sur KILL .
4. Répétez les étapes précédentes autant que vous le désirez.

25

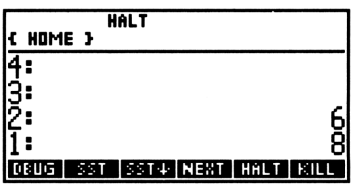
Pour faire disparaître le témoin HALT:

- Appuyez sur (PRG) CTRL KILL .

Exemple: Exécutez le programme *TORSV* pas à pas. Utilisez $a = 6$ et $b = 8$.

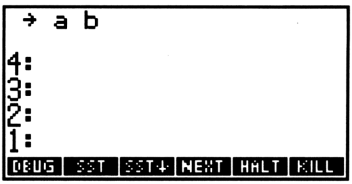
Sélectionnez le menu VAR et saisissez les données. Saisissez le nom du programme et commencez la mise au point. Le témoin HALT indique que l'exécution du programme est suspendue.

(↷) (CLR)
(VAR)
6 (ENTER) 8 (ENTER)
(') TORSV
(PRG) CTRL DBUG



Affichez et exécutez le premier pas de programme. Remarquez qu'il prend les deux arguments dans la pile et les stocke dans les variables locales *a* et *b*.

SST



Continuez l'exécution pas à pas jusqu'à ce que la zone d'état montre le répertoire en cours. Surveillez la pile et la zone d'état au fur et à mesure de votre progression dans le programme.

SST ... SST

Pour exécuter pas à pas à partir du milieu d'un programme :

1. Insérez une commande HALT dans le programme là où vous désirez commencer l'exécution pas à pas.
2. Exécutez le programme normalement ; il s'arrête après exécution de la commande HALT et l'affichage du témoin HALT.
3. Dès à présent :
   - Pour afficher le pas de programme suivant, puis l'exécuter, appuyez sur SST .
   - Pour afficher, sans l'exécuter, le prochain pas ou les deux prochains pas suivants, appuyez sur NEXT .
   - Pour poursuivre l'exécution normale, appuyez sur ↩ CONT .
   - Pour abandonner l'exécution, appuyez sur KILL .
4. Répétez ces étapes autant que ce sera nécessaire.

Lorsque vous êtes prêt à reprendre le déroulement normal du programme, retirez la commande HALT du programme.

Pour exécuter pas à pas lorsque le pas de programme suivant est un sous-programme :

- Pour exécuter le sous-programme en une seule étape, appuyez sur SST .
- Pour l'exécuter pas à pas, appuyez sur SST↓ .

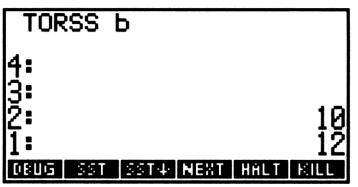
SST exécute le pas suivant dans un programme—si ce pas est un sous-programme, SST exécute le sous-programme en une seule

étape. SST↓ fonctionne comme SST —sauf si le programme suivant est un sous-programme, il passe alors au premier pas du sous-programme.

Exemple : Dans l'exemple précédent vous avez utilisé SST pour exécuter un sous-programme, *TORSS*, en une seule étape. Exécutez maintenant le programme *TORSV* pas à pas pour calculer le volume d'un tore de rayons $a = 10$ et $b = 12$. Lorsque vous arriverez au sous-programme *TORSS*, exécutez-le pas à pas.

Sélectionnez le menu VAR et saisissez les données. Saisissez le nom du programme et commencez la mise au point. Exécutez les quatre premiers pas de programme, puis vérifiez le pas suivant.

(→) CLR VAR
10 ENTER 12
(') TORSV
PRG CTRL DBUG
SST↓ (4 times)
NEXT



Le pas suivant est le sous-programme TORSS. Passez au pas suivant et entrez dans *TORSS*, puis vérifiez que vous vous trouvez bien au premier pas de *TORSS*.

SST↓
NEXT

Appuyez sur (←) CONT (←) CONT pour terminer le sous-programme et l'exécution du programme.

Le tableau qui suit résume les opérations d'exécution pas à pas d'un programme.

Opérations d'exécution progressive d'un programme

Touche	Commande programmable	Description
PRG CTRL :		
DBUG		Lance l'exécution du programme, puis la suspend comme si HALT en était la première commande. Prend comme argument le programme ou le nom de programme placé au niveau 1.
SST		Exécute l'objet ou la commande suivante dans le programme.
SST↓		Identique à SST, sauf pour le cas où le pas de programme suivant est un sous-programme, auquel cas il passe au premier pas de ce sous-programme.
NEXT		Affiche l'objet, ou les deux objets suivants, mais ne les exécute pas. L'affichage persiste jusqu'à l'appui sur la touche suivante.
HALT	HALT	Suspend l'exécution du programme à l'emplacement de la commande HALT dans le programme.
KILL	KILL	Annule tous les programmes interrompus et élimine le témoin HALT.
↶ CONT	CONT	Reprend l'exécution d'un programme interrompu.

26

Tests et structures conditionnelles

Vous avez à votre disposition des commandes et des structures de branchement qui permettent aux programmes de poser des questions et de prendre des décisions. Des *fonctions de comparaison* et des *fonctions logiques* effectuent des tests pour déterminer si, oui ou non, certaines conditions existent. Les *structures conditionnelles* et les *commandes conditionnelles* utilisent les résultats de ces tests pour prendre des « décisions ».

Tests conditionnels

Un *test* est une suite d'expressions algébriques ou de commandes qui renvoient un *résultat* dans la pile. Ce résultat est soit *vrai*—indiqué par une valeur de 1—ou *faux*—indiqué par une valeur de 0.

Pour insérer un test dans un programme :

- Pour utiliser la syntaxe de la pile, saisissez les deux arguments, puis saisissez la commande de test.
- Pour utiliser la syntaxe d'expression algébrique, saisissez l'expression-test (avec des délimiteurs ').

Les résultats de test sont utilisés dans les structures conditionnelles, pour déterminer quelle clause d'une structure doit s'exécuter. Vous trouverez une description des structures conditionnelles sous le titre « Utiliser des structures et des commandes conditionnelles » en page 26-5.

Les commandes de test se séparent en trois groupes :

- **Fonctions de comparaison.** Elles comparent deux objets.

- **Fonctions logiques.** Elles combinent les résultats des tests précédents.
- **Commandes de tests d'indicateurs.** Elles testent l'état des indicateurs. Voir le chapitre 28, « Indicateurs ».

Exemple : Testez si, oui ou non, X est inférieur à Y. Pour utiliser la syntaxe de la pile, saisissez `X Y <`. Pour utiliser la syntaxe d'expression algébrique, saisissez `'X<Y'`. (Dans les deux cas, si X contient 5 et Y contient 10, le test est vrai et 1 est renvoyé dans la pile.)

Utiliser des fonctions de comparaison

Ces fonctions comparent deux objets, utilisant soit la syntaxe de la pile, soit la syntaxe d'expression algébrique.

Fonctions de comparaison

26

Touche	Commande programmable	Description
(PRG) TEST (pages 1 et 2) :		
<	<	Inférieur à.
>	>	Supérieur à.
≤	≤	Inférieur ou égal.
≥	≥	Supérieur ou égal.
==	==	Teste l'égalité de deux objets.
≠	≠	Non égal.
SAME	SAME	Identique. Pareil à ==, mais ne permet pas de comparaison entre la valeur numérique d'une expression algébrique (ou d'un nom) et un nombre. Considère également la taille de mot d'un entier binaire.

Les commandes de comparaison renvoient 1 (vrai) ou 0 (faux) comme résultat de la comparaison—ou une expression qui puisse évaluer vers 1 ou 0. L'ordre de la comparaison est « niveau 2 *test* niveau 1 », dans laquelle *test* est la fonction de comparaison.

Toutes les commandes de comparaison, sauf SAME, renvoient les résultats suivants :

- Si aucun objet n'est une expression algébrique ou un nom, elle renvoie 1 si les deux objets sont du même type et ont la même valeur, et 0 dans les autres cas. Par exemple, si 6 est stocké dans *X*, `X 5 <` place 6 et 5 dans la pile, puis les en retire et renvoie 0. (Le calculateur considère que listes et programmes ont la même valeur si les objets qu'ils contiennent sont identiques. Pour les chaînes, « inférieur à » signifie « précède dans l'alphabet ».)
- Si l'un des objets est une expression algébrique (ou un nom) et l'autre est une expression algébrique (ou un nom) ou un nombre, elles renvoient une expression qui doit être évaluée pour obtenir un résultat de test basé sur des valeurs numériques. Par exemple, si 6 est stocké dans *X*, `'X' 5 <` renvoie `'X<5'`, et →NUM renvoie 0.

(Notez que == est utilisé pour les comparaisons, alors que = sépare deux côtés d'une équation.)

SAME renvoie 1 (vrai) si deux objets sont identiques. Par exemple, `'X+3' 4 SAME` renvoie 0, sans égard à la valeur de *X*, parce que l'expression algébrique `'X+3'` n'est pas identique au nombre réel 4. Les entiers binaires doivent avoir la même taille de mot et la même valeur pour être « identiques » aux yeux du HP 48. Pout tous les types d'objet autres qu'une expression algébrique, les noms et les entiers binaires, SAME fonctionne exactement comme ==.

Vous pouvez utiliser n'importe quelle fonction de comparaison (sauf SAME) dans une expression algébrique en la plaçant *entre* ses deux arguments. Si par exemple 6 est stocké dans *X*, `'X<5' →NUM` renvoie 0.

Utilisation de fonctions logiques

Les fonctions logiques renvoient un résultat de test qui dépend du résultat de deux tests précédemment exécutés. N'oubliez pas que ces quatre fonctions interprètent *tout argument non nul* comme étant un résultat vrai.

Fonctions logiques

Touches	Commande programmable	Description
(PRG) TEST (page 1) :		
AND	AND	Renvoie 1 (vrai) si les deux arguments sont vrais.
OR	OR	Renvoie 1 (vrai) si l'un ou les deux arguments sont vrais.
XOR	XOR	Renvoie 1 (vrai) si l'un des deux arguments est vrai, mais pas les deux.
NOT	NOT	Renvoie 1 (vrai) si l'argument est 0 (faux) ; sinon, renvoie 0 (faux).

AND, OR et XOR sont utilisés pour combiner deux résultats de tests. Par exemple, si 4 est stocké dans *Y*, `Y 8 < 5 AND` renvoie `1`. D'abord, `Y 8 <` renvoie 1 dans la pile. AND retire 1 et 5 de la pile, interprétant les deux résultats comme étant vrais et renvoie `1` à la pile.

NOT renvoie l'inverse logique d'un résultat de test. Par exemple, si 1 est stocké dans *X* et si 2 est stocké dans *Y*, `X Y < NOT` renvoie `0`.

AND, OR et XOR peuvent être utilisées comme fonctions *infixes* dans des expressions algébriques. Par exemple, `'3<5 XOR 4>7' →NUM` renvoie 1.

NOT peut être utilisé comme fonction *préfixe* dans des expressions algébriques. Par exemple, `'NOT Z≤4' →NUM` renvoie 0 si $Z = 2$.

Test de types d'objets

La commande TYPE ((PRG) TEST TYPE) prend tout objet comme argument et renvoie le numéro qui identifie ce type d'objet. Par exemple, `"HELLO" TYPE` renvoie 2, la valeur d'un objet-chaîne. Voir le tableau des types d'objet en page 4-19 vous y trouverez tous les objets du HP 48 et leur numéro de type.

Utiliser des structures et des commandes conditionnelles

Les *structures conditionnelles* permettent à un programme de prendre une décision en fonction du résultat d'un ou de plusieurs tests. Les structures conditionnelles doivent être créées à l'aide de commandes qui ne fonctionnent que lorsqu'elles sont utilisées en combinaison les unes avec les autres.

Les *commandes conditionnelles* permettent d'exécuter un processus de prise de décision au cours duquel la clause vraie et la clause fausse sont toutes deux une commande *unique* ou un objet.

Ces structures et commandes conditionnelles se trouvent dans le menu PRG BRCH ([PRG] BRCH) :

- Structure IF...THEN...END.
- Structure IF...THEN...ELSE...END.
- Structure CASE...END.
- Commande IFT (if-then).
- Fonction IFTE (if-then-else).

La structure IF...THEN...END

La syntaxe de cette structure est

« ... IF *clause_de_test* THEN *clause_vraie* END ... »

IF...THEN...END n'exécute une suite de commandes placées dans la *clause_vraie* que si un test (*clause_de_test*) a la valeur « vrai ». La clause de test peut être une séquence de commandes (par exemple, A B ≤) ou une expression algébrique (par exemple, 'A≤B'). Si la clause de test est une expression algébrique, elle est *automatiquement évaluée* à un nombre—→NUM ou EVAL ne sont pas nécessaires.

IF débute la clause de test, qui laisse un résultat de test dans la pile. THEN retire ce résultat de test de la pile. Si la valeur est différente de zéro, la clause vraie est exécutée—dans les autres cas l'exécution du programme reprend après END.

Pour introduire IF...THEN...END dans un programme :

- Appuyez sur [PRG] BRCH [↩] IF .

Voir « Exemples conditionnels » en page 26-8.

La commande IFT

La commande IFT accepte deux arguments : *résultat de test* dans le niveau 2 et un objet de *clause vraie* au niveau 1. Si le résultat du test est vrai, l'objet de la clause vraie est exécuté—dans les autres cas, les deux arguments sont retirés de la pile.

Pour introduire IFT dans un programme :

- Appuyez sur (PRG) BRCH (◀)(PREV) IFT .

Voir « Exemples comditionnels » en page 26-8.

La structure IF...THEN...ELSE...END

La syntaxe de cette structure est

« ... IF *clause_de_test*
THEN *clause_vraie* ELSE *clause_fausse* END' ... »

IF...THEN...ELSE...END exécute, soit la suite de commandes de *clause_vraie*, si la *clause_de_test* est vraie, soit la suite de commandes de *clause_fausse* si la *clause_de_test* est fausse. Si la clause de test est une expression algébrique, elle est automatiquement évaluée à un nombre—nul besoin de →NUM ou de EVAL.

IF commence la clause de test, qui laisse dans la pile un résultat. THEN retire ce résultat de test de la pile. Si sa valeur est différente de zéro, la clause vraie est exécutée—dans les autres cas, la clause fausse est exécutée. Après exécution de la clause appropriée, l'exécution se poursuit après END.

Pour introduire IF...THEN...ELSE...END dans un programme :

- Appuyez sur (PRG) BRCH (▶) IF .

Voir « Exemples conditionnels » en page 26-8.

La fonction IFTE

La syntaxe d'expression algébrique de cette fonction est

'IFTE(*test*, *clause_vraie*, *clause_fausse*)'

Si *test* est vrai après évaluation, l'expression algébrique de *clause_vraie* est évaluée—dans les autres cas, c'est l'expression algébrique de *clause_fausse* qui est évaluée.

Vous pouvez aussi utiliser la fonction IFTE avec la syntaxe de la pile. Elle accepte trois arguments : un *résultat de test*, au niveau 3, un objet de *clause_vraie*, au niveau 2, et un objet de *clause_fausse*, au niveau 1.

Pour introduire IFTE dans un programme ou dans une expression algébrique :

- Appuyez sur PRG BRCH ◀ PREV IFTE.

Voir « Exemples conditionnels » en page 26-8.

La structure CASE...END

La syntaxe de cette structure est

```
CASE
   clause_de_test1 THEN clause_vraie1 END
   clause_de_test2 THEN clause_vraie2 END
   ⋮
   clause_de_testn THEN clause_vraien END
   clause_par_défaut (optionnelle)
END
```

La structure CASE...END permet d'exécuter une série de commandes de *clause_de_test*, puis d'exécuter la suite de commandes appropriée de la *clause_vraie*. Le premier test qui renvoie un résultat vrai provoque l'exécution de la clause vraie correspondante, terminant la structure CASE...END. Facultativement, vous pouvez inclure, après le dernier test, une clause par défaut qui sera exécutée si tous les tests sont évalués comme faux. Si une clause de test est une expression algébrique, eles est automatiquement évaluée comme nombre—pas besoin de →NUM ou de EVAL.

Lorsque CASE est exécutée, clause de $test_1$ est évaluée. Si le test est vrai, clause $vraie_1$ est exécutée et l'exécution passe directement à END. Si la clause de $test_1$ est fausse, l'exécution passe à la clause de $test_2$. L'exécution au sein de la structure CASE continue jusqu'à ce qu'une clause vraie soit exécutée, ou jusqu'à ce que toutes les clauses de tests soient évaluées et trouvées fausses. Si une clause par défaut est incluse, elle est exécutée si toutes les clauses ont été évaluées comme fausses.

Pour introduire CASE...END dans un programme :

1. Appuyez sur PRG BRCH ↩ CASE pour saisir CASE...THEN...END...END.
2. Pour chaque clause de test supplémentaire, placez le curseur après la clause de test END et appuyez sur ↪ CASE pour saisir THEN...END.

Voir « Exemples conditionnels » ci-dessous.

Exemples conditionnels

Les exemples suivants illustrent les structures conditionnelles dans les programmes.

Exemple : Une action conditionnelle. Les deux programmes ci-dessous testent la valeur du niveau 1—si elle est positive, elle est rendue négative. Le premier programme utilise une suite de commandes comme clause de test :

```
« DUP IF 0 > THEN NEG END »
```

La valeur qui se trouve dans la pile doit être dupliquée parce que la commande > retire *deux* arguments de la pile (0 et la copie de la valeur créée par DUP).

La version suivante utilise une expression algébrique comme clause de test :

```
« → x « x IF 'x>0' THEN NEG END » »
```

Cette version utilise la commande IFT :

```
« DUP 0 > « NEG » IFT »
```

Exemple : Une action conditionnelle. Ce programme multiplie deux nombres s'ils sont tous deux différents de zéro.

Programme :	**Commentaires :**
«	
→ x y	Crée des variables locales x et y contenant les deux nombres de la pile.
«	
IF	Commence la clause de test.
'x≠0'	Teste l'un des nombres et laisse le résultat dans la pile.
'y≠0'	Teste l'autre nombre, laissant un autre résultat de test dans la pile.
AND	Teste si les deux tests étaient vrais.
THEN	Termine la clause de test, commence la clause vraie.
x y *	Multiplie les deux nombres entre eux seulement si le résultat de AND est vrai.
END	Termine la clause vraie.
»	
»	

Le programme suivant atteint le même but que le précédent :

```
« → x y « IF 'x AND y' THEN x y * END » »
```

La clause de test 'x AND y' renvoie « vrai » si les deux nombres sont différents de zéro.

La version suivante utilise la commande IFT :

```
« → x y « 'x AND y' 'x*y' IFT » »
```

Exemple : Deux actions conditionnelles. Ce programme prend une valeur x dans la pile et calcule sin x/x. A $x = 0$ la division provoquerait une erreur, le programme renvoie donc la valeur limite de 1 dans ce cas.

```
« → x « IF 'x≠0' THEN x SIN x / ELSE 1 END » »
```

La version suivante utilise IFTE et la syntaxe d'expression algébrique :

```
« → x 'IFTE(x≠0,SIN(x)/x,1)' »
```

Exemple : Deux actions conditionnelles. Ce programme multiplie deux nombres s'ils sont tous deux différents de zéro—dans les autres cas, il renvoie la chaîne "ZERO".

Programme :	**Commentaires :**
«	
→ n1 n2	Crée les variables locales.
«	Commence la procédure de définition.
IF	Commence la clause de test.
'n1≠0 AND n2≠0'	Teste *n1* et *n2*.
THEN	Si les deux nombres sont
n1 n2 *	différents de zéro, multiplie les deux valeurs.
ELSE	Sinon, renvoie la chaîne ZERO.
"ZERO"	
END	Termine la structure conditionnelle.
»	Termine la procédure de définition.
»	

Exemple : Deux actions conditionnelles. Ce programme teste si deux nombres de la pile ont la même valeur. Si c'est le cas, il abandonne l'un des deux nombres et stocke l'autre dans la variable V1—dans les autres cas, il stocke le nombre du niveau 1 dans V1 et celui du 2 dans V2.

Programme :	**Commentaires :**
«	
IF	
DUP2	Pour la clause de test, copie les nombres dans les niveaux 1 et 2
SAME	et teste s'ils ont la même valeur.
THEN	Pour la clause vraie, abandonne
DROP	l'un des nombres et stocke l'autre
'V1' STO	dans *V1*.
ELSE	Pour la clause fausse, stocke le
'V1' STO	nombre du niveau 1 dans *V1* et le
'V2' STO	nombre du niveau 2 dans *V2*.
END	Termine la structure conditionnelle.
»	
ENTER	Place le programme dans la pile.
' TST STO	Sauvegarde le programme dans *TST*.

Saisissez les nombres 26 et 52, puis exécutez *TST* pour comparer leurs valeurs. Parce que les deux nombres sont inégaux, le menu VAR contient maintenant deux nouvelles variables *V1* et *V2*.

26 ENTER 52
VAR TST

Exemple : Actions conditionnelles multiples. Le programme suivant stocke l'argument du niveau 1 dans une variable si l'argument est une chaîne, une liste ou un programme.

Programme :	**Commentaires :**
`«`	
`→ y`	Définit la variable locale *y*.
`«`	Commence la procédure de définition.
`CASE`	Commence la structure de test des cas.
`y TYPE 2 SAME THEN y 'STR' STO END`	Cas 1 : Si l'argument est une chaîne, il le stocke dans *STR*.
`y TYPE 5 SAME THEN y 'LIST' STO END`	Cas 2 : Si l'argument est une liste, il le stocke dans *LIST*.
`y TYPE 8 SAME THEN y 'PROG' STO END`	Cas 3 : Si l'argument est un programme, il le stocke dans *PROG*.
`END`	Termine la structure de test des cas.
`»`	Termine la procédure de définition.
`»`	

27

Structures de boucles

Les structures en boucle exécutent de façon répétitive une portion d'un programme. Pour spécifier à l'avance combien de fois la boucle doit se répéter, utilisez une *boucle finie*. Pour lancer un test qui déterminera si la boucle doit, ou ne doit pas être répétée, utilisez une *boucle infinie*.

Les *structures de boucles* permettent à un programme d'exécuter plusieurs fois une séquence de commandes. Les structures en boucles sont conçues à l'aide de commandes qui ne fonctionnent que lorsqu'elles sont associées en des combinaisons spécifiques. Les commandes de structure de boucle se trouvent dans le menu PRG BRCH ([PRG] BRCH) :

- START...NEXT et START...STEP.
- FOR...NEXT et FOR...STEP.
- DO...UNTIL...END.
- WHILE...REPEAT...END.

De plus, la fonction Σ présente une alternative aux structures de boucle finie pour les sommations.

Utiliser des structures de boucles finies

Chacune de ces deux structures de boucles finies a deux variantes :

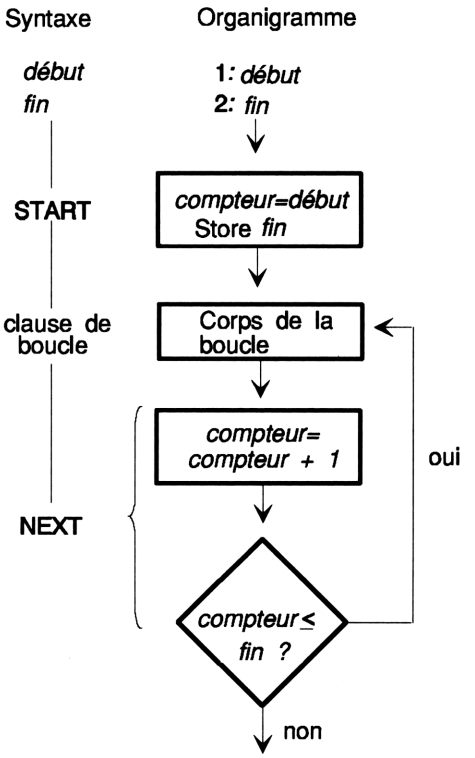
- NEXT. Le compteur augmente de 1 à chaque boucle.
- STEP. Le compteur augmente ou diminue d'un montant spécifié à chaque boucle.

La structure START...NEXT

La syntaxe de cette structure est

« ... *début fin* START *clause_de_la_boucle* NEXT ... »

START...NEXT exécute la séquence de commandes *clause_de_la_boucle* autant de fois que spécifié. La clause de boucle est toujours exécutée au moins une fois.



Structure START...NEXT

START prend deux nombres (*début* et *fin*) dans la pile et les stocke comme valeurs initiale et finale, respectivement, d'un compteur de boucle. Ensuite, la clause de la boucle est exécutée. NEXT incrémente le compteur de 1 et teste pour voir si sa valeur est inférieure ou égale à *fin*. Si c'est le cas, la clause de la boucle est exécutée à nouveau—dans les autres cas, l'exécution reprend après NEXT.

Pour introduire START...NEXT dans un programme :

- Appuyez sur (PRG) BRCH (↩) START.

Exemple : Le programme suivant crée une liste contenant 10 copies de la chaîne "ABC" :

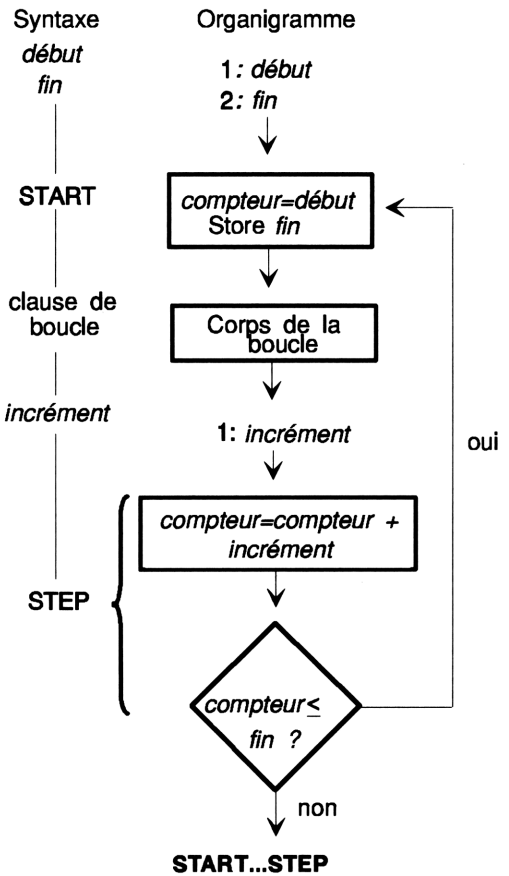
```
« 1 10 START "ABC" NEXT 10 →LIST »
```

La structure START...STEP

La syntaxe de cette structure est

« ... *début fin* START *clause_de_la_boucle*
incrément STEP ... »

START...STEP exécute la séquence *clause_de_la_boucle* comme le fait START...NEXT—à cette exception près que le programme spécifie la valeur d'incrément du compteur, plutôt que de l'augmenter d'une unité. La clause de la boucle est toujours exécutée au moins une fois.



START prend deux nombres (*début* et *fin*) dans la pile et les stocke comme valeurs initiale et finale du compteur de boucle. Ensuite, la clause de la boucle est exécutée. STEP prend la valeur de l'incrément dans la pile et incrémente le compteur de cette valeur. Si l'argument de STEP est une expression algébrique ou un nom, il est automatiquement évalué à un nombre.

La valeur d'incrément peut être positive ou négative. Si elle est positive, la boucle est exécutée à nouveau tant que le compteur est inférieur ou égal à *fin*. Si la valeur de l'incrément est négative, la boucle est exécutée tant que le compteur est supérieur ou égal à *fin*. Dans l'organigramme suivant, la valeur de l'incrément est positive.

Pour introduire START...STEP dans un programme :

- Appuyez sur (PRG) BRCH (→) START.

Exemple : Le programme suivant prend un nombre x dans la pile et calcule son carré plusieurs fois ($x/3$ fois) :

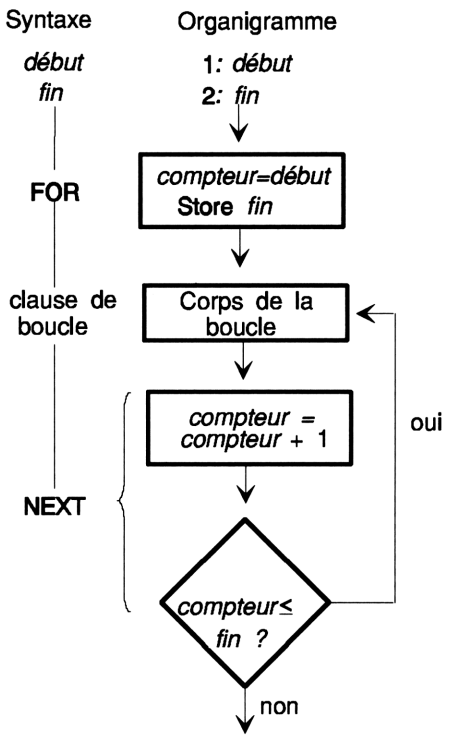
```
« DUP → × « × 1 START × SQ -3 STEP » »
```

La structure FOR...NEXT

La syntaxe de cette structure est

« ... *début fin* FOR *compteur clause_de_la_boucle* NEXT ... »

FOR...NEXT exécute le segment de programme *clause_de_la_boucle* un nombre de fois égal à la différence entre les valeurs *début* et *fin*, utilisant la variable locale *compteur* comme compteur de boucle. Cette variable peut être utilisée dans la clause de la boucle. La clause de la boucle est toujours exécutée au moins une fois.



Structure FOR...NEXT

FOR prend *début* et *fin* dans la pile comme valeurs initiale et finale du compteur de boucle, puis crée la variable locale *compteur* représentant un compteur de boucle. Ensuite, la clause de la boucle est exécutée ; *nom* peut figurer à l'intérieur de la clause de la boucle. NEXT incrémente *nom* de un, et ensuite teste si *nom* est inférieur ou égal à *fin*. Si c'est le cas, la *clause_de_la_boucle* est répétée (en prenant la nouvelle valeur de *compteur*). A la fin de la boucle, *compteur* est vidée de sa valeur.

Pour introduire FOR...NEXT dans un programme :

- Appuyez sur PRG BRCH ↩ FOR .

Exemple : Le programme suivant place les carrés des entiers 1 à 5 dans la pile :

```
« 1 5 FOR j j SQ NEXT »
```

Exemple : Le programme suivant prend la valeur x dans la pile et calcule les puissances entières de i à x. Par exemple, lorsque $x = 12$ et *début* et *fin* ont reçu les valeurs 3 et 5, le programme renvoie 12^3, 12^4 et 12^5. Il exige comme données de départ *début* et *fin* aux niveaux 3 et 2 et x au niveau 1. (→ x retire x de la pile, laissant *début* et *fin* comme arguments de FOR.)

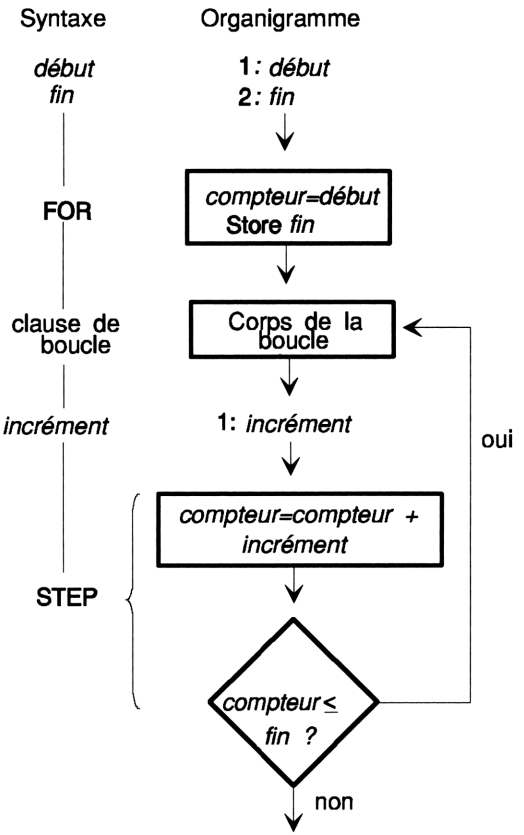
```
« → x « FOR n 'x^n' EVAL NEXT » »
```

La structure FOR...STEP

La syntaxe de cette structure est

début fin FOR *compteur clause_de_la_boucle incrément* STEP

FOR...STEP exécute la séquence *clause_de_la_boucle* comme le fait FOR...NEXT—sauf que le programme spécifie la valeur d'incrément pour *compteur*, plutôt que de l'augmenter d'une unité. La clause de boucle est toujours exécutée au moins une fois.



La structure FOR...STEP

FOR prend *début* et *fin* dans la pile comme valeurs initiale et finale du compteur de boucle, puis crée la variable locale *compteur* représentant

un compteur de boucle. Ensuite, la clause de la boucle est exécutée ; *compteur* peut figurer à l'intérieur de la clause de la boucle. STEP prend dans la pile la valeur de l'incrément et incrémente le compteur de cette valeur. Si l'argument de STEP est une expression algébrique ou un nom, il est automatiquement évalué en un nombre.

La valeur de l'incrément peut être positive ou négative. Si l'incrément est positif, la boucle est exécutée à nouveau tant que le compteur est inférieur ou égal à *fin*. Si l'incrément est négatif, la boucle est exécutée tant que le compteur est supérieur ou égal à *fin*. Dans les autres cas, *compteur* est purgée et son exécution reprend après STEP. Dans l'organigramme suivant, la valeur d'incrément est positive.

Pour introduire FOR...STEP dans un programme :

- Appuyez sur (PRG) BRCH (→) FOR .

Exemple : Le programme suivant place les carrés des entiers 1, 3, 5, 7 et 9 dans la pile :

```
« 1 9 FOR × × SQ 2 STEP »
```

Exemple : Le programme suivant prend n de la pile et renvoie la série de nombres 1, 2, 4, 8, 16, ... , n. Si n n'est pas dans cette série, le programme s'arrête à la dernière valeur inférieure à n.

```
« 1 SWAP FOR n n n STEP »
```

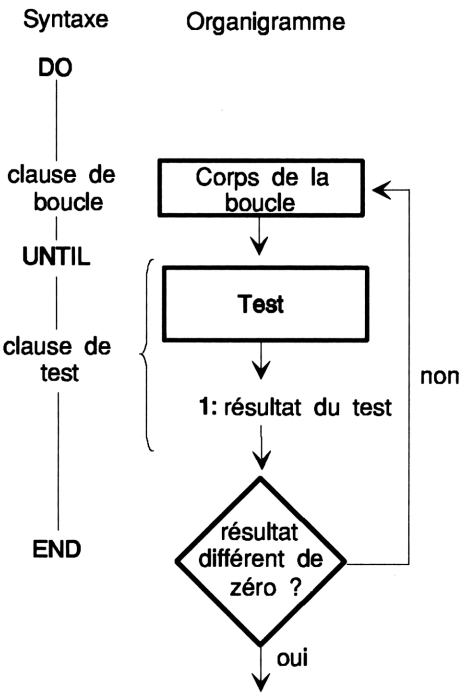
Utiliser des boucles indéfinies

La structure DO...UNTIL...END

La syntaxe de cette structure est

```
« ... DO clause_de_la_boucle UNTIL clause_de_test
END ... »
```

DO...UNTIL...END exécute répétitivement la séquence *clause de la boucle* jusqu'à ce que *clause de test* renvoie un résultat vrai (différent de zéro). Puisque la clause de test est exécutée *après* la clause de la boucle, celle-ci est toujours exécutée au moins une fois.



Structure DO...UNTIL...END

DO commence l'exécution de la clause de la boucle. UNTIL termine la clause de la boucle et commence la clause du test. La clause du test laisse un résultat de test dans la pile. END retire ce résultat de test de la pile. Si sa valeur est zéro, la clause de la boucle est exécutée à nouveau ; sinon, l'exécution reprend à partir de l'instruction END. Si l'argument de END est une expression algébrique ou un nom, il est automatiquement évalué en un nombre.

Pour introduire DO...UNTIL...END dans un programme :

- Appuyez sur PRG BRCH ◀ DO .

Exemple : Le programme suivant calcule $n + 2n + 3n + \ldots$ pour une valeur de n. Le programme s'arrête lorsque la somme dépasse 1000 et renvoie la somme et le coefficient de n.

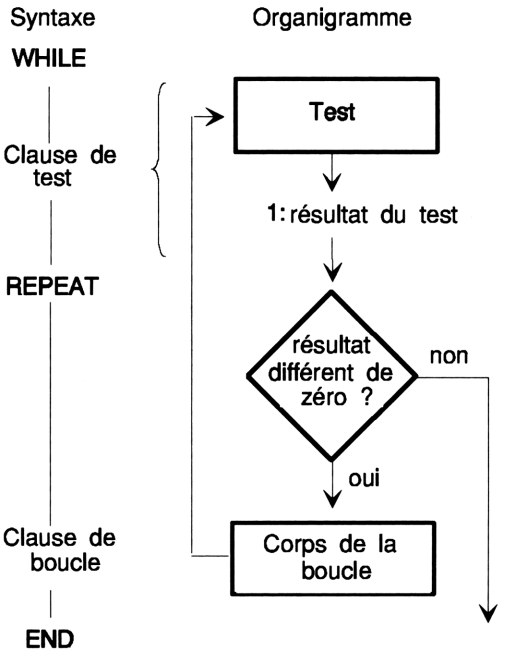
Programme :	**Commentaires :**
`«`	
`DUP 1`	Duplique n, stocke la valeur dans
`→ n s c`	n et s, et initialise c pour 1.
`«`	Commence la procédure de définition.
`DO`	Commence la clause de la boucle.
`'c' INCR`	Incrémente le compteur de 1. (Voir « Utiliser des compteurs de boucles » en page 27-13.)
`n * 's' STO+`	Calcule $c \times n$ et ajoute le produit à s.
`UNTIL`	Commence la clause de test.
`s 1000 >`	Répète la boucle jusqu'à ce que $s > 1000$.
`END`	Termine la clause de test.
`s c`	Place s et c dans la pile.
`»`	Termine la procédure de définition.
`»`	

La structure WHILE...REPEAT...END

La syntaxe de cette structure est

« ... WHILE *clause_de_test* REPEAT *clause_de_la_boucle* END ... »

WHILE...REPEAT...END évalue répétitivement un test et exécute une clause de boucle si le test est vrai. Puisque la clause du test figure avant la clause de la boucle, la clause de la boucle n'est jamais exécutée si le test est initialement faux.



Structure WHILE...REPEAT...END

La clause du test est exécutée et renvoie un résultat de test dans la pile. REPEAT prend la valeur dans la pile. Si cette valeur est différente de zéro, l'exécution continue par la clause de la boucle ; sinon, l'exécution reprend après l'instruction END. Si l'argument de REPEAT est une expression algébrique ou un nom, il est automatiquement évalué en un nombre.

Pour introduire WHILE...REPEAT...END dans un programme :

- Appuyez sur PRG BRCH ◀ WHILE.

Exemple : Le programme suivant commence avec un nombre dans la pile et effectue une division répétitive par 2 tant que le résultat est divisible sans reste. Par exemple, s'il commence avec le nombre 24, le programme calcule 12, puis 6, puis 3.

```
« WHILE DUP 2 MOD 0 == REPEAT 2 / DUP END DROP »
```

Exemple : Le programme suivant prend un nombre quelconque de vecteurs ou de tableaux dans la pile et les ajoute à la matrice statistique. (Les vecteurs et les tableaux doivent avoir le même nombre de colonnes). Il faut utiliser WHILE...REPEAT...END au lieu de DO...UNTIL...END parce que le test doit être effectué *avant* l'addition. (S'il n'y a dans la pile *que* des vecteurs ou des tableaux ayant tous le même nombre de colonnes, le programme signale l'erreur après le dernier ajout de vecteur ou de tableau à la matrice statistique).

```
« WHILE DUP TYPE 3 == REPEAT Σ+ END »
```


Utiliser des compteurs de boucles

Dans certains problèmes il peut être nécessaire de placer un compteur dans la structure pour compter le nombre de boucles. (Ce compteur est sans relation avec la variable compteur de la structure FOR...NEXT/STEP.) Vous pouvez utiliser toute variable globale ou locale comme compteur. Vous pouvez utiliser la commande INCR ou DECR pour augmenter ou diminuer la valeur du compteur *et* placer ses nouvelles valeurs dans la pile.

La syntaxe de INCR et DECR est

« ... '*variable*' INCR ... »
ou
« ... '*variable*' DECR ... »

Pour introduire INCR ou DECR dans un programme :

- Appuyez sur ▶ MEMORY INCR ou sur DECR .

Les commandes INCR et DECR prennent un nom de variable globale ou locale (avec des délimiteurs ') comme argument—la variable doit contenir un nombre réel. Voici le mécanisme de la commande :

1. Change la valeur stockée dans la variable : +1 ou −1.
2. Renvoie la nouvelle valeur dans la pile.

Exemple : Si *c* contient la valeur 5, alors `'c' INCR` stocke 6 dans *c* et renvoie 6 vers la pile.

Exemple : Le programme suivant prend un maximum de cinq vecteurs dans la pile et les ajoute à la matrice statistique en cours.

Programme :	**Commentaires :**
`«`	
`0 → c`	Stocke 0 dans la variable locale *c*.
`«`	Commence la procédure de définition.
`WHILE`	Commence la clause de test.
`DUP TYPE 3 ==`	Renvoie « vrai » si le niveau 1 contient un vecteur.
`'c' INCR`	Incrémente et renvoie la valeur dans *c*.
`5 ≤`	Renvoie « vrai » si le compteur $c \leq 5$.
`AND`	Renvoie vrai si les deux résultats de test précédents sont vrais.
`REPEAT`	
`Σ+`	Ajoute le vecteur à ΣDAT.
`END`	Termine la structure.
`»`	Termine la procédure de définition.
`»`	

Utiliser des sommations au lieu de boucles

Dans certains calculs qui comportent des sommations, vous pouvez utiliser la fonction Σ au lieu de boucles. Vous pouvez utiliser Σ avec la syntaxe de pile ou la syntaxe d'expression algébrique. Σ répète automatiquement l'addition pour la gamme spécifiée dans la variable d'index variable—sans utiliser de structure en boucle.

Exemple : Les programmes suivants prennent un entier comme limite supérieure n dans la pile, puis trouvent la somme

$$\sum_{j=1}^{n} j^2$$

Un programme utilise une boucle FOR...NEXT—l'autre, Σ.

Programme :

```
«
 0 1 ROT

 FOR j
  j SQ +
 NEXT
»
```

Commentaires :

Initialise la sommation et mets en place les limites.

Lance la boucle pendant l'exécution du calcul.

Programme :

```
«
 → n
 'Σ(j=1,n,j^2)'
»
```

Commentaires :

Utilise Σ pour calculer la sommation.

Exemple : Le programme suivant utilise Σ pour calculer la somme de tous les éléments d'un vecteur ou d'une matrice. Il prend dans la pile un tableau ou un nom qui s'évalue en un tableau et renvoie la sommation.

Programme :

```
«
 EVAL DUP SIZE OBJ→

 IF 1 ==

 THEN
  → a n
  'Σ(j=1,n,a(j))'
 ELSE
  → a m n
  'Σ(j=1,m,Σ(k=1,n,
  a(j,k)))'
 END
»
```

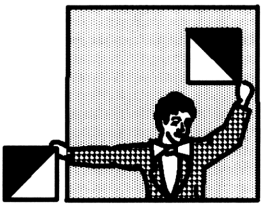
Commentaires :

Trouve les dimensions du tableau et le nombre de dimensions.
Teste pour une dimension (vecteur).
Pour un vecteur, additionne les éléments.

Pour une matrice, additionne les éléments.

28

Indicateurs



Vous pouvez utiliser les indicateurs pour contrôler le comportement du calculateur et l'exécution d'un programme. Vous pouvez considérer un indicateur comme un interrupteur, qui est soit en position « marche » (*armé*), soit en position « arrêt » (*désarmé*). Vous pouvez test l'état d'un indicateur dans une strucure conditionnelle ou en boucle avant de prendre une décision. Certains indicateurs ont une signification unique pour le calculateur, ce qui permet à un test d'indicateur d'étendre les possibilités de « prise de décision » que possède un programme au-delà de ce qu'offrent les fonctions logiques et de comparaison.

Types d'indicateurs

Le HP 48 possède deux types d'indicateurs :

- **Indicateurs système.** Indicateurs −1 à −64. Ces indicateurs ont des significations pré-définies pour le calculateur.
- **Indicateurs utilisateur.** Ce sont les indicateurs 1 à 64. Ils ne sont utilisés par aucne des opérations intégrées. Leur signification est entièrement dépendante de la manière dont le *programme* les utilise.

L'annexe E dresse la liste des 64 indicateurs système et de leurs définitions. Par exemple, l'indicateur système −40 contrôle l'affichage de l'horloge—lorsqu'il est *désarmé* (son état par défaut), l'horloge n'est affichée que lorsque le menu TIME est sélectionné. Lorsque cet indicateur est *armé*, l'horloge est toujours affichée. (En fait, lorsque vous appuyez sur CLK dans le menu MODES, vous armez ou désarmez l'indicateur −40.)

Lorsque vous armez les indicateurs utilisateur 1 à 5, les témoins correspondants sont armés. Certaines cartes enfichables peuvent utiliser un ou plusieurs indicateurs utilisateur du groupe 31 à 64.

Armer, désarmer et tester les indicateurs

Les commandes d'indicateurs prennent un numéro placé dans la pile—un nombre entier de 1 à 64 (pour les indicateurs utilisateur) ou −1 à −64 (pour les indicateurs système).

Pour armer, désarmer, ou tester un indicateur :

1. Saisissez son numéro (positif ou négatif).
2. Exécutez la commande d'indicateur—voir le tableau ci-dessous.

Commandes d'indicateur

Touche	Commande programmable	Description
[PRG] TEST (page 3) ou [↷] [MODES] (pages 2 et 3) :		
SF	SF	Définit l'indicateur.
CF	CF	Désarme l'indicateur.
FS?	FS?	Renvoie 1 (vrai) si l'indicateur est armé, ou 0 (faux) si l'indicateur est désarmé.
FC?	FC?	Renvoie 1 (vrai) si l'indicateur est désarmé, ou 0 (faux) si l'indicateur est armé.
FS?C	FS?C	Teste l'indicateur (renvoie vrai si l'indicateur est armé), puis le désarme.
FC?C	FC?C	Teste l'indicateur (renvoie vrai si l'indicateur est désarmé), puis le désarme.

Exemple : Indicateur système. Le programme suivant définit une alarme pour le 15 juin 1992 à 7 h du matin. Il teste d'abord l'état de l'indicateur système −42 (format de la date) dans une structure conditionnelle, puis fournit la date d'alarme dans le format en cours, selon le résultat du test.

Programme :	Commentaires :
«	
IF	Teste l'état de l'indicateur −42,
−42 FC?	indicateur du format de date.
THEN	Si indicateur −42 est désarmé,
6.151992	donne la date en format *mois.jour.année* format.
ELSE	Si l'indicateur −42 est armé,
15.061992	donne la date en format *jour.mois.année*.
END	Termine la structure conditionnelle.
7.00 "TEST TERMINE"	Définit l'alarme : 7 h 00 est
3 →LIST STOALARM	l'heure de l'alarme et "TEST TERMINE", le message d'alarme.
»	

Exemple : Indicateur utilisateur. Le programme suivant renvoie, soit la partie entière, soit la partie fractionnaire du nombre placé dans le niveau 1, selon l'état de l'indicateur utilisateur 10.

Programme :	Commentaires :
«	
IF	Commence la structure conditionnelle.
10 FS?	Teste l'état de l'indicateur utilisateur 10.
THEN	Si l'indicateur 10 est armé,
IP	renvoie la partie entière.
ELSE	Si l'indicateur 10 est désarmé,
FP	renvoie la partie fractionnaire.
END	Termine la structure conditionnelle.
»	

Pour utiliser ce programme, vous saisissez un nombre, qui arme l'indicateur 10 (pour obtenir la partie entière) ou le désarme (pour obtenir la partie fractionnaire), puis exécutez le programme.

Rappeler et stocker l'état des indicateurs

Si vous avez un programme qui change l'état d'un ou plusieurs indicateurs pendant son exécution, vous pourriez aussi désirer le sauvegarder et récupérer l'état original des indicateurs.

Les commandes RCLF (rappel des indicateurs) et STOF (stockage des indicateurs) permettent de gérer l'état des indicateurs du HP 48. Pour ces commandes, un entier binaire de 64 bits représente l'état de 64 indicateurs—les paramètres 0 bit correspondent à un indicateur désarmé, les paramètres 1 bit, à ceux qui sont armés. Le bit placé le plus à droite (le moins significatif) correspond à l'indicateur système −1 ou l'indicateur utilisateur 1.

Pour rappeler l'état actuel des indicateurs :

- Exécutez RCLF (→ MODES NXT RCLF).

28

RCLF renvoie une liste contenant deux entiers binaires de 64 bits représentant l'état des indicateurs système et utilisateur :

{ #n_s #n_u }

Pour changer l'état des indicateurs :

1. Saisissez l'argument d'état de l'indicateur—voir ci-dessous.
2. Exécutez STOF (→ MODES NXT STOF).

STOF définit l'état en cours des indicateurs selon l'argument d'état :

#n_s	Change uniquement l'état des indicateurs système.
{ #n_s #n_u }	Change l'état des indicateurs système et utilisateur.

Exemple : Le programme *PRESERVE* en page 31-9 utilise RCLF et STOF.

29

Programmes interactifs

Les programmes simples, comme ceux du chapitre 25, utilisent des données qui ont été fournies *avant* l'exécution du programme et donnent des résultats sous forme numérique, sans explication. De tels programmes peuvent s'avérer difficiles d'utilisation, notamment s'ils ne sont pas documentés. Pour les exécuter, vous devez savoir quels arguments entrer dans la pile, et dans quel ordre ; en plus, il vous faut savoir comment interpréter leurs résultats.

Les programmes *interactifs* sollicitent des données, affichent des résultats avec messages d'explication ou étiquettes, et vous permettent d'orienter leur déroulement.

Arrêt d'un programme en attente de données

Un programme peut s'arrêter pour recevoir des données, puis reprendre son exécution. Vous pouvez utiliser plusieurs commandes pour préparer une saisie ou suspendre l'exécution :

- PROMPT (◀ CONT pour reprendre le programme).
- DISP FREEZE HALT (◀ CONT pour reprendre le programme).
- INPUT (ENTER pour reprendre le programme).

Utiliser PROMPT...CONT pour la saisie

PROMPT utilise la zone d'état pour solliciter des données, et il vous permet d'utiliser les opérations normales du clavier pendant la saisie.

Pour introduire PROMPT dans un programme :

1. Saisissez une chaîne (avec des délimiteurs " ") qui sera affichée comme message de sollicitation dans la zone d'état.
2. Introduisez la commande PROMPT (menu PRG CTRL).

« ... "*chaîne de sollicitation*" PROMPT ... »

PROMPT prend un argument chaîne au niveau 1, affiche la chaîne (sans délimiteurs " ") dans la zone d'état et arrête l'exécution du programme. Le contrôle est alors rendu au clavier.

Lorsque l'exécution reprend, la saisie est laissée dans la pile comme elle a été saisie.

Pour répondre à PROMPT pendant l'exécution d'un programme :

1. Saisissez vos données—vous pouvez à ce stade utiliser les opérations du clavier pour calculer ce qu'il vous faut introduire.
2. Appuyez sur ◀ CONT.

29

Le message est affiché jusqu'à ce que vous appuyiez sur ENTER ou sur ATTN, ou jusqu'à ce que vous remettiez à jour la zone d'état (en appuyant par exemple sur ◀ REVIEW).

Exemple : Si vous exécutez ce segment de programme ...

« "ABC?" PROMPT »

... l'affichage a l'aspect suivant :

Exemple : Le programme suivant, *TPROMPT*, sollicite les dimensions d'un tore, puis appelle le programme *TORSS* (de la page 25-19) pour calculer sa surface. Il n'y a pas besoin de saisir de données dans la pile avant l'exécution du programme.

Arguments	Résultats
	1: *surface*

Programme :

```
«
 "SAISIR a,b EN ORDRE:"
 PROMPT
 TORSS
»
```

Commentaires :

Place la chaîne de sollicitation dans la pile.

Affiche la chaîne dans la zone d'état, arrête l'exécution du programme et rend le contrôle du calculateur au clavier.

Exécute *TORSS* en utilisant les arguments que vous venez de saisir dans la pile.

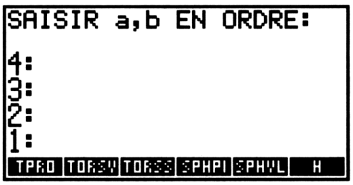
(ENTER) (') TPROMPT (STO)

Sauvegarde le programme dans *TPROMPT*.

Exécutez *TPROMPT* pour calculer le volume d'un tore de rayon interne $a = 8$ et de rayon externe $b = 10$.

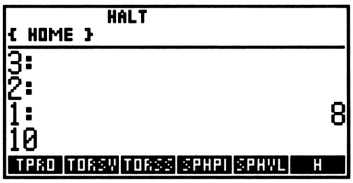
Exécutez *TPROMPT*. Le programme sollicite des données.

(→) (CLR)
(VAR) TPRO



Saisissez les rayons interne et externe. Après avoir appuyé sur (ENTER), le message s'efface de la zone d'état.

8 (ENTER) 10



Continue le programme.

(←) (CONT)

Notez que lorsque l'exécution du programme est suspendue par PROMPT, vous pouvez exécuter des opérations comme vous le pouviez avant de lancer le programme. Si le rayon externe *b* du tore de l'exemple précédent est de 0,83 pieds, vous pouves convertir cette valeur en pouces *pendant que que le programme est suspendu en attente de données* en appuyant sur .83 ENTER 12 ×, puis sur ← CONT.

Utiliser DISP FREEZE HALT...CONT

DISP FREEZE HALT vous laisse le contrôle complet de l'affichage et l'utilisation normale du clavier pendant la saisie.

Pour introduire DISP FREEZE HALT dans un programme:

1. Saisissez une chaîne ou un autre objet que le programme affichera pour solliciter une saisie.
2. Saisissez un nombre indiquant sur quelle ligne l'afficher.
3. Saisissez la commande DISP (menu PRG CTRL).
4. Saisissez un nombre spécifiant les zones d'affichage qui devront être « gelées ».
5. Saisissez la commande FREEZE (menu PRG CTRL).
6. Saisissez la commande HALT (menu PRG CTRL).

```
« ... objet-sollicitation ligne_d'affichage DISP
     zone_à_geler FREEZE HALT ... »
```

DISP affiche un objet dans une ligne spécifiée de l'affichage. DISP prend deux arguments dans la pile: un objet au niveau 2 et un numéro de ligne (de 1 à 7) au niveau 1. Si l'objet est une chaîne, il est affiché sans délimiteurs " ". L'affichage que crée DISP n'existe que le temps d'exécuter le programme—si celui-ci se termine ou est interrompu par HALT, le calculateur rétablit l'environnement normal et réinitialise l'affichage. Toutefois, vous pouvez utiliser FREEZE pour conserver l'affichage de sollicitation.

FREEZE « gèle » une ou plusieurs zones de l'affichage. Elles ne sont remises à jour qu'à la frappe suivante. L'argument *n*, au niveau 1, est la somme des codes des zones à « geler »: 1 pour la zone d'état, 2 pour la zone de la pile/de ligne de commande, 4 pour la zone de menu.

HALT suspend l'exécution du programme à l'endroit où elle a été placée et affiche le témoin HALT. Le contrôle du calculateur est rendu au clavier.

Lorsque l'exécution reprend, la saisie reste dans la pile.

Lorsque HALT interrompt un programme :

1. Saisissez vos données—vous pouvez utiliser le clavier pour les calculer.
2. Appuyez sur ↩ CONT.

Exemple : Si vous exécutez ce segment de programme

```
« "ABC▪DEF▪GHI" CLLCD 1 DISP 3 FREEZE HALT »
```

l'affichage a l'aspect suivant :

(Le signe ▪ dans le programme précédent représente le caractère ↵, retour à la ligne, après la saisie d'un programme dans la pile.)

Utiliser INPUT...ENTER pour la saisie

INPUT permet d'utiliser la pile pour la sollicitation de saisies, et bloque l'utilisation du clavier pour préserver les données qui s'y trouvent.

Pour introduire INPUT dans un programme :

1. Saisissez une chaîne (avec des délimiteurs " ") à afficher comme sollicitation en haut de la zone de la pile.
2. Saisissez une chaîne ou liste (avec délimiteurs) qui spécifie le contenu et le comportement de la ligne de commande—voir ci-dessous.
3. Saisissez la commande INPUT (menu PRG CTRL).

4. Saisissez OBJ→ (menu PRG OBJ) ou une autre commande qui traite la saise comme un objet chaîne.

   « ... "*chaîne de sollicitation*" "*ligne de commande*" INPUT OBJ→ ... »

   ou

   « ... "*chaîne de sollicitation*" ‹*ligne de commande*› INPUT OBJ→ ... »

INPUT, dans sa forme la plus simple, prend deux chaînes comme arguments—voir la liste d'options supplémentaires qui suit. INPUT efface la zone de la pile, affiche le contenu de la chaîne du niveau 2 en haut de cette zone et affiche le contenu de la chaîne du niveau 1 en ligne de commande. Le mode de saisie de programme est activé, le curseur d'insertion est placé après la chaîne placée en ligne de commande et l'exécution est suspendue.

Lorsqu'elle reprend, la saisie est renvoyée au niveau 1 sous la forme d'une chaîne appelée *chaîne objet*.

29

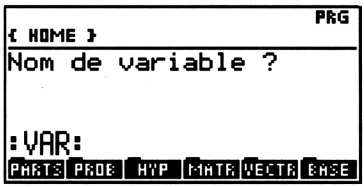
Pour répondre à INPUT durant l'exécution d'un programme :

1. Saisissez vos données. (Les touches de commande servent d'aide à la frappe, leurs commandes ne sont pas exécutées.)
2. Optionnel : si vous désirez effacer la ligne de commande et recommencer, appuyez sur ATTN.
3. Appuyez sur ENTER.

Exemple : Si vous exécutez ce segment de programme

```
« "Nom de variable ?" ":VAR:" INPUT »
```

l'affichage ressemblera à ceci :



Exemple : Le programme suivant, *VSPH*, calcule le volume d'une sphère. *VSPH* sollicite le rayon de la sphère, puis multiplie par $^4/_3$

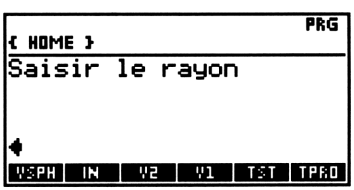
π. *VSPH* exécute INPUT pour solliciter le rayon. INPUT définit le mode de saisie de programme lorsque l'exécution est suspendue pour permettre la saisie.

Arguments	Résultats
	1: *volume*

Programme :	**Commentaires :**
«	
"Saisir le rayon"	Chaîne de demande de saisie.
""	Chaîne de la ligne de commande. Dans ce cas-ci, la ligne de commande sera vide.
INPUT	Affiche la demande de saisie de la zone de la pile, positionne le curseur au début de la ligne de commande et suspend le programme pour la saisie des données (le rayon de la sphère).
OBJ→	Convertit la chaîne-résultat en l'objet qu'elle contient—ici, un nombre réel.
3 ^	Elève le rayon au cube.
4 * 3 / π * →NUM	Termine le calcul.
»	
ENTER ' VSPH STO	Sauvegarde le programme dans *VSPH*.

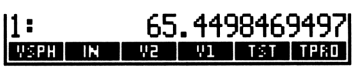
Exécutez *VSPH* pour calculer le volume d'une sphère d'un rayon de 2,5 m.

VAR VSPH



Saisissez le rayon et continuez l'exécution du programme.

2.5 ENTER



Pour insérer des options pour la commande INPUT:

- Utilisez une liste (avec des délimiteurs { }) en ligne de commande, comme argument pour INPUT. La liste peut contenir un ou plusieurs des éléments suivants :
  - Une *chaîne de ligne de commande* (avec des délimiteurs " ").
  - La position du curseur sous forme de nombre réel ou de liste contenant deux nombres réels.
  - L'un ou plusieurs des paramètres ALG, α ou V.

Dans sa forme générale, l'argument du niveau 1 destiné à INPUT est une *liste* qui spécifie le contenu et l'interprétation de la ligne de commande. Cette liste peut contenir *un ou plusieurs* des paramètres suivants, *dans n'importe quel ordre* :

{ "*ligne de commande*" *position_du_curseur* *paramètres* }

29

"*ligne de commande*"	Spécifie le contenu de la ligne de commande lorsque le programme fait une pause. Des caractères de retour à la ligne créent plusieurs lignes d'affichage.
position_du_curseur	Spécifie la position du curseur dans the ligne de commande et son type. (Si elle n'est pas incluse, un curseur d'insertion se place à la fin de la ligne de commande.) ■ Un *nombre réel n* spécifie le $n^{ième}$ caractère de la première rangée de la ligne de commande. 0 spécifie la fin de la chaîne de la ligne de commande. Un nombre positif spécifie le *curseur d'insertion*—un nombre négatif, le *curseur de remplacement*. ■ Une *liste {rangée caractère}* spécifie la ligne et la position du caractère. Numéro 1 est la première rangée de la ligne de commande. Les caractères sont comptés à partir de l'extrémité gauche de chaque ligne—un 0 signifie la fin de la ligne.
paramètres	Spécifiez la façon dont les données seront saisies et traitées en utilisant ces paramètres, sans délimiteurs :

- ALG active le mode de saisie d'expression algébrique/de programmation. (S'il n'est pas inclus, le mode de saisie de programme est activé.)
- α (α A) spécifie le verrouillage en mode alpha.
- V vérifie si les caractères de la chaîne-résultat (sans les délimiteurs " ") constituent un ou des objets valides. (Si ce n'est pas le cas, INPUT affiche Invalid Syntax et demande la saisie de nouvelles données.)

Pour rédiger la chaîne de ligne de commande de INPUT :

- Pour une saisie simple, utilisez une chaîne qui produise un objet valable :
  - Utilisez une chaîne vide.
  - Utilisez un :*label*:.
  - Utilisez un commentaire @*texte*@.
- Pour les saisies plus complexes, utilisez une chaîne qui produise une configuration reconnaissable.

Après la saisie de données en ligne de commande par l'utilisateur, et après qu'il ait appuyé sur ENTER pour reprendre l'exécution, le contenu de la ligne de commande est renvoyé au niveau 1 comme « chaîne-résultat ». Cette chaîne contient normalement aussi la chaîne de ligne de commande originale. Si la ligne de commande a été bien conçue, elle facilite le processus de saisie.

Pour traiter la chaîne-résultat obtenue après la commande INPUT :

- Pour une saisie simple, utilisez OBJ→ pour convertir la chaîne en objets.
- Pour les saisies plus élaborées, utilisez l'option V d'INPUT pour vérifier la validité des objets, puis utilisez OBJ→ pour convertir la chaîne en ces objets.
- Pour les saisies complexes, traitez la saisie comme une chaîne-objet, en en extrayant éventuellement les données sous forme de sous-chaînes.

Exemple : Le programme *VSPH* en page 29-6 utilise une chaîne de ligne de commande vide.

Exemple : Le programme *SECU* en page 29-12 utilise une chaîne de ligne de commande dont les caractères forment une configuration. Le programme extrait des sous-chaînes de la chaîne-résultat.

Exemple : La chaîne de ligne de commande "@UPPER LIMIT@" affiche @UPPER LIMIT@◆ en ligne de commande. Si vous appuyez sur 200 (ENTER), la chaîne-résultat est "@UPPER LIMIT@200". Lorsque OBJ→ extrait le texte de la chaîne, il élimine les délimiteurs @ et les caractères qu'ils renferment, et renvoie le nombre 200. (Voir « Créer des programmes sur un ordinateur » en page 25-12 pour plus de détails sur les délimiteurs de commentaires @.)

Exemple : Le programme suivant, *TINPUT*, exécute INPUT pour solliciter les rayons du tore, puis invoque *TORSS* (page 25-19) pour calculer sa surface. *TINPUT* sollicite *a* et *b* dans une zone de ligne de commande qui comporte deux lignes. L'argument du niveau 1 de INPUT est une liste qui contient :

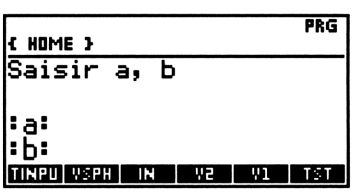
- La chaîne de ligne de commande, qui forme l'identification et les délimiteurs des deux objets identifiés.
- Une liste imbriquée, spécifiant la position initiale du curseur.
- Le paramètre V pour vérifier la syntaxe de la chaîne-résultat.

Arguments	Résultats
	1 : *surface*

Programme :	**Commentaires :**
«	
"Saisir a, b"	La chaîne du niveau 2, affichée en haut de la zone de la pile.
{ ":a:■:b:" {1 0} V }	La liste du niveau 1 contient une chaîne, une liste et l'option de vérification. (Pour saisir la chaîne, appuyez sur ▶ " " ▶ :: a ▶ ▶ ↵ ▶ :: b. Après l'appui sur la touche ENTER, pour mettre le programme terminé dans la pile, la chaîne est affichée sur une seule ligne, avec le signe ■ indiquant un passage à la ligne.) La liste imbriquée place le curseur d'insertion à la fin de la ligne 1.
INPUT	Affiche les chaînes de la pile et de ligne de commande, positionne le curseur, définit le mode de saisie de programme et suspend l'exécution en attente de saisie.
OBJ→	Convertit la chaîne en ses composants—deux objets identifiés.
TORSS	Invoque *TORSS* pour calculer la surface.
»	
ENTER ' TINPUT STO	Sauvegarde le programme dans *TINPUT*.

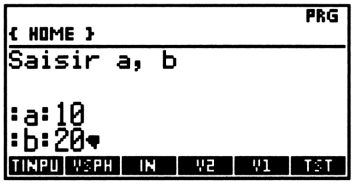
Exécute *TINPUT* pour calculer la surface d'un tore de rayon interne $a = 10$ et de rayon externe $b = 20$.

VAR TINPU



Tapez la valeur de a, appuyez sur ▼ pour placer le curseur en face de la sollicitation suivante, puis tapez la valeur de b.

10 ▼ 20



Continue l'exécution du programme.

ENTER

Exemple : Le programme suivant exécute INPUT pour solliciter un numéro de sécurité sociale, puis extrait deux chaînes : les trois premiers chiffres et les quatre derniers. L'argument du niveau 1 de INPUT spécifie :

29

- Une chaîne de ligne de commande avec tirets.
- Le curseur de *remplacement* placé au début de la chaîne de sollicitation (−1). Ceci permet à l'utilisateur de « remplir » la ligne de commande, en utilisant ▶ pour passer par dessus les tirets.
- Par défaut, il n'y a pas de vérification de syntaxe—les tirets interdisent le statut d'objet au contenu.

Arguments	Résultats
	2: "*trois premiers chiffres*" 1: "*quatre derniers chiffres*"

Programme :	Commentaires :
«	
"Tapez no SECU"	Chaîne de sollicitation.
{ " - - " -1 }	Chaîne de ligne de commande (3 espaces avant le premier –, 2 espaces entre et 4 espaces après le dernier –.
INPUT	Suspend le programme pour attente de la saisie.
DUP 1 3 SUB SWAP 8 11 SUB	Copie la chaîne-résultat, puis extrait es premiers trois et les quatre derniers chiffres sous forme de chaîne.
»	
ENTER ' SECU STO	Sauvegarde le programme dans *SECU*.

Attirer l'attention

La commande BEEP permet d'améliorer l'aspect interactif de vos programmes.

Pour introduire BEEP dans un programme :

1. Saisissez un nombre qui spécifie la fréquence de la tonalité, en Hertz.
2. Saisissez un nombre qui spécifie sa durée en secondes.
3. Saisissez la commande BEEP (menu PRG CTRL).

« ... *fréquence durée* BEEP ... »

BEEP prend deux arguments dans la pile : la fréquence au niveau 2, la durée au niveau 1.

Exemple : Voici une autre version de *TPROMPT* avec tonalité de 440 Hertz, longue d'une demi-seconde placée à l'endroit de la sollicitation.

Programme :	Commentaires :
«	
"Saisir a,b en ordre:"	
440 .5 BEEP	Fait entendre une tonalité juste avant la sollicitation.
PROMPT	
TORSS	
»	

Arrêter le programme pour permettre l'utilisation de certaines touches

Un programme peut être arrêté pour permettre l'appui sur une touche. Cet arrêt se fait avec les commandes WAIT et KEY.

29

Utiliser WAIT pour attendre l'appui sur une touche

La commande WAIT suspend l'exécution du programme pendant un certain nombre de secondes. Vous pouvez aussi lui demander d'attendre indéfiniment jusqu'à ce que l'utilisateur ait appuyé sur une touche.

Pour introduire WAIT dans un programme :

- Pour arrêter sans changer l'affichage, saisissez 0 et la commande WAIT (menu PRG CTRL).
- Pour arrêter et afficher le menu en cours, saisissez −1 et la commande WAIT (menu PRG CTRL).

WAIT prend le 0 ou le −1 au niveau 1, puis suspend l'exécution jusqu'à ce qu'une frappe correcte soit effectuée.

Pour un argument −1, WAIT affiche le « menu » spécifié en cours. Cela permet de concevoir et d'afficher un menu de choix pour l'utilisateur pendant une pause du programme. (Un menu construit avec MENU ou TMENU n'est normalement pas affiché avant la fin ou l'arrêt définitif du programme.)

Lorsque l'exécution reprend, le code à trois chiffres indiquant l'emplacement de la touche sur le clavier est laissé dans la pile. Ce

nombre indique la rangée, la colonne et le préfixe à utiliser avec la touche. (Les codes d'emplacement des touches sont présentés sous le titre « Définir et annuler des touches utilisateur » en page 15-6.)

Pour répondre à une commande WAIT pendant l'exécution :

- Appuyez sur toute touche reconnue par le programme. (Une touche préfixe *isolée* comme ↰ ou α n'est pas une touche valide.)

Utiliser KEY pour la saisie d'une frappe

Vous pouvez utiliser KEY à l'intérieur d'une boucle indéfinie pour faire une pause dans l'exécution, jusqu'à ce que n'importe quelle touche—ou une touche bien précise—soit actionnée.

Pour introduire une boucle KEY dans un programme :

1. Saisissez la structure de boucle.
2. Dans la séquence de clause de test, saisissez la commande KEY (menu PRG CTRL) et les commandes de test qui seront nécessaires.
3. Dans la clause de la boucle, ne saisissez *aucune* commande pour donner l'apparence d'une « pause » dans l'exécution.

KEY renvoie 0 au niveau 1 lorsque la boucle commence. Elle continue jusqu'à ce que l'utilisateur du programme appuie sur une touche—puis elle renvoie 1 au niveau 1 et le numéro de rangée et de colonne de la touche au niveau 2. Par exemple, ENTER renvoie 51 et ↰ renvoie 71.

La clause de test devrait normalement faire se répéter la boucle jusqu'à l'appui sur une touche. Après l'appui sur une touche, vous pouvez utiliser un test de comparaison pour vérifier la valeur du numéro de cette touche. (Voir « Utiliser des boucles indéfinies » en page 27-10 and « Utiliser des fonctions de comparaison » en page 26-2.)

Pour répondre à une boucle KEY lors de l'exécution d'un programme :

- Appuyez sur n'importe quelle touche. (Une touche préfixe comme ↰ ou α *est une touche valable.*)

Exemple : Le segment de programme suivant renvoie 1 au niveau 1 si l'utilisateur appuie sur [+], ou 0 au niveau 1 s'il appuie sur n'importe quelle autre touche :

```
« ... DO UNTIL KEY END 95 SAME ... »
```

Afficher les sorties de programme

Vous pouvez définir de quelle façon un programme présente ses résultats.

Identifier les sorties

Pour identifier le résultat d'un programme :

29

1. Placez l'objet « résultat » dans la pile.
2. Saisissez une identification—une chaîne, un nom entre délimiteurs ou un nombre.
3. Saisissez la commande →TAG (menu PRG OBJ).

« ... objet identification →TAG *... »*

→TAG prend deux arguments—un objet et une identification—dans la pile et renvoie un objet identifié.

Exemple : Le programme suivant *TTAG* est identique à *TINPUT*, sauf qu'il renvoie le résultat sous forme AIRE: *valeur*.

Programme :	**Commentaires :**
«	
"Saisir a,b"	
{ ":a:■:b:" {1 0} V }	
INPUT OBJ→	
TORSS	
"AIRE"	Saisissez l'identification (une chaîne).
→TAG	Utilise le résultat du programme et la chaîne pour créer l'objet identifié.
»	
ENTER ' TTAG STO	Sauvegarde le programme dans *TTAG*.

Exécutez *TTAG* pour calculer la surface d'un tore de rayon interne $a = 1,5$ et de rayon externe $b = 1,85$. La réponse est à renvoyer sous la forme d'un objet identifié.

VAR TTAG
1.5 ▼ 1.85
ENTER

Identifier et afficher les sorties sous forme de chaînes

Pour identifier et afficher un résultat sous forme de chaîne :

1. Placez l'objet-résultat dans la pile.
2. Saisissez la commande →STR (menu PRG OBJ).
3. Saisissez une chaîne pour l'identifier (avec des délimiteurs " ").
4. Saisissez des commandes SWAP + pour permuter et concaténer les chaînes.
5. Saisissez un nombre spécifiant sur quelle ligne afficher la chaîne.
6. Saisissez la commande DISP (menu PRG CTRL).

« ... *objet* →STR *identification* SWAP + *ligne* DISP ... »

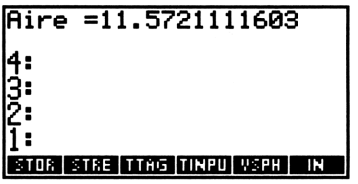
DISP affiche une chaîne sans ses délimiteurs " ".

Exemple : Le programme suivant *STOR* est identique à *TINPUT*, sauf qu'il convertit le résultat du programme en une chaîne et y appose une chaîne d'identification.

Programme :	**Commentaires :**
«	
"Saisir a,b"	
{ ":a:■:b:" (1 0) V }	
INPUT OBJ→	
TORSS	
→STR	Convertit le résultat en une chaîne.
"Aire = "	Saisissez la chaîne d'identification.
SWAP +	Permute et ajoute les deux chaînes.
CLLCD 1 DISP 1 FREEZE	Affiche la chaîne-résultat, sans ses délimiteurs, en ligne 1 de l'affichage.
»	
ENTER ' STOR STO	Sauvegarde le programme dans *STOR*.

Exécutez *STOR* pour calculer la surface du tore avec des rayons $a = 1,5$ et $b = 1,85$. La réponse, documentée, est affichée dans la zone d'état.

→ CLR
VAR STOR
1.5 ▼ 1.85
ENTER



Arrêter le programme et afficher son résultat

Pour faire une pause d'affichage des résultats :

1. Saisissez les commandes de disposition de l'affichage.
2. Saisissez le nombre de secondes pendant lesquelles vous désirez arrêter le programme.
3. Saisissez la commande WAIT (menu PRG CTRL).

WAIT suspend l'exécution pendant le nombre (positif) de secondes indiqué au niveau 1. Vous pouvez utiliser WAIT avec DISP pour afficher des messages pendant l'exécution—par exemple, pour afficher des résultats intermédiaires. (WAIT interprète les arguments 0 et −1 de façon différente—voir « Utiliser WAIT pour attendre l'appui sur une touche » en page 29-14.)

Sommaire

Commandes de gestion de l'introduction des données

Touche	Commande programmable	Description
↩ CONT	CONT	Relance un programme arrêté.
PRG CTRL (pages 1, 2 et 3) :		
HALT	HALT	Arrête l'exécution du programme.
INPUT	INPUT	Suspend l'exécution du programme pour la saisie de données. Empêche les opérations de la pile pendant la pause.
PROM	PROMPT	Arrête l'exécution du programme pour la saisie de données.
DISP	DISP	Affiche an objet sur une ligne, spécifiée, de l'affichage.
WAIT	WAIT	Suspend l'exécution du programme pour un temps spécifié (secondes, niveau 1).
KEY	KEY	Renvoie un résultat de test au niveau 1 et, si l'utilisateur appuie sur une touche, l'emplacement de cette touche (niveau 2). Voir la section suivante, « Arrêt pour appui sur une touche »
BEEP	BEEP	Fait entendre une tonalité à une certaine fréquence (Hertz, niveau 2) pendant une durée spécifiée (secondes, niveau 1).

Commandes de gestion de l'introduction des données (suite)

Touche	Commande programmable	Description
(PRG) DSPL (page 4) :		
CLLCD	CLLCD	Efface l'affichage.
FREEZ	FREEZE	« Gèle » une zone spécifiée de l'affichage pour qu'il ne soit pas réinitialisé lors de l'appui sur une touche.

Utiliser des menus dans les programmes

Vous pouvez désirer utiliser des menus dans vos programmes pour différentes raisons :

29

- **Saisie de données par menu.** Un programme peut utiliser un menu pour systématiser les sasies pendant une pause de l'exécution—puis reprendre son exécution.
- **Application opérant à partir d'un menu.** Un programme peut utiliser un menu, terminer son exécution, laissant le menu affiché pour lancer l'exécution d'autres programmes.

Pour utiliser un menu intégré

1. Saisissez le numéro du menu.
2. Saisissez la commande MENU (menu PRG CTRL).

Pour utiliser un menu personnalisé :

1. Saisissez une liste (avec délimiteurs « ») ou le nom d'une liste définissant les actions du menu. (Voir « Menus-utilisateurs (CST) » en page 15-1.)
2. Activez le menu :
   - Pour sauvegarder le menu comme menu CST, utilisez la commande MENU (menu PRG CTRL).
   - Pour rendre le menu temporaire, saisissez la commande TMENU (menu (→) (MODES)).

Le menu n'est affiché qu'au moment où l'exécution du programme s'arrête.

Les numéros des menus intégrés sont repris à l'annexe D, « Numéros de menus ». Ces menus, tels SOLVE et PLOT ou VAR et CST peuvent être utilisés dans les programmes. ls s'y comportent tout à fait comme ils le font lors des opérations de clavier normales.

Vous pouvez aussi créer un menu personnalisé pour diriger l'action d'un programme—voir plus loin. Vous pouvez sauvegrader ce menu comme menu CST, de sorte que l'utilisateur puisse l'utiliser à nouveau par simple appui sur la touche [CST]. Ou encore, vous pouvez en faire un menu *temporaire*—il reste actif (même après l'arrêt de l'exécution), mais seulement jusqu'à ce qu'un autre menu soit choisi—et il n'a pas d'action sur le contenu de la variable *CST*.

Pour spécifier une *page* particulière d'un menu, saisissez le nombre sous la forme *m.pp* où *m* est le numéro de menu et *pp* est le numéro de page (par exemple, 35.02 pour la page 2 du menu TIME). Si la page *pp* n'existe pas, c'est la page 1 qui est affichée (35 affiche la page 1 du menu TIME).

Exemple: Saisissez `20 MENU` pour obtenir la page 1 du menu MODES. Saisissez `20.02 MENU` pour obtenir la page 2 du menu MODES.

Pour revenir au menu précédent:

- Exécutez 0 MENU.

Pour obtenir le numéro du menu en cours:

- Exécutez la commande RCLMENU (menu [→] [MODES]).

Utiliser les menus pour la saisie

Pour afficher un menu pour faire des saisies dans un programme:

1. Définissez le menu—voir la section précédente.
2. Saisissez une séquence de commande qui arrête l'exécution (telle que DISP, PROMPT ou HALT).

Le programme marque une pause jusqu'à ce qu'il reprenne après une commande CONT, introduite par exmeple en appuyant sur [←] [CONT]. Si vous créez un menu personnalisé pour l'introduction

des données, vous pouvez y inclure une commande CONT pour reprendre automatiquement le programme.

Exemple: Le programme suivant active la page 3 du menu MODES et sollicite le choix du mode d'angle. Après avoir appuyé sur la touche de menu, il faut appuyer sur ◀ CONT pour reprendre l'exécution du programme.

```
« 20.03 MENU "Choisir le mode d'angle" PROMPT »
```

Exemple: Le programme *PIE* en page 31-43 assigne la commande CONT à l'une des touches du menu temporaire.

Exemple: Le programme *MNX*, en page 31-25 définit un menu temporaire qui inclut un programme contenant CONT pour reprendre automatiquement l'exécution du programme.

Utiliser les menus pour exécuter des programmes

29 Vous pouvez utiliser un menu personnalisé pour exécuter d'autres programmes. Ce menu servira d'interface principal pour une application (une collection de programmes).

Pour créer une application basée sur un menu:

1. Créez une liste de menu personnalisé pour l'application, qui spécifie les programmes comme objets de menu.
2. Optionnel: créez un programme principal qui définisse le menu d'application—soit comme menu CST, soit comme menu temporaire.

Exemple: Le programme suivant, *POIDS*, calcule la masse d'un objet, soit en unités anglaises (ANGL), soit en unités SI, si on lui fournit son poids. *POIDS* affiche un menu personnalisé temporaire à partir duquel vous pouvez exécuter l'un ou l'autre programme. Chacun vous demande la saisie du poids dans le système d'unités désiré, puis calcule la masse. Le menu reste actif jusqu'à ce que vous en choisissiez un nouveau, vous pouvez donc effectuer autant de calculs que vous le désirez.

List: **Commentaires:**

```
{
{ "ANGL" « "POIDS en POUNDS" PROMPT 32.2 / » }
{ "SI" « "POIDS en NEWTONS" PROMPT 9.81 / » }
}
```

' LST STO — Sauvegarde la liste dans *LST*.

Programme: **Commentaires:**

« LST TMENU » — Affiche le menu personnalisé stocké dans *LST*.

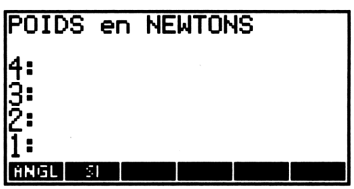
ENTER ' PDS STO — Sauvegarde le programme dans *PDS*.

Utilisez *PDS* pour calculer la masse d'un objet de poids de 12,5 Newtons. Le programme affiche le menu, puis complète son exécution.

VAR PDS

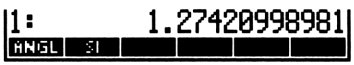
Sélectionnez le système d'unités SI, ce qui lance le programme dans la liste de menus.

SI



Introduisez le poids et relancez le programme.

12.5 ← CONT



Exemple: Le programme suivant, *EIZ*, construit un menu-utilisateur pour émuler l'application HP Solve pour des circuits électriques de capacité. Le programme utilise l'équation $E = IZ$, où E est la tension du circuit, I est le courant du circuit et Z est l'impédance.

Parce que le tension, le courant et l'impédance sont des nombres complexes, vous ne pouvez pas utiliser l'application HP Solve pour faire vos calculs. Le menu-utilisateur figurant dans *EIZ* affecte une solution *directe* à la première touche du menu shiftée-gauche pour chaque variable et affecte la fonction *store* (stockage) et *recall* (rappel) aux touches non shiftées et shiftées-droite—le rôle des touches étant

analogue à celui de l'application HP Solve. Le menu personnalisé est automatiquement stocké dans *CST*, où il remplace le menu personnalisé précédent—vous pouvez appuyez sur CST pour le rétablir.

Programme :	**Commentaires :**
`«`	
`DEG -15 SF -16 SF`	Active le mode degrés. Arme les indicateurs −15 et −16 pour afficher les nombres complexes en représentation polaire. Active le mode d'affichage 2 Fix.
`2 FIX`	
`{`	Commence la liste destinée au menu personnalisé.
`{ "E" { « 'E' STO »`	Crée la touche de menu 1, intitulée E vous appuyez sur E, l'objet du niveau 1 est stocké dans la variable *E*. Lorsque vous appuyez sur ← E }}, le produit de *I* et *Z* est calculé, stocké dans la variable *E*, et affiché sous la forme d'un objet étiqueté. Lorsque vous appuyez sur Shift droite E, l'objet stocké dans *E* est renvoyé dans le niveau 1.
`« I Z * DUP 'E' STO`	
`"E: " SWAP + CLLCD`	
`1 DISP 1 FREEZE »`	
`« E » } }`	
`{ "I" { « 'I' STO »`	Crée la deuxième touche de menu.
`« E Z / DUP 'I' STO`	
`"I: " SWAP + CLLCD`	
`1 DISP 1 FREEZE »`	
`« I » } }`	
`{ "Z" { « 'Z' STO »`	Crée la troisième touche.
`« E I / DUP 'Z' STO`	
`"Z: " SWAP + CLLCD`	
`1 DISP 1 FREEZE »`	
`« Z » } }`	
`}`	Termine la liste.
`MENU`	Affiche le menu personnalisé.
`»`	
ENTER ' EIZ STO	Sauvegarde le programme dans *EIZ*.

Une alimentation de 10 volts dont l'angle de phase est 0° alimente un circuit RC. Un courant de 0,37 A ayant un angle de phase de 68° est mesuré. Quelle est l'impédance du circuit ? Utilisez *EIZ*.

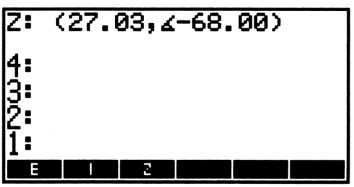
→ CLR VAR EIZ

Tapez la valeur de tension du circuit.

← ( ) 10 → ∠ 0

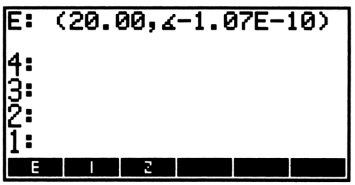
Stockez la valeur de la tension. Ensuite saisissez et stockez la valeur du courant. Enfin, calculez l'impédance.

E
← ( ) .37 → ∠ 68 I
← Z



Rappelez le courant du circuit et doublez sa valeur. Trouvez ensuite la tension du circuit.

→ I
2 ×
I
← E



Appuyez sur ← MODES STD et → POLAR pour rétablir les modes Standard et Rectangulaires.

Eteindre le HP 48 à partir d'un programme

Pour éteindre le calculateur à partir d'un programme :

- Exécutez la commande OFF (menu PRG CTRL).

La commande OFF éteint le HP 48. Si un programme exécute OFF, il reprend lorsque le calculateur est « réveillé ».

30

Interception d'erreurs

Lorsque vous tentez une opération non valide à partir du clavier, elle n'est pas exécutée et un message d'erreur est affiché. Par exemple, si vous exécutez + entre un vecteur et un nombre réel de la pile, le HP 48 affiche le message : `+ Error: Bad Argument Type` et renvoie les arguments dans la pile (si le mode Last Arguments a été activé).

Dans un programme, la même chose se produit, mais l'exécution du programme est en plus annulée. Si vous anticipez ces erreurs, votre programme pourra les traiter sans interrompre son exécution.

Pour les programmes simples, vous pouvez exécuter le programme à nouveau, s'il s'arrête sur une erreur ; pour les programmes plus longs, vous pouvez concevoir des systèmes qui « recueillent » les erreurs et continuent leur exécution. Vous pouvez aussi créer des erreurs-utilisateur pour détecter certaines conditions dans les programmes que vous rédigez.

Les causes d'erreurs dans les programmes sont nombreuses : une commande exécutée avec un argument qui lui est incompatible, ou avec un nombre inattendu d'arguments ; un calcul qui aboutit à un résultat dépassant la capacité du calculateur, ou comportant une opération incorrecte.

En plus de ces erreurs, décelées par le calculateur, vous-même, le programmeur, pouvez définir des situations d'erreur. Vous pouvez prévoir des *erreurs-utilisateur*, assorties de messages rédigés par vous-même, ou bien vous pouvez amener l'apparition d'une des erreurs prévues par le calculateur. Pour ce faire, vous introduisez une structure conditionnelle ou en boucle, avec un test qui vérifie la situation d'erreur—si celle-ci survient, l'erreur—utilisateur ou HP 48—apparaît.

Pour inclure une erreur-utilisateur dans un programme :

1. Saisissez une chaîne (avec délimiteurs " ") contenant le message d'erreur désiré.
2. Introduisez la commande DOERR (menu PRG CTRL).

Pour provoquer artificiellement l'occurrence d'une erreur :

1. Saisissez le numéro d'erreur (sous forme d'entier binaire ou de nombre réel).
2. Introduisez la commande DOERR (menu PRG CTRL).

Si DOERR est « recueillie » dans une structure IFERR (décrite au paragraphe suivant), l'exécution continue. Si ce n'est pas le cas, l'exécution est abandonnée à la hauteur de la commande DOERR et le message d'erreur est affiché.

Pour annalyser une erreur dans un programme :

30

- Pour obtenir le numéro de la dernière erreur, exécutez ERRN (menu PRG CTRL).
- Pour obtenir le message de la dernière erreur, exécutez ERRM (menu PRG CTRL).
- Pour effacer les données enregistrées dans *Last-error*, exécutez ERR0 (menu PRG CTRL).

Le numéro d'erreur d'une erreur-utilisateur est #70000h. Voir la liste des erreurs intégrées et de leurs messages à l'annexe B, « Messages ».

Exemple : Le programme suivant abandonne son exécution si la liste du niveau 1 contient trois objets.

```
«
 OBJ→
 IF 3 SAME
 THEN "3 OBJETS DANS LA LISTE" DOERR
 END
»
```

Le tableau suivant résume les commandes créant et identifiant les erreurs.

Commandes d'interception des erreurs

Touche	Commande programmable	Description
(PRG) CTRL (page 3):		
DOERR	DOERR	Cause une erreur créée par l'utilisateur : si c'est une chaîne qui se trouve au niveau 1, son message utilisateur apparaît. Si un entier binaire ou un nombre réel se trouvent au niveau 1, c'est une des erreurs intégrées qui se produit. Si l'erreur n'a pu être interceptée dans une structure IFFER, DOERR affiche le message et abandonne l'exécution du programme. Si le niveau 1 contient 0, DOERR abandonne l'exécution sans mettre à jour le numéro d'erreur ou afficher de message—comme si l'utilisateur avait appuyé sur (ATTN).)
ERRN	ERRN	Renvoie le numéro d'erreur, un entier binaire, correspondant à l'erreur la plus récente. Renvoie #0h si le numéro d'erreur a été effacé par ERR0.
ERRM	ERRM	Renvoie le message d'erreur (une chaîne) de l'erreur la plus récente. Renvoie une chaîne vide si le numéro d'erreur a été effacé par ERR0.
ERR0	ERR0	Efface le numéro et le message de l'erreur s'étant produite en dernier lieu.

Intercepter les erreurs

Vous pouvez construire un « piège à erreurs » à l'aide de plusieurs structures conditionnelles :

- IFERR...THEN...END.
- IFERR...THEN...ELSE...END.

La structure IFERR...THEN...END

La syntaxe de cette structure est

« ... IFERR *clause_d'interception* THEN *clause_d'erreur* END ... »

Les commandes de la clause d'erreur ne sont exécutées que si une erreur se produit pendant l'exécution de la clause d'interception. Si une erreur se produit dans la clause d'interception, elle est ignorée, le reste de la clause d'interception est écarté et l'exécution du programme passe directement à la clause d'erreur. Si *aucune* erreur ne se produit dans la clause d'interception, la clause d'erreur est ignorée et l'exécution reprend après la commande END.

Pour introduire IFERR...THEN...END dans un programme :

- Appuyez sur PRG BRCH ◀ PREV ◀ IFERR.

Exemple : Le programme suivant prend tout nombre de vecteurs ou de tableaux dans la pile et les ajoute à la matrice statistique. Toutefois, le programme signale une erreur si un vecteur ou un tableau ayant un nombre différent de colonnes est rencontré. En outre, s'il n'y a dans la pile *que* des vecteurs ou des tableaux ayant le même nombre de colonnes, le programme signale une erreur après que le dernier vecteur ou tableau ait été retiré de la pile.

```
« WHILE DUP TYPE 3 == REPEAT Σ+ END »
```

Dans la version suivante, révisée, le programme essaie simplement d'ajouter l'objet du niveau 1 à la matrice statistique jusqu'à ce qu'une erreur se produise. Arrivé à ce point, il se termine « élégamment » en affichant le message FAIT.

Programme :	Commentaires :
«	
IFERR	Commence la clause d'interception.
WHILE	La structure WHILE se répète
1	indéfiniment, ajoutant les
REPEAT	vecteurs et les tableaux à la
Σ+	matrice statistique jusqu'à une
END	erreur se produise.
THEN	Commence la clause d'erreur. Si
"FAIT" 1 DISP	une erreur se produit dans la
1 FREEZE	structure WHILE, affiche the message FAIT dans la zone d'état.
END	Termine la structure d'erreur.
»	

La structure IFERR...THEN...ELSE...END

La syntaxe de cette structure est

« ... IFERR *clause_d'interception*
THEN *clause_d'erreur* ELSE *clause_de normalité* END ... »

Les commandes de la clause d'erreur ne sont exécutées que si une erreur est occasionnée pendant l'exécution de la clause d'interception. Si une erreur se produit dans la clause d'interception, elle est ignorée, le reste de la clause d'interception est écarté et l'exécution du programme passe à la clause d'erreur. Si *aucune* erreur ne se produit dans la clause d'interception, l'exécution passe à la clause de normalité à la fin de la clause d'interception.

Pour introduire IFERR...THEN...ELSE...END dans un programme :

- Appuyez sur PRG CTRL ◀ PREV ▶ IFERR.

Exemple : Le programme suivant demande la saisie de deux nombres, puis il les ajoute. Si seul l'un des deux nombres est saisi, le programme affiche un message d'erreur et redemande la saisie.

Programme :	Commentaires :
«	
DO	Commence la boucle principale.
"KEY IN a AND b" " "	Sollicite deux nombres.
INPUT OBJ→	
UNTIL	Commence la boucle de clause de test.
IFERR	Il n'y a que la commande + dans la trappe d'erreur.
+	
THEN	Si une erreur se produit, rappelle et affiche le message Too Few Arguments pendant 2 secondes, puis place 0 (faux) dans la pile de la boucle principale.
ERRM 5 DISP	
2 WAIT	
0	
ELSE	Si aucune erreur ne se produit, place 1 (vrai) dans la pile de la boucle END externe.
1	
END	Termine l'interception d'erreurs, le « piège ».
END	Termine la boucle externe. Si l'interception d'erreur a laissé 0 dans la pile, cette instruction END renvoie l'exécution du programme au niveau de la demande de saisie des nombres. Sinon, le programme se termine.
»	

31

Autres exemples de programmation

Les programmes de ce chapitre illustrent les concepts de programmation présentés dans les chapitres précédents. En outre, quelques nouveaux concepts vous sont expliqués. Ces programmes sont destinés à améliorer vos compétences en programmation sur votre calculateur et à permettre à ce dernier d'effectuer certaines fonctions supplémentaires.

A la fin de chaque programme, sont indiquées la *totalisation* et la *taille* du programme (exprimée en octets). Ce total est un entier binaire qui identifie de façon absolue un programme en fonction de son contenu. Pour vérifier que vous avez entré correctement un programme, tapez ' suivi du nom du programme et de ENTER pour placer le nom du programme dans la pile, au niveau 1, puis exécutez la commande BYTES (◀ MEMORY BYTES) ; le nom du programme occupant le niveau 1, le total de contrôle est renvoyé dans le niveau 2, et sa taille (en octets) dans le niveau 1.

Ces programmes sont aussi inclus, sous le même nom, dans les informations en ligne du programme Program Development Link, logiciel de développement sur ordinateur de programmes destinés au HP 48. Ce logiciel n'a pas été traduit. Il permet de « découper » puis de copier ces programmes figurant dans les fichiers de documentation, puis de les charger dans le HP 48 via son port série. Certains programmes peuvent avoir été modifiés quant à la syntaxe et remis à jour depuis l'impression de ce manuel, et bien qu'ils aient toujours la même fonction, il se peut que la totalisation de contrôle diffère pour certains d'entre eux de celle qui est imprimée ici.

Les exemples de ce chapitre supposent que le HP 48 est dans son état initial, par défaut—ils supposent que vous n'avez modifié *aucun des modes de fonctionnement du HP 48*: le séparateur décimal est le point, la date et l'heure sont dans leur formats par défaut. Pour

remettre le calculateur dans cet état, voir « En cas de problème » en page A-1.)

Nombres de Fibonacci

Cette section comprend trois programmes—les deux premiers montrent deux manières d'approcher le problème suivant :

Etant donné un entier n, calculez le $n^{\text{ième}}$ nombre de Fibonacci F_n, où :

$$F_0 = 0,\ F_1 = 1,\ F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$$

- *FIB1* est une fonction-utilisateur définie de façon *récurrente*— sa procédure de définition contient son propre nom. *FIB1* est un programme court.

31

- *FIB2* est une fonction-utilisateur contenant une boucle finie. Ce programme est plus long et plus compliqué que *FIB1*, mais il est plus rapide.

Le troisième programme, *FIBT*, appelle à la fois *FIB1* et *FIB2* et calcule le temps d'exécution de chaque sous-programme.

FIB1 (nombres de Fibonacci, version récurrente)

Arguments	Résultats
1: n	1: F_n

Techniques utilisées

- IFTE (fonction If-Then-Else). La procédure de définition de *FIB1* contient la *fonction* conditionnelle IFTE, qui peut prendre son argument soit dans la pile soit dans une syntaxe algébrique. (*FIB2* utilise la structure conditionnelle IF ...THEN ...ELSE...END.)
- Récurrence. La procédure de définition de *FIB1* est écrite en termes de *FIB1*, exactement comme F_n est défini en termes de F_{n-1} et F_{n-2}.

Programme :

```
«
 → n
 'IFTE(n≤1,
  n,
  FIB1(n-1)+FIB1(n-2))'
»
```

Commentaires :

Définit la variable locale *n*.
La procédure de définition, une expression algébrique. Si $n \leq 1$, $F_n=n$, else $F_n=F_{n-1}+F_{n-2}$.

ENTER ' FIB1 STO — Sauvegarde le programme dans *FIB1*.

Totalisation : # 41467d
Nombre d'octets : 113,5

Exemple : Calculez F_6. Calculez F_{10} en utilisant la syntaxe d'expression algébrique.

D'abord, calculez F_6.

VAR
6 FIB1

```
1:                    8
FIB1  2  1  E  CST  EIS
```

Ensuite, calculez F_{10} en utilisant la syntaxe d'expression algébrique.

' FIB1 ◀ () 10 EVAL

```
2:                    8
1:                   55
FIB1  2  1  E  CST  EIS
```


FIB2 (nombres de Fibonacci, version en boucle)

Arguments	Résultats
1: *n*	1: F_n

Techniques utilisées

- IF...THEN...ELSE...END. *FIB2* utilise la structure conditionnelle. (*FIB1* utilise IFTE.)
- START...NEXT (boucle finie). Pour calculer F_n, *FIB2* commence par F_0 et F_1 et répète une boucle pour calculer les valeurs successives de F_i.

Programme :	**Commentaires :**
«	
→ n	Crée une structure de variable locale.
«	
IF n 1 ≤	Si $n \leq 1$
THEN n	puis $F_n = n$
ELSE	sinon ...
0 1	Place F_0 et F_1 dans la pile.
2 n	De 2 à n exécute la boucle suivante :
START	
DUP	Copie le F le plus récent (au départ, F_1).
ROT	Récupère le F précédent (au départ, F_0).
+	Calcule le F suivant (au départ F_2).
NEXT	Répète la boucle.
SWAP DROP	Elimine F_{n-1}.
END	Termine la clause ELSE.
»	Termine la procédure de définition.
»	
ENTER ' FIB2 STO	Sauvegarde le programme dans *FIB2*.

Totalisation : # 51820d
Nombre d'octets : 89

Exemple : Calculez F_6 et F_{10}.

Calculez F_6.

VAR
6 FIB2

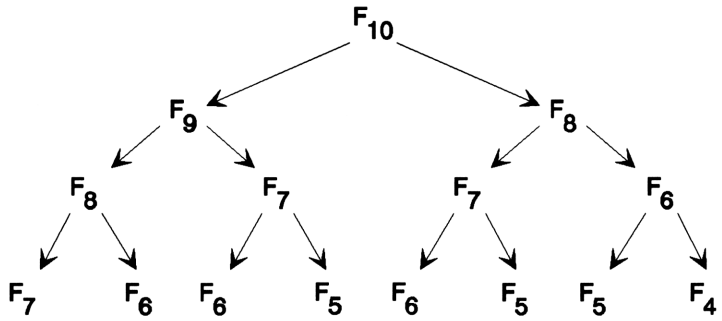
Calculez F_{10}.

10 FIB2

FIBT (comparaison du temps d'exécution)

FIB1 calcule plusieurs fois les valeurs intermédiaires F_i, tandis que *FIB2* ne calcule qu'une seule fois chaque F_i intermédiaire. Par conséquent, *FIB2* est plus rapide. La différence de vitesse croît avec la taille de *n* parce que le temps d'exécution de *FIB1* croît de façon exponentielle lorsque *n* croît, tandis que le temps d'exécution de *FIB2* ne croît que linéairement avec *n*.

Le schéma suivant illustre les premières étapes du calcul de F_{10} par *FIB1*. Notez le nombre de calculs intermédiaires : 1 au premier niveau, 2 au second niveau, 4 au troisième niveau et 8 au quatrième niveau.



FIBT exécute la commande TICKS pour enregistrer le temps d'exécution de *FIB1* et de *FIB2* pour une valeur donnée de *n*.

Arguments	Résultats
	3: F_n
	2: FIB1 TIME: *z*
1: *n*	1: FIB2 TIME: *z*

Techniques utilisées

- Programmation structurée. *FIBT* appelle à la fois *FIB1* et *FIB2*.
- Utilisation dans un programme de l'horloge du calculateur. *FIBT* exécute la commande TICKS pour enregistrer les heures de début et de fin de chaque sous-programme.

- Programmation interactive. *FIBT* identifie chaque temps d'exécution avec un message descriptif.

Programmes utilisés

- *FIB1* (page 31-2) calcule F_n en utilisant la récurrence.
- *FIB2* (page 31-3) calcule F_n en utilisant la structure en boucle.

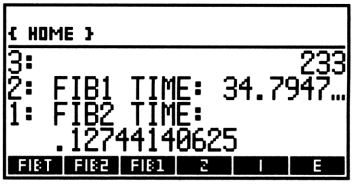
Programme :	**Commentaires :**
«	
DUP TICKS SWAP FIB1	Copie *n*, puis exécute *FIB1*, en
SWAP TICKS SWAP	enregistrant le moment du début et celui de l'arrêt.
- B→R 8192 /	Calcule le temps écoulé, le convertit en un nombre réel, et convertit ce nombre en secondes. Laisse au niveau 2 la réponse renvoyée par *FIB1*.
"FIB1 TIME" →TAG	Identifie le temps d'exécution.
ROT TICKS SWAP FIB2	Exécute *FIB2*, en enregistrant le
TICKS	moment du départ et celui où le programme prend fin.
SWAP DROP SWAP	Elimine la réponse renvoyée par
- B→R 8192 /	*FIB2* (*FIB1* renvoie la même réponse). Calcule le temps d'exécution de *FIB2* et le convertit en secondes.
"FIB2 TIME" →TAG	Identifie le temps d'exécution.
»	
ENTER ' FIBT STO	Sauvegarde le programme dans *FIBT*.

Totalisation : # 22248d
Nombre d'octets : 135

Exemple : Calculez F_{13} et comparez le temps d'exécution pour les deux méthodes.

Sélectionnez le menu VAR et faites le calcul.

VAR
13 FIBT



F_{13} est 233. *FIB2* est plus court dans son exécution que *FIB1*. (Vos résultats diffèreront en fonction du contenu de la mémoire et d'autres facteurs.)

Affichage d'un entier binaire

Cete section contient trois programmes :

- *PAD* est un programme utilitaire servant à convertir un objet en une chaîne justifiée à droite dans l'affichage.
- *PRESERVE* est un programme utilitaire destiné à être utilisé dans des programmes pour changer l'état du calculateur (mode d'angle, base binaire, etc.), puis pour restaurer l'état initial.
- *BDISP* affiche un entier binaire en plusieurs bases : HEX, DEC, OCT et BIN. Il appelle *PAD* pour que les nombres soient justifiés à droite à l'affichage et il appelle *PRESERVE* pour préserver la base binaire.

PAD (justification à droite d'une chaîne de caractères)

PAD convertit un objet en une chaîne et, si la chaîne contient moins de 23 caractères, lui ajoute des espaces de tête.

Lorsqu'une chaîne courte est affichée par DISP, elle est normalement *justifiée à gauche*, son premier caractère étant situé à l'extrême gauche de l'affichage. La position du dernier caractère est déterminée par la longueur de la chaîne. Lorsqu'il ajoute des espaces au début d'une chaîne courte, *PAD* déplace vers la droite la position du dernier caractère. Lorsque la chaîne (y compris ses espaces de tête) a une longueur de 23 caractères, elle est affichée *justifiée à droite*, son dernier

caractère figurant à l'extrême droite de l'affichage. *PAD* n'a aucune action sur les chaînes de plus de 22 caractères.

Arguments	Résultats
1: *objet*	1: " *objet*"

Techniques utilisées

- WHILE...REPEAT...END (boucle indéfinie). La clause WHILE contient un test qui détermine s'il faut exécuter à nouveau la clause REPEAT et le test (si résultat vrai), ou s'il faut sauter la clause REPEAT et quitter la boucle (si résultat faux).
- Opérations alphanumériques. *PAD* illustre comment convertir un objet en une chaîne, compte le nombre de caractères et concatène deux chaînes.

31

Programme :	**Commentaires :**
«	
→STR	Vérifie que l'objet est sous forme de chaîne. (Les chaînes ne sont pas concernées par cette commande.)
WHILE	Répète l'opération si la chaîne
DUP SIZE 22 <	contient moins de 22 caractères.
REPEAT	La clause-boucle ajoute un espace
" " SWAP +	en début de ligne.
END	Termine la boucle.
»	
ENTER ' PAD STO	Sauvegarde le programme dans *PAD*.

Totalisation : # 38912d
Nombre d'octets : 61,5

L'utilisation de *PAD* est illustrée dans le programme *BDISP*.

PRESERVE (sauvegarde et rétablissement de l'état antérieur)

Etant donné un programme dans la pile, *PRESERVE* stocke l'état actuel du calculateur (indicateur binaire), exécute le programme, et enfin restaure l'état antérieur.

Arguments	Résultats
1: « *programme* »	1: *résultat du programme*
1: '*nom du programme*'	1: *résultat du programme*

Techniques utilisées

- RCLF et STOF. *PRESERVE* utilise RCLF (*rappel d'indicateurs*) pour enregistrer l'état actuel du calculateur dans un entier binaire et STOF (*stockage d'indicateurs*) pour restaurer ultérieurement cet état à partir de cet entier binaire.
- Structure de variable locale. *PRESERVE* crée une structure de variable locale pour retirer brièvement l'entier binaire de la pile ; sa procédure de définition évalue simplement l'argument du programme, puis remet l'entier binaire dans la pile et exécute STOF.

Programme :	Commentaires :
«	
RCLF	Rappelle la liste de deux entiers binaires de 64 bits représentant l'état des 64 indicateurs-système et des 64 indicateurs-utilisateur.
→ f	Sauvegarde la liste dans la variable locale *f*.
«	Commence la procédure de définition.
IFERR	Commence l'interception d'erreurs.
EVAL	Exécute le programme placé dans la pile comme argument du niveau 1.

Programme :	Commentaires :
THEN	Si le programme à causé une
↑ STOF ERRN DOERR	erreur, ré-initialise les indicateurs, affiche l'erreur et arrête l'exécution.
END	Termine la procédure de traitement d'erreur.
↑ STOF	Place la liste dans la pile, puis ré-initialise l'état de tous les indicateurs.
»	Termine la procédure de définition.
»	
ENTER ' PRESERVE STO	Sauvegarde le programme dans *PRESERVE*.

Totalisation : # 7284d
31 Nombre d'octets : 71

PRESERVE est illustré dans le programme *BDISP*.

BDISP

BDISP affiche un nombre (réel ou binaire) en bases HEX, DEC, OCT et BIN.

Arguments	Résultats
1: # *n*	1: # *n*
1: *n*	1: *n*

Techniques utilisées

- IFERR...THEN...END (interception d'erreurs). Pour accepter des arguments réels, *BDISP* inclut la commande R→B (*réel-à-binaire*). Par contre, cette commande provoque une erreur si l'argument est *déjà* un entier binaire. Pour que l'exécution continue même en cas d'erreur, la commande R→B est placée à l'intérieur d'une clause IFERR. Aucune action n'est nécessaire en cas d'erreur (puisqu'un nombre binaire est un argument valide), aussi la clause THEN ne contient-elle aucune commande.

- Validation de LASTARG. Au cas où une erreur se produirait, il faut valider LASTARG (dernier argument) pour renvoyer l'argument (le nombre binaire) dans la pile. *BDISP* désarme l'indicateur −55 pour valider la fonction de reprise LASTARG.
- Boucle FOR...NEXT (boucle finie avec compteur). *BDISP* exécute une boucle de 1 à 4, en affichant à chaque fois *n* (le nombre) dans une base différente et sur une nouvelle ligne. Le compteur de boucle (appelé *j* dans ce programme) est une variable locale. Il est créé par la structure de programme FOR...NEXT (et non pas par une commande →) et il est automatiquement incrémenté par NEXT.
- Programmes sans nom utilisés comme arguments. Un programme défini uniquement par les délimiteurs « et » (non stocké dans une variable) n'est pas évalué automatiquement ; il est simplement placé dans la pile et peut être utilisé comme argument d'un sous-programme. *BDISP* illustre deux cas d'utilisation de programmes sans nom, pris comme arguments.
  - *BDISP* contient un argument de programme principal et un appel à *PRESERVE*. Cet argument de programme va dans la pile pour être exécuté par *PRESERVE*.
  - Il y a quatre arguments de programme qui « personnalisent » l'action de la boucle. Chaque argument de programme contient une commande permettant de modifier la base binaire, et chaque itération de la boucle évalue l'un de ces arguments.

  Lorsque *BDISP* crée une variable locale pour *n*, la procédure de définition est un programme sans nom. Toutefois, comme ce programme est la procédure de définition d'une structure de variable locale, il est exécuté *automatiquement*.

Programmes utilisés

- *PAD* (page 31-7) étend toute chaîne à 23 caractères pour que l'instruction DISP l'affiche justifiée à droite.
- *PRESERVE* (page 31-9) stocke l'état actuel, exécute le programme imbriqué principal et restaure l'état antérieur.

Programme :	Commentaires :
«	
«	Commence le programme imbriqué principal.
DUP	Fait une copie de *n*.
-55 CF	Efface l'indicateur −55 pour activer LASTARG.
IFERR	Commence l'interception d'erreurs.
R→B	Convertit *n* en un entier binaire.
THEN	Si une erreur s'est produite, ne
END	rien faire (il n'y a pas de commandes dans la clause THEN).
→ n	Crée une variable locale *n* et
«	commence le programme de définition de la variable locale.
CLLCD	Efface l'affichage.
« BIN »	Programme imbriqué pour BIN.
« OCT »	Programme imbriqué pour OCT.
« DEC »	Programme imbriqué pour DEC.
« HEX »	Programme imbriqué pour HEX.
1 4	Définit les valeurs initiale et finale du compteur.
FOR j	Commence la boucle avec le compteur *j*.
EVAL	Exécute l'un des programmes imbriqués de calcul de la base (en commençant par celui de HEX).
n →STR	Construit une chaîne d'affichage de *n* dans la base en cours.
PAD	Ajoute des espaces à la chaîne pour qu'elle compte 22 caractères.
j DISP	Affiche la chaîne à la $j^{\text{ième}}$ ligne.
NEXT	Incrémente *j* et répète la boucle.
»	Termine la procédure de définition du programme.
3 FREEZE	Gèle les zones d'état et de la pile.
»	Termine le programme imbriqué le plus important.

Programme :	**Commentaires :**
PRESERVE	Sauvegarde l'état des indicateurs, exécute le programme imbriqué principal et restaure l'état initial.
≫	
ENTER ' BDISP STO	Sauvegarde le programme dans *BDISP*.

Totalisation : # 18055d
Nombre d'octets : 191

Exemple : Passez en base DEC, affichez #100 dans toutes les bases et vérifiez que *BDISP* a bien restauré la base décimale.

Effacez la pile et sélectionnez le menu MTH BASE. Assurez-vous que la base en cours est bien DEC et saisissez # 100.

→ CLR
MTH BASE
DEC
→ # 100 ENTER

Exécutez *BDISP*.

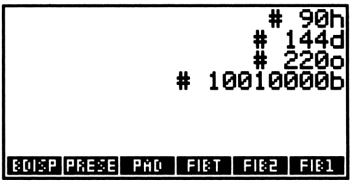
VAR BDISP

Revenez à l'affichage normal de la pile et vérifiez la base.

ATTN
MTH BASE

Bien que le programme imbriqué principal ait laissé le calculateur en base binaire, *PRESERVE* a rétabli la base DEC. Pour vérifier que *BDISP* fonctionne de manière identique avec les nombres réels, essayez-le avec 144.

VAR
144 BDISP



Appuyez sur ATTN pour revenir à l'affichage de la pile.

Moyenne de données statistiques

31

Cette section contient trois programmes :

- *SORT* (tri) classe les éléments d'une liste.
- *MEDL* calcule la moyenne d'une liste triée.
- *MEDIAN* utilise *SORT* et *MEDL* pour calculer la moyenne des données statistiques en cours.

SORT (tri d'une liste de nombres)

SORT trie une liste de nombres réels en ordre ascendant.

Arguments	Résultats
1: { *liste* }	1: { *liste triée* }

Techniques utilisées

- Tri itératif. En commençant par le premier et le second nombre de la liste, *SORT* compare les nombres adjacents et déplace à chaque fois le plus grand à la fin de la liste. Ce processus est effectué une fois pour mettre le plus grand nombre à la dernière position dans la liste, puis une deuxième fois pour déplacer le plus grand nombre restant à l'avant-dernière position, et ainsi de suite.

- Boucles finies imbriquées. La boucle externe contrôle la position d'arrêt à chaque fin d'exécution du processus ; la boucle interne s'exécute de 1 à la position d'arrêt chaque fois que le processus s'exécute.
- Structures de variables locales imbriquées. *SORT* contient deux structures de variables locales, la seconde étant à l'intérieur de la procédure de définition (un programme) de la première. Cette imbrication a été choisie pour plus de commodité : il est plus facile en effet de créer le première variable locale dès que sa valeur est calculée (cela permet de retirer cette valeur de la pile) que de calculer les deux valeurs et de créer en même temps les deux variables locales.
- FOR...STEP et FOR...NEXT (boucles finies). *SORT* utilise deux compteurs : −1 STEP décrémente le compteur de la boucle externe à chaque itération ; NEXT incrémente de 1 le compteur de la boucle interne à chaque passage.

Programme :	**Commentaires :**
«	
DUP SIZE 1 - 1	De l'avant-dernière position à la première, commence la boucle externe avec le compteur j.
FOR j	
1 j	De la première position à la $j^{\text{ième}}$,
FOR k	commence la boucle interne par le compteur k.
DUP k GETI	Récupère les $k^{\text{ième}}$ et $k+1^{\text{ième}}$
3 ROLLD GET	nombres et les stocke dans les
→ n1 n2	variables locales n_1 et n_2.
«	Commence la procédure de définition (un programme) de la structure de variable locale.
IF n1 n2 >	Si les deux nombres sont dans le
THEN	mauvais ordre, ils sont remis en
k n2 PUTI	place.
n1 PUT	
END	
»	Termine la procédure de définition.

Programme :	Commentaires :
NEXT	Augmente la valeur de k et répète la boucle interne.
-1 STEP	Diminue la valeur de j et répète la boucle externe.
»	
ENTER ' SORT STO	Sauvegarde le programme dans *SORT*.

Totalisation : # 51893d
Nombre d'octets : 141,5

Exemple : Triez la liste { 8 3 1 2 5 }.

Sélectionnez le menu VAR, tapez la liste et exécutez *SORT*.

VAR
◀ {} 8 SPC 3 SPC
1 SPC 2 SPC 5 ENTER
SORT

31

LMED (moyenne d'une liste)

Etant donné une liste triée, *MEDL* en renvoie la moyenne. Si la liste contient un nombre impair d'éléments, la moyenne est la valeur de l'élément central. Si la liste contient un nombre pair d'éléments, la moyenne est celle des deux éléments placés de part et d'autre du centre.

Arguments	Résultats
1: { *liste triée* }	1: *moyenne de la liste triée*

Techniques utilisées

- FLOOR et CEIL. Pour un nombre entier, FLOOR et CEIL renvoient toutes deux cet entier ; pour un nombre non entier, FLOOR et CEIL renvoient deux entiers consécutifs entourant ce nombre non entier.

Programme :	Commentaires :
«	
DUP SIZE	Copie la liste, puis trouve sa taille.
1 + 2 /	Calcule le centre de la liste (une fraction pour les listes comptant un nombre pair d'éléments).
→ p	Sauvegarde le centre de la liste dans la variable locale *p*.
«	Commence la procédure de définition.
DUP	Fait une copie de la liste.
p FLOOR GET	Récupère le nombre placé au centre ou en dessous du celui-ci.
SWAP	Place la liste au niveau 1.
p CEIL GET	Récupère le nombre placé au centre, ou juste au-dessus.
+ 2 /	Calcule la moyenne des deux nombres.
»	Termine la procédure de définition.
»	
ENTER ' LMED STO	Sauvegarde le programme dans *LMED*.

Totalisation : # 3682d
Nombre d'octets : 77

Exemple : Calculez la moyenne de la liste que vous avez triée à l'aide de *SORT*. (Mettez la liste dans la pile si nécessaire.)

◀ {} 1 2 3 5 8 ENTER
VAR LMED

MEDIAN (moyenne de données statistiques)

MEDIAN renvoie un vecteur représentant les moyennes des colonnes des données statistiques.

Arguments	Résultats
1:	1: [x_1 x_2 ... x_m]

Techniques utilisées

- Tableaux, listes et éléments de la pile. *MEDIAN* extrait une colonne de données de la matrice statistique ΣDAT, sous la forme d'un vecteur. Pour convertir le vecteur en une liste, *MEDIAN* place dans la pile les éléments du vecteur, puis les combine en une liste. A partir de cette liste, la moyenne est calculée en utilisant les programmes *SORT* et *MEDL*.

31 La moyenne de la $m^{\text{ième}}$ colonne est calculée en premier, et la moyenne de la première colonne est calculée en dernier, si bien qu'à chaque calcul de moyenne, celle-ci est changée de niveau dans la pile, passant au-dessus des moyennes précédemment calculées.

Dès que toutes les moyennes sont calculées et correctement rangées dans la pile, elles sont combinées en un vecteur.

- FOR...NEXT (boucle finie avec compteur). *MEDIAN* utilise une boucle pour calculer la moyenne de chaque colonne. Parce que les moyennes sont calculées dans l'ordre inverse (la dernière colonne d'abord), le compteur est utilisé pour inverser leur ordre de classement.

Programmes utilisés

- *SORT* (page 31-14) met une liste en ordre ascendant.
- *LMED* (page 31-16) calcule la moyenne de la liste triée.

Programme :	Commentaires :
«	
RCLΣ	Place une copie, *s*, de la matrice statistique en cours *ΣDAT* dans la pile.
DUP SIZE	Place la liste { *n m* } dans la pile où *n* est le nombre de lignes de *ΣDAT* et *m*, le nombre de colonnes.
OBJ→ DROP	Place *n* et *m* dans la pile. Elimine la taille de la liste.
→ s n m	Crée des variables locales pour *s*, *n* et *m*.
«	Commence la procédure de définition.
'ΣDAT' TRN	Transpose *ΣDAT*. Maintenant *n* est le nombre de colonnes de *ΣDAT* et *m* est le nombre de lignes. (Pour taper le caractère Σ, appuyez sur ↷ Σ, puis supprimez les parenthèses.)
1 m	Spécifie la première et la dernière ligne.
FOR j	Pour chaque ligne, procède comme suit :
Σ−	Extrait la dernière ligne de *ΣDAT*. Initialement la *m*ième ligne, qui correspond à la *m*ième colonne de la *ΣDAT* originale. (Pour taper la commande Σ− appuyez sur ↶ STAT ↶ Σ+ .)
OBJ→ DROP	Place les éléments de ligne dans la pile. Elimine l'index de la liste { *n* }.
n →LIST	Crée une liste de *n* éléments.
SORT	Trie la liste.
LMED	Calcule la moyenne de la liste.
j ROLLD	Place la moyenne au niveau correct de la pile.

Programme :	**Commentaires :**
NEXT	Augmente la valeur de j et répète la boucle.
m →ARRY	Combine toutes les moyennes en un élément-vecteur m.
s STOΣ	Rétablit la valeur précédente de ΣDAT.
»	Termine la procédure de définition.

»

ENTER ' MEDIAN STO — Sauvegarde le programme dans *MEDIAN*.

Totalisation : # 3947d
Nombre d'octets : 136

Exemple : Calculez la moyenne des données suivantes.

$$\begin{bmatrix} 18 & 12 \\ 4 & 7 \\ 3 & 2 \\ 11 & 1 \\ 31 & 48 \\ 20 & 17 \end{bmatrix}$$

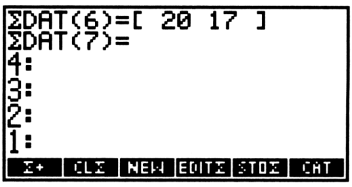
Il y a deux colonnes de données, et *MEDIAN* renvoie un vecteur à deux éléments.

Saisissez la matrice.

→ MATRIX
18 ENTER 12 ENTER ▼
4 ENTER 7 ENTER
3 ENTER 2 ENTER
11 ENTER 1 ENTER
31 ENTER 48 ENTER
20 ENTER 17 ENTER
ENTER

Stockez la matrice dans ΣDAT.

→ CLR
← STAT CLΣ Σ+



Calculez la moyenne. Les moyennes sont 14,5 pour la première colonne et 9,5 pour la seconde.

VAR MEDIA

Développement et regroupement complets

Cette section contient deux programmes :

- *MULTI* répète un programme jusqu'à ce qu'il ne puisse plus agir sur son argument.
- *EXCO* appelle *MULTI* pour développer et regrouper complètement une expression algébrique.

MULTI (exécution multiple)

Etant donné un objet et un programme qui agit sur cet objet, *MULTI* s'exécute répétitivement sur l'objet jusqu'à ce que cet objet ne change plus.

Arguments	Résultats
2: *objet* 1: « *programme* »	1: *objet résultat*

Techniques utilisées

- DO...UNTIL...END (boucle indéfinie). La clause DO contient les pas de programme à répéter ; la clause UNTIL contient le test qui détermine s'il faut répéter à nouveau les deux clauses (si résultat faux) ou quitter la boucle (si résultat vrai).

- Programmes utilisés comme arguments. Bien que les programmes soient en général affectés d'un nom, puis exécutés par appel de ce nom, ils peuvent être également placés dans la pile et utilisés comme arguments par d'autres programmes.
- Evaluation de variables locales. Le programme-argument à exécuter répétitivement est stocké dans une variable locale. Il est très commode de stocker un objet dans une variable locale lorsqu'on ne sait pas d'avance de combien de copies de cet objet on risque d'avoir besoin.

  Un objet stocké dans une variable locale est simplement mis dans la pile lors de l'évaluation de la variable locale. *MULTI* utilise le nom de la variable locale pour mettre le programme-argument dans la pile et exécuter EVAL pour exécuter le programme.

Programme :	**Commentaires :**
«	
31 → P	Crée une variable locale *p* contenant le programme du niveau 1.
«	Commence la procédure de définition.
DO	Commence la clause DO de la boucle.
DUP	Fait une copie de l'objet, maintenant au niveau 1.
P EVAL	Applique le programme à l'objet, en renvoyant une nouvelle version.
DUP	Fait une copie du nouvel objet.
ROT	Place l'ancienne version au niveau 1.
UNTIL	Commence la clause DO.
SAME	Teste si l'ancienne et la nouvelle version sont identiques.
END	Termine la structure DO.
»	Termine la procédure de définition.
»	
ENTER ' MULTI STO	Sauvegarde le programme dans *MULTI*.

Totalisation : # 34314d
Nombre d'octets : 56

MULTI est illustré dans l'exemple de programmation suivant.

EXCO (utilisation répétée de Expand et de Collect)

Etant donné un objet algébrique, *EXCO* exécute répétitivement EXPAN jusqu'à ce que l'objet algébrique ne change plus, puis il exécute répétitivement COLCT jusqu'à ce que l'objet algébrique ne change plus. Dans certains cas, on obtiendra un nombre comme résultat.

Les expressions qui comportent de nombreux produits de sommes ou des puissances peuvent nécessiter un grand nombre d'exécutions de EXPAN pour se développer complètement, ce qui entraîne une longue exécution de *EXCO*.

Arguments	Résultats
1: '*expression algébrique*'	1: '*expression algébrique*'
1: '*expression algébrique*'	1: *z*

Techniques utilisées

- Sous-programmes. *EXCO* fait deux fois appel au programme *MULTI*. Il est plus rationnel de créer un programme *MULTI* et de l'invoquer simplement par deux fois que d'écrire chaque pas de programme deux fois dans *MULTI*.

Programmes utilisés

- *MULTI* (page 31-21) exécute répétitivement les programmes que *EXCO* fournit comme arguments.

Programme :	**Commentaires :**
«	
« EXPAN »	Place un programme dans la pile comme argument de niveau 1 pour *MULTI*. Le programme exécute la commande EXPAN.
MULTI	Exécute EXPAN jusqu'à ce que l'objet algébrique ne change plus.
« COLCT »	Place un autre programme dans la pile pour *MULTI*. Le programme exécute la commande COLCT.
MULTI	Exécute COLCT jusqu'à ce que l'objet algébrique ne change plus.
»	
ENTER ' EXCO STO	Sauvegarde le programme dans *EXCO*.

31

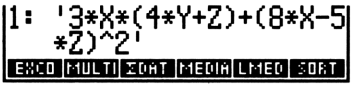
Totalisation : # 48008d
Nombre d'octets : 65,5

Exemple : Développez l'expression suivante et regroupez complètement ses termes :

$$3x(4y+z)+(8x-5z)^2$$

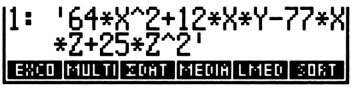
Saisissez l'expression.

' 3 × X ×
◀ () 4 × Y + Z ▶ +
◀ () 8 × X − 5 × Z
▶ y^x 2
ENTER



Sélectionnez le menu VAR et lancez le programme.

VAR EXCO



Rechercher l'élément minimum ou maximum d'un tableau

Cette section contient deux programmes permettant de rechercher l'élément minimum ou l'élément maximum d'un tableau :

- *MNX* utilise une boucle DO...UNTIL...END (indéfinie).
- *MNX2* utilise une boucle FOR...NEXT (finie).

MNX (Elément minimum ou maximum—Version 1)

Etant donné un tableau dans la pile, *MNX* recherche l'élément minimum ou l'élément maximum de ce tableau.

Arguments	Résultats
	2: [[*tableau*]]
1: [[*tableau*]]	1: *z* (élément min ou max)

Techniques utilisées

- DO...UNTIL...END (boucle indéfinie). La clause DO contient les instructions de tri. La clause UNTIL contient le test de l'indicateur-système qui détermine s'il faut répéter les instructions de tri.
- Indicateurs-utilisateur et indicateurs-système servant au contrôle de la logique :
  - *L'indicateur-utilisateur* 10 définit le tri : lorsque cet indicateur est armé, *MNX* recherche l'élément maximum ; lorsqu'il est désarmé, *MNX* recherche l'élément minimum. C'est *vous* qui déterminez l'état de l'indicateur 10 au début du programme.
  - *L'indicateur-système* −64, indicateur de retour de l'index, détermine quand il faut arrêter le tri. Lorsque l'indicateur −64 est désarmé, l'exécution de la boucle de tri continue. Lorsque l'index appelé par GETI, la boucle revient au premier élément du tableau, l'indicateur −64 est *automatiquement* armé, et la boucle de tri s'arrête.
- Structure conditionnelle imbriquée. Une condition IF...THEN...END est imbriquée dans la structure conditionnelle DO...UNTIL...END—elle détermine :

- Si l'élément minimum ou maximum en cours le demeure, ou s'il convient de faire de l'élément en cours le nouveau minimum ou maximum.
- Le sens de la comparaison des éléments (soit <, soit >), en fonction de l'état de l'indicateur 10.

- Menu-utilisateur pour prendre une décision. *MNX* construit un menu-utilisateur vous permettant de choisir le tri soit pour l'élément minimum soit pour l'élément maximum. La touche 1, libellée `MAX`, arme l'indicateur 10. La touche 2, libellée `MIN`, désarme l'indicateur 10.
- Fonction logique. *MNX* exécute XOR (*OU exclusif*) pour tester l'état conjoint de la valeur relative des deux éléments et l'état de l'indicateur 10.

Programme :	**Commentaires :**
`«`	
`<< "MAX"`	Définit le menu d'options.
`« 10 SF CONT »`	`MAX` arme l'indicateur 10 et
`< "MIN"`	continue l'exécution. `MIN`
`« 10 CF CONT »>>`	désarme l'indicateur 10 et continue l'exécution.
	Affiche le menu temporaire et un
`TMENU`	message de sollicitation.
`"Sort for MAX or MIN?"`	
`PROMPT`	
`1 GETI`	Prend le premier élément du tableau.
`DO`	Commence la boucle DO.
`ROT ROT GETI`	Place l'index et le tableau aux niveaux 1 et 2, puis saisit le nouvel élément du tableau.

Programme :	**Commentaires :**
`4 ROLL DUP2`	Déplace l'élément minimum ou maximum en cours du niveau 4 au niveau 1. Puis copie les deux éléments.
`IF`	Teste l'état conjoint des valeurs relatives des deux éléments ainsi que l'état de l'indicateur 10.
`  > 10 FS? XOR`	
`THEN`	Si le nouvel élément est inférieur au maximum en cours ou supérieur au minimum en cours, fait passer le nouvel élément du niveau 2 au niveau 1.
`  SWAP`	
`END`	
`DROP`	Elimine l'autre élément de la pile.
`UNTIL`	Commence la clause de test DO.
`  -64 FS?`	Teste si l'indicateur −64 est armé—si l'index a atteint la fin du tableau.
`END`	Termine la boucle DO.
`SWAP DROP 0 MENU`	Fait passer l'index dans le niveau 1, puis l'élimine de la pile. Restaure le dernier menu.
»	
ENTER ' MNX STO	Sauvegarde le programme dans *MNX*.

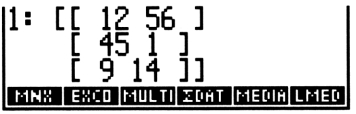
Totalisation : # 57179d
Nombre d'octets : 210,5

Exemple : Recherchez l'élément maximum de la matrice suivante :

$$\begin{bmatrix} 12 & 56 \\ 45 & 1 \\ 9 & 14 \end{bmatrix}$$

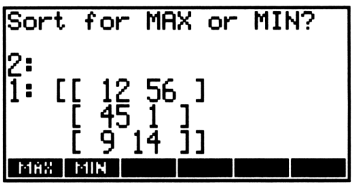
Saisissez la matrice.

→ CLR → MATRIX
12 ENTER 56 ENTER ▼
45 ENTER 1 ENTER
9 ENTER 14 ENTER
ENTER



Sélectionnez le menu VAR et exécutez *MNX*.

VAR MNX



Recherchez l'élément maximum.

MAX

31

MNX2 (élément minimum ou maximum—Version 2)

Etant donné un tableau dans la pile, *MNX2* recherche l'élément minimum ou maximum de ce tableau. *MNX2* utilise une approche différente de celle de *MNX* ; il exécute OBJ→ pour éclater le tableau en éléments individuels dans la pile afin de les tester, au lieu d'exécuter GETI pour promener l'index à travers le tableau.

Arguments	Résultats
1: [[*tableau*]]	2: [[*tableau*]] 1: *z* (élément min ou max)

Techniques utilisées

- FOR...NEXT (boucle finie). La valeur initiale du compteur est 1. La valeur finale du compteur est $nm - 1$, où nm est le nombre d'éléments du tableau. La clause de la boucle contient les instructions de tri.

- Indicateur-utilisateur pour le contrôle de la logique. *L'indicateur-utilisateur* 10 définit le tri : lorsque cet indicateur est armé, *MNX2* recherche l'élément maximum ; lorsqu'il est désarmé, *MNX2* recherche l'élément minimum. C'est *vous* qui déterminez l'état de l'indicateur 10 au début du programme.
- Structure conditionnelle imbriquée. Une condition IF...THEN...END est imbriquée dans la boucle FOR...NEXT—elle détermine :
  - Si l'élément minimum ou maximum en cours le demeure ou s'il convient de faire de l'élément en cours le nouveau minimum ou maximum.
  - Le sens de la comparaison d'éléments (soit <, soit >) en fonction de l'état de l'indicateur 10.
- Fonction logique. *MNX2* exécute XOR (*OU exclusif*) pour tester l'état conjoint des valeurs relatives des deux éléments et l'état de l'indicateur 10.
- Menu-utilisateur proposant une alternative. *MNX2* construit un menu-utilisateur qui vous permet de choisir le tri soit pour l'élément minimum soit pour l'élément maximum. La touche 1, libellée `MAX`, arme l'indicateur 10. La touche 2, libellée `MIN`, désarme l'indicateur 10.

Programme :	**Commentaires :**
`«`	
`<< "MAX"`	Définit le menu des options. `MAX` arme l'indicateur 10 et continue l'exécution. `MIN` désarme l'indicateur 10 et continue l'exécution.
`« 10 SF CONT »`	
`< "MIN"`	
`« 10 CF CONT »>>`	
`TMENU`	Affiche le menu temporaire et un message de sollicitation.
`"Sort for MAX or MIN?"`	
`PROMPT`	

Programme :	**Commentaires :**
`DUP OBJ→`	Copie le tableau. Renvoie les éléments individuels du tableau dans les niveaux 2 à $nm+1$, et renvoie la liste contenant n et m dans le niveau 1.
`1`	Définit la valeur de départ du compteur.
`SWAP OBJ→`	Convertit la liste en éléments individuels dans la pile.
`DROP * 1 -`	Elimine la taille de la liste, puis calcule la valeur finale du compteur ($nm - 1$).
`FOR n`	Commence la boucle FOR...NEXT.
`DUP2`	Sauvegarde les éléments du tableau à tester (au départ, les deux derniers éléments). Définit le dernier élément du tableau comme minimum ou maximum en cours.
`IF` `> 10 FS? XOR`	Teste l'état conjoint des valeurs relatives des deux éléments ainsi que l'état de l'indicateur 10.
`THEN` `SWAP` `END`	Si le nouvel élément est soit inférieur au maximum en cours soit supérieur au minimum en cours, fait passer le nouvel élément dans le niveau 1.
`DROP`	Elimine l'autre élément de la pile.
`NEXT`	Termine la boucle FOR...NEXT.
`0 MENU`	Re-sauvegarde le dernier menu.
`»`	
ENTER ' MNX2 STO	Sauvegarde le programme dans *MNX2*.

Totalisation : # 12277d
Nombre d'octets : 200,5

Exemple : Utilisez *MNX2* pour rechercher l'élément minimum de la matrice de l'exemple précédent :

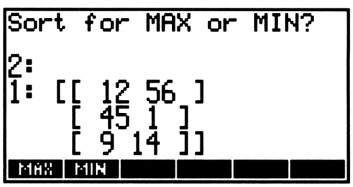
$$\begin{bmatrix} 12 & 56 \\ 45 & 1 \\ 9 & 14 \end{bmatrix}$$

Saisissez la matrice (ou récupérez-la de l'exemple précédent).

(→) MATRIX
12 ENTER 56 ENTER ▼
45 ENTER 1 ENTER
9 ENTER 14 ENTER
ENTER

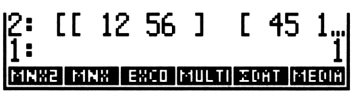
Sélectionnez le menu VAR et exécutez *MNX2*.

VAR MNX2



Trouvez l'élément minimum.

MIN



Vérification des arguments du programme

Les deux programmes utilitaires de cette section vérifient que l'argument d'un programme est conforme au type d'objet approprié.

- *NAMES* vérifie qu'un argument-liste contient exactement deux noms.
- *VFY* vérifie que l'argument est soit un nom soit une liste contenant exactement deux noms. Il appelle *NAMES* si l'argument est une liste.

Vous pouvez modifier ces utilitaires pour vérifier d'autres types d'objets et d'autres contenus d'objets.

NAMES (Exactement deux noms dans une liste ?)

Si l'argument d'un programme est une liste (comme c'est le cas dans *VFY*), *NAMES* vérifie que la liste contient exactement deux noms. Si la liste ne contient pas exactement deux noms, un message d'erreur est affiché dans la zone d'état et l'exécution du programme est abandonnée.

Arguments	Résultats
1: { *liste correcte* }	1:
1: { *liste incorrecte* }	*message d'erreur* 1:

Techniques utilisées

- Structures conditionnelles imbriquées. La structure conditionnelle externe vérifie qu'il y a deux objets dans la liste. S'il y a deux objets, la boucle interne vérifie que ce sont les deux noms.
- Fonctions logiques. *NAMES* utilise la commande AND dans la structure conditionnelle interne pour déterminer si *les deux* objets sont des noms, ainsi que la commande NOT pour afficher le message d'erreur si ce ne sont pas tous deux des noms.

Programme :	Commentaires :
«	
IF	Commence la structure conditionnelle externe.
OBJ→	Renvoie les n objets de la liste vers le niveaux 2 à $(n+1)$ et renvoie la taille de la liste n vers le niveau 1.
DUP 2 SAME	Copie la taille de la liste et teste si elle a la valeur 2.
THEN	Si la taille de la liste *est* 2,
DROP	déplace les objets vers les
IF	niveaux 1 et 2.

Programme :	**Commentaires :**
`TYPE 6 SAME`	Teste si le premier objet est un nom—renvoie 0 ou 1.
`SWAP TYPE 6 SAME`	Place le second objet au niveau 1, puis teste pour savoir si c'est un nom.
`AND`	Combine les résultats des deux tests : si tous deux sont vrais, renvoie 1—dans les autres cas, renvoie 0.
`NOT`	Renvoie le résultat opposé.
`THEN`	Si les objets ne sont pas des noms, affiche un message d'erreur et abandonne l'exécution.
`"List needs two names"`	
`DOERR`	
`END`	Termine la structure conditionnelle interne.
`ELSE`	Si la taille de la liste n'est pas 2, élimine celle-ci, affiche un message d'erreur et abandonne l'exécution.
`DROPN`	
`"Illegal list size"`	
`DOERR`	
`END`	Termine la structure conditionnelle externe.
»	
ENTER ' NAMES STO	Sauvegarde le programme dans *NAMES*.

Totalisation : # 40666d
Nombre d'octets : 141,5

NAMES est illustré par le programme *VFY*.

VFY

Etant donné un argument dans la pile, *VFY* vérifie que cet argument est soit un nom, soit une liste contenant exactement deux noms.

Arguments	Résultats
1: *'nom'*	1: *'nom'*
1: { *liste correcte* }	1: { *liste correcte* }
1: { *liste incorrecte* }	*status-surface erreur message* 1: { *liste incorrecte* }
1: *objet incorrect*	*message d'erreur* 1: *objet incorrect*

Techniques utilisées

- Programmes utilitaires. *VFY* n'est pas un programme très utile pris isolément. Par contre, il peut être utilisé (avec des modifications mineures) par d'autres programmes pour vérifier que des types d'objets spécifiques sont des arguments corrects.
- CASE...END (structure à plusieurs cas). *VFY* utilise une structure CASE pour déterminer si l'argument est une liste ou un nom.
- Programmation structurée. Si l'argument est une liste, *VFY* appelle *NAMES* pour vérifier que la liste est correcte.
- Structure de variable locale. *VFY* stocke son argument dans une variable locale pour qu'il puisse être transféré à *NAMES* si nécessaire.
- Opérateur logique. *VERIF* utilise NOT pour afficher un message d'erreur.

Programmes utilisés

- *NAMES* (page 31-32) vérifie qu'une liste-argument contient exactement deux noms.

Programme :	**Commentaires :**
«	
DUP	Copie l'argument initial à laisser dans la pile.
DTAG	Retire son identification à l'argument, pour tests ultérieurs.
→ argm	Sauvegarde l'argument dans la variable locale *argm*.
«	Commence la procédure de définition.
CASE	Commence la structure CASE.
argm TYPE 5 SAME	Teste si l'argument est une liste.
THEN	Si c'est le cas, remet l'argument
argm NAMES	dans la pile et invoque *NAMES*
END	pour vérifier que la liste est correcte, puis quitte la structure CASE.
argm TYPE 6 SAME NOT	Teste si l'argument *n'est pas* un nom. Si c'est le cas, affiche un
THEN	message d'erreur et arrête
"Not name or list"	l'exécution.
DOERR	
END	
END	Termine la structure CASE.
»	Termine la procédure de définition.
»	
ENTER ' VERIF STO	Valide le programme, puis le sauvegarde dans *VERIF*.

Totalisation : # 36796d
Nombre d'octets : 139,5

Exemple : Exécutez *VERIF* pour tester la validité du nom-argument *PAT*. (L'argument est valide et est simplement renvoyé dans la pile.)

→ CLR
' PAT ENTER
VAR VERIF

Exemple : Exécutez *VFY* pour tester la validité de la liste-argument { *PAT DIANA TED* }. Utilisez le nom de l'exemple précédent, puis saisissez les noms *DIANA* et *TED* et convertissez les trois noms en une liste.

' DIANA ENTER
' TED ENTER
3 PRG OBJ →LIST

Exécutez *VERIF*. Comme la liste contient trop de noms, le message d'erreur est affiché et l'exécution du programme est abandonnée.

VAR VERIF

31

Fonctions de Bessel

La partie réelle et la partie imaginaire de la fonction de Bessel $J_n(xe^{3\pi i/4})$ sont représentées respectivement par $\mathrm{Ber}_n(x)$ et $\mathrm{Bei}_n(x)$. Lorsque $n = 0$,

$$\mathrm{Ber}(x) = 1 - \frac{(x/2)^4}{2!^2} + \frac{(x/2)^8}{4!^2} - \cdots$$

La fonction-utilisateur *BER* calcule $\mathrm{Ber}(x)$.

Arguments	Résultats
1: z	1: $\mathrm{Ber}(z)$

Techniques utilisées

- Structure de variable locale. *BER* consiste en une seule structure de variable locale, y gagnant les deux propriétés d'une fonction-utilisateur ; BER prend ses arguments numériques ou symboliques dans la pile ou dans une syntaxe algébrique. Parce

que *BER* utilise une boucle DO...UNTIL...END, sa procédure de définition est un *programme*. (Les structures de boucles ne sont pas autorisées dans les expressions algébriques). Par conséquent, contrairement à une fonction-utilisateur, *BER* n'est pas différentiable.

- Boucle DO...UNTIL...END (boucle indéfinie avec counter). Les termes successifs de la série sont calculés dans la boucle contrôlée par son compteur. Dès qu'un nouveau terme ne modifie plus la valeur de la série sur les 12 chiffres significatifs du calculateur, la boucle s'arrête.
- Structure imbriquée de variables locales. La structure externe répond aux exigences d'une fonction-utilisateur. La structure interne permet le stockage et le rappel de paramètres essentiels.

Programme :	**Commentaires :**
«	
→ x	Crée la variable locale x.
«	Commence la définition de la structure externe.
'x/2' →NUM 2 1	Introduit $x/2$, la première
→ xover2 j sum	valeur pour le compteur et le premier terme de la série, puis crée des variables locales.
«	Commence la définition de la structure interne.
DO	Commence la boucle.
sum	Rappelle l'ancienne somme et
'sum+(-1)^(j/2)*	calcule la nouvelle.
xover2^(2*j)/SQ(j!)'	
EVAL	
2 'j' STO+	Incrémente le compteur.
DUP 'sum' STO	Sauvegarde la nouvelle somme.
UNTIL	Termine la clause de boucle.
==	Teste l'ancienne et la nouvelle somme.
END	Termine la boucle.

Programme :	**Commentaires :**
`sum`	Rappelle la somme.
`»`	Termine la procédure de définition de la structure interne.
`»`	Termine la procédure de définition de la structure externe.
`»`	
ENTER ' BER STO	Sauvegarde le programme dans *BER*.

Totalisation : # 36388d
Nombre d'octets : 200,5

Exemple : Calculez Ber(3).

31

VAR
3 BER

Calculez Ber(2) en syntaxe d'expression algébrique.

' BER ◀ ( ) 2
EVAL

Animation d'une suite de polynômes de Taylor

Cette section contient trois programmes servant à manipuler des objets graphiques pour afficher une suite de polynômes de Taylor pour la fonction sinus.

- *SINTP* trace une courbe sinus et sauvegarde le tracé dans une variable.
- *SETTS* superpose les tracés de polynômes de Taylor successifs sur la courbe sinus tracée par *SINTP*, et sauvegarde chaque objet graphique dans une liste.

- *TSA* affiche en séquence chacun des objets graphiques de la liste construite dans *SETTS*.

SINTP (conversion d'un tracé en objet graphique)

SINTP trace une courbe sinus, renvoie ce tracé dans la pile sous forme d'objet graphique, et stocke cet objet graphique dans une variable. Ce programme suppose que le mode Radians est actif.

Arguments	Résultats
1:	1:

Techniques utilisées

- Utilisation de commandes PLOT dans un programme pour construire et afficher un objet graphique.

Programme :	Commentaires :
«	
'SIN(X)' STEQ	Sauvegarde l'expression du sinus de x, $\sin x$, dans *EQ*.
FUNCTION '-2*π' →NUM	Définit le type de tracé et les
DUP NEG XRNG	gammes d'affichage de x et de y.
-2 2 YRNG	
ERASE DRAW	Efface *PICT*, puis trace l'expression.
PICT RCL 'SINT' STO	Rappelle l'objet graphique résultant et le sauvegarde dans *SINT*.
»	
ENTER ' SINTP STO	Sauvegarde le programme dans *SINTP*.

Totalisation : # 1971d
Nombre d'octets : 91,5

SETTS (superposition de polynômes de Taylor)

SETTS superposes des polynômes de Taylor successifs sur une courbe de sinus et stocke chaque objet graphique dans une liste.

Arguments	Résultats
1:	1:

Techniques utilisées

- Programmation structurée. *SETTS* appelle *SINTP* pour construire une courbe sinus et convertit celle-ci en un objet graphique.
- Boucle FOR...STEP (finie). *SETTS* calcule les polynômes de Taylor successifs pour la fonction sinus située dans une boucle finie. La valeur du compteur de boucle sert d'ordre à chaque polynôme.
- Utilisation de commandes PLOT dans un programme. *SETTS* trace le graphe de chaque polynôme de Taylor.
- Manipulation d'objets graphiques. *SETTS* convertit chaque graphe de polynôme de Taylor en un objet graphique. Puis il exécute GOR (*OU graphique*) pour combiner chaque objet graphique avec la courbe sinus stockée dans *SINT*, créant neuf nouveaux objets graphiques, chacun étant la superposition d'un polynôme de Taylor sur une courbe sinus. *SETTS* place ensuite dans une liste les neuf nouveaux objets graphiques ainsi que l'objet graphique contenant la courbe sinus elle-même.

Programme :	Commentaires :
«	
SINTP	Trace une courbe de sinus et stocke l'objet graphique dans *SINT*.
17 1 FOR n	Définit la plage de la boucle FOR en utilisant la variable locale *n*.
'SIN(X)' 'X' n TAYLR	Trace le polynôme de Taylor
STEQ ERASE DRAW	d'ordre *n*.
PICT RCL SINT +	Renvoie le tracé vers la pile comme objet graphique et exécute + pour superposer le tracé de sinus de *SINT*.

Programme :	Commentaires :
`-2 STEP`	Décrémente le compteur de la boucle *n* de 2 et répète la boucle.
`SINT`	Place l'objet graphique de la
`10 →LIST`	courbe sinus dans la pile, puis
`'TSL' STO`	construit une liste contenant cet objet graphique ainsi que les neufs objets graphiques créés par la boucle. Stocke cette liste dans *TSL*.
»	
ENTER ' SETTS STO	Sauvegarde le programme dans *SETTS*.

Totalisation : # 57905d
Nombre d'octets : 138,5

TSA (animation de polynômes de Taylor)

TSA affiche à la suite chacun des objets graphiques créés dans *SETTS*.

Arguments	Résultats
1:	1:

Techniques utilisées

- Transfert d'une variable globale. Parce que l'exécution de *SETTS* est relativement longue (environ six minutes), *TSA* n'appelle pas *SETTS*. En lieu et place, vous devez d'abord exécuter *SETTS* pour créer la variable globale *TSL* contenant la liste d'objets graphiques. *TSA* exécute simplement cette variable globale pour placer la liste dans la pile.
- FOR...NEXT (boucle finie). *TSA* exécute une boucle finie pour afficher en séquence chacun des objets graphiques de la liste.

Programme :	**Commentaires :**
«	
TSL OBJ→	Place la liste *TSL* dans la pile et la convertit en 10 objets graphiques, avec la taille de la liste.
1 SWAP FOR s	Pour $s = 1$ à 10, efface l'affichage, affiche l'objet graphique suivant, et attend pendant une seconde.
ERASE →LCD	
1 WAIT	
NEXT	
»	
ENTER ' TSA STO	Sauvegarde le programme dans *TSA*.

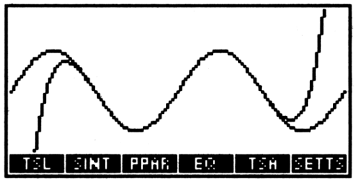
Totalisation : # 39562d
Nombre d'octets : 51

31

Exemple : Exécutez *SETTS* et *TSA* pour construire et afficher en succession une série d'approximations de polynômes de Taylor de la fonction sinus.

Définissez le mode Radians. Exécutez *SETTS* pour construire la liste d'objets graphiques. L'exécution de *SETTS* dure environ six minutes. Exécutez *TSA* pour afficher chacun des graphes en séquence. L'affichage présente la progression de *TSA*.

← RAD (si nécessaire) VAR SETTS TSA



Appuyez sur ← RAD pour rétablir le mode Degrés.

Fonctions statistiques et graphiques dans un programme

Le programme *PIE* demande la saisie d'une donnée pour une variable, stocke cette donnée dans la matrice statistique ΣDAT, puis trace un diagramme à secteur comportant des légendes et exprimant chaque point de donnée sous la forme d'un pourcentage du total.

Arguments	Résultats
1:	1:

Techniques utilisées

- Utilisation de commandes PLOT dans un programme. *PIE* exécute XRNG et YRNG pour définir les gammes d'affichage des axes X et Y en unités-utilisateur, exécute ARC pour tracer le cercle et LINE pour tracer les différents secteurs.
- Utilisation de matrices et de commandes statistiques dans un programme.
- Manipulation d'objets graphiques. *PIE* rappelle *PICT* dans la pile et exécute GOR pour associer chaque légende de secteur au tracé.
- Boucle FOR...NEXT (finie). Chaque secteur est calculé, tracé et libellé dans une boucle finie.
- Structure CASE...END. Pour éviter d'être dans le cercle, chaque légende du diagramme est décalée à partir du centre de l'arc du secteur. Ce décalage dépend de la position du secteur dans le cercle. La structure CASE...END effectue un décalage de la légende en fonction de la position du secteur considéré.
- Conservation de l'état de l'indicateur-système en cours. Avant de passer en mode Radians, *PIE* sauvegarde dans une variable locale l'état en vigueur de l'indicateur, puis restaure cet état à la fin du programme.
- Menu temporaire pour la saisie des données.

Programme :	Commentaires :
«	
RCLF → indic	Rappelle l'état actuel de l'indicateur et le stocke dans la variable *indic*.
«	
RAD	Définit le mode Radians.
<< "SLICE" Σ+ > < > < "CLEAR" CLΣ > < > < > < "DRAW" CONT >>	Définit le menu de saisie : La touche 1 exécute Σ+ pour stocker chaque point de donnée dans ΣDAT, la touche 3 efface ΣDAT, la touche 6 continue l'exécution du programme après la saisie des données.
TMENU	Affiche le menu temporaire.
"Key values into SLICE▪DRAW restarts program."	Sollicite les saisies. ▪ représente le caractère « à la ligne », (▶↵) après la saisie du programme.
PROMPT	
ERASE 1 131 XRNG 1 64 YRNG CLLCD	Efface la mémoire *PICT* et définit les paramètres de tracé.
"Please wait...▪ Drawing Pie Chart"	Affiche le message « le tracé est en cours ».
1 DISP	
(66,32) 20 0 6.28 ARC	Dessine le cercle.
PICT RCL →LCD	Affiche le cercle vide.
RCLΣ TOT /	Rappelle la matrice de données statistiques, calcule les totaux et calcule les proportions.
DUP 100 *	Convertit les proportions en pourcentages.
→ prcnts	Sauvegarde la matrice de pourcentage dans *prcnts*.
«	
2 π →NUM * * 0	Multiplie la matrice de proportions par 2π et introduit l'angle de départ (0).
→ prop angle	Sauvegarde la matrice d'angles dans *prop* et l'angle dans *angle*.

Programme :	**Commentaires :**
`«`	
`prop SIZE OBJ→`	Définit 1 pour *m* comme gamme du compteur de boucle.
`DROP SWAP`	
`FOR n`	Commence la clause de boucle.
`(66,32) prop n GET`	Place le centre du cercle dans la pile, puis prend la *n*ième valeur dans la matrice de proportions et l'ajoute à *angle*.
`'angle' STO+`	
`angle COS angle SIN`	Calcule le dernier point et dessine la ligne correspondant à la *n*ième section.
`R→C 20 * OVER +`	
`LINE`	
`PICT RCL`	Rappelle *PICT* dans la pile.
`angle prop n GET`	Pour identifier la section, calcule le milieu de l'arc de la section.
`2 / - DUP DUP`	
`COS SWAP SIN R→C`	
`26 * (66,32) +`	
`SWAP`	Commence la structure CASE pour tester l'*angle* et détermine la valeur du décalage de la légende.
`CASE`	
`DUP 1.5 ≤`	De 0 à 1,5 radians, ne décale pas la légende du secteur.
`THEN`	
`DROP`	
`END`	
`DUP 4.4 ≤`	De 1,5 à 4,4 radians, décale la légende de 15 unités vers la gauche.
`THEN`	
`DROP 15 -`	
`END`	
`5 <`	De 4,4 à 5 radians, décale la légende de 3 unités vers la droite et de 2 unités vers le haut.
`THEN`	
`(3,2) +`	
`END`	
`END`	Termine la structure CASE.

Programme :	**Commentaires :**
`prcnts n GET`	Récupère la $n^{\text{ième}}$ valeur de la matrice de pourcentage,
`1 RND`	l'arrondit à une décimale et la
`→STR "%" +`	convertit en une chaîne à laquelle est ajouté « % ».
`1 →GROB`	Convertit la chaîne en objet graphique.
`GOR DUP PICT STO`	Ajoute la légende au tracé et stocke le nouveau tracé.
`→LCD`	Affiche le tracé, mis à jour.
`NEXT`	Termine la structure de boucle.
`( ) PVIEW`	Affiche le tracé terminé.
`»`	
`»`	
`indic STOF`	Rétablit l'état original de l'indicateur.
`» 0 MENU`	Rétablit le menu précédent. (L'utilisateur doit d'abord appuyer sur ATTN pour effacer le tracé.)
`»`	
ENTER ' PIE STO	Sauvegarde le programme dans *PIE*.

31

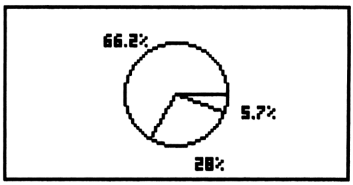
Totalisation : # 1177d
Nombre d'octets : 765

Exemple : La camionette d'un marchand de quatre saisons ambulant compte 983 oranges, 416 pommes et 85 bananes. Dessinez un diagramme pour indiquer les différents pourcentages du total.

→ CLR
VAR PIE

Effacez les statistiques de données. (La sollicitation disparaît de l'affichage.) Saisissez les nouvelles données et dessinez le diagramme.

```
CLEAR
983 SLICE
416 SLICE
85 SLICE
DRAW
```



Appuyez sur [ATTN] pour revenir à l'affichage de la pile.

Impression automatique

Les programmes *αENTER* et *βENTER* définissent un mode d'« impression automatique » pour le HP 48 utilisé avec une imprimante externe. Pour activer l'impression automatique, armez l'indicateur −63 et activez le mode utilisateur. Pour y mettre fin, désarmez l'indicateur −63 ou désactivez le mode User.

Techniques utilisées

- ENTER par vecteur. Le fait d'armer l'indicateur −63 et d'activer le mode User active le mode ENTER par vecteur. Lorsqu'une variable *αENTER* existe, le texte placé en ligne de commande est placé dans la pile sous forme de chaîne et *αENTER* est évalué. Ensuite, si une variable *βENTER* existe, la commande qui a déclenché le traitement de la ligne de commande est placé dans la pile sous forme de chaîne et *βENTER* est évaluée.

Programme :

```
≪
 PR1
 OBJ→


≫
```

Commentaires :

Imprime une ligne de texte présente en ligne de commande, puis convertit la chaîne en objet et l'évalue.

[ ] αENTER [STO]

Sauvegarde le programme dans *αENTER*. (Appuyez sur [→] A pour taper α. Vous devez utiliser ce nom.)

Totalisation : # 51789d
Nombre d'octets : 25,5

Programme :

```
≪
 PR1 DROP
 PRSTC


≫
```

Commentaires :

Imprime la commande qui a causé le traitement, puis l'abandonne et imprime la pile sous forme dense.

[ ] βENTER [STO]

Sauvegarde le programme dans *βENTER*. (Appuyez sur [→] B pour taper β. C'est ce nom qui doit être utilisé.)

Totalisation : # 37631d
Nombre d'octets : 28

Solver pour fonctions inverses

Le programme *ROOTR* trouve la valeur de x pour laquelle $f(x) = y$. Vous fournissez le nom de variable pour le programme qui calcule $f(x)$, la valeur de y et une estimation pour x (au cas où il y aurait plusieurs solutions).

Arguments	Résultats
3: *nom de fonction*	
2: *valeur y*	
1: *estimation pour x*	1: *valeur de x*

Techniques utilisées

- Utilisation de l'extracteur de racine dans un programme. *ROOTR* exécute ROOT pour trouver la valeur x désirée.
- Les programmes servent d'arguments. Bien que les programmes soient habituellement nommés, et exécutés en invoquant leur nom, ils peuvent aussi être placés dans la pile et utilisés comme arguments pour d'autres programmes.

Programme :	Commentaires :
«	
→ fname yvalue xguess	Crée les variables locales.
«	Commence la procédure de définition.
xguess 'XTEMP' STO	Crée la variable *XTEMP* (cherchée).
« XTEMP fname yvalue - »	Saisit le programme qui évalue $f(x) - y$.
'XTEMP'	Saisit le nom de l'inconnue.
xguess	Saisit une estimation pour *XTEMP*.
ROOT	Trouve la valeur de *XTEMP*.
»	Termine la procédure de définition.

Programme :	Commentaires :
'XTEMP' PURGE	Purge la variable temporaire.
»	
ENTER ' ROOTR STO	Sauvegarde le programme dans *ROOTR*.

Totalisation : # 13007d
Nombre d'octets : 163

Exemple : Supposons que vous travailliez souvent avec l'expression $3,7x^3 + 4,5x^2 + 3,9x + 5$et que vous ayiez créé le programme $X \rightarrow FX$ pour calculer la valeur :

```
« → x '3.7*x^3+4.5*x^2+3.9*x+5' »
```

Vous pouvez utiliser *ROOTR* pour calculer la fonction *inverse*. Pour trouver la valeur de x pour laquelle une fonction égale 599,5 (en utilisant une estimation proche de 1), saisissez le nom 'X→FX', la valeur y 599.5 et l'estimation 1—puis appuyez sur VAR ROOTR. Le programme renvoie 5 comme valeur de x.

Animation d'une image graphique

Le programme *WALK* montre un petit personnage qui arpente l'affichage. Cette image est créée en incrémentant la position de l'image dans une structure en boucle.

Arguments	Résultats
1 :	1 :

Techniques utilisées

- Image graphique personnalisée dans un programme. (Remarquez que le programmeur dérive la totalité de l'information contenue dans l'image graphique avant d'écrire le programme, en construisant *interactivement* l'image (un petit personnage) dans l'environnement graphique, puis en renvoyant celle-ci dans la ligne de commande.

- Boucle finie FOR ... STEP pour animer l'image graphique. La valeur finale de la boucle est MAXR. Puisque la valeur du compteur ne peut pas être supérieure à MAXR, la boucle s'exécute indéfiniment.

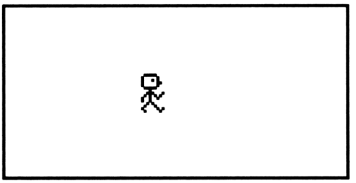
Programme :	**Commentaires :**
«	
GROB 9 15 E300 140015001C001400E300 8000C110AA0094009000 4100220014102800	Place l'image graphique du personnage dans la ligne de commande. (Notez que la portion hexadécimale de l'objet graphique est un entier continu E300...2800. Les sauts de lignes figurant ici ne représentent *pas* des espaces).
→ walk	Crée une variable locale *walk* contenant l'objet graphique.
«	
ERASE (# 0d # 0d) PVIEW	Efface *PICT*, puis l'affiche.
(# 0d # 25d) PICT OVER walk GXOR	Place la première position dans la pile et valide la première image. Cette opération prépare la pile et *PICT* pour la boucle.
5 MAXR FOR i	Commence la boucle pour générer indéfiniment des coordonnées horizontales.
i 131 MOD R→B	Calcule les coordonnées horizontales de l'image suivante.
# 25d 2 →LIST	Spécifie une coordonnée verticale fixe. Place les deux coordonnées dans une liste.
PICT OVER walk GXOR	Affiche la nouvelle image, laissant ses coordonnées dans la pile.
PICT ROT walk GXOR	Efface l'ancienne image, retirant ses coordonnées de la pile.

Programme :	**Commentaires :**
`5 STEP`	Augmente la valeur de la coordonnée horizontale de 5.
»	
»	
ENTER ' WALK STO	Sauvegarde le programme dans *WALK*.

Totalisation : # 18146d
Nombre d'octets : 240,5

Exemple : Envoyez le petit personage se promener.

VAR WALK



Appuyez sur ATTN pour le faire rentrer chez lui (et arrêter le programme).

Remarque

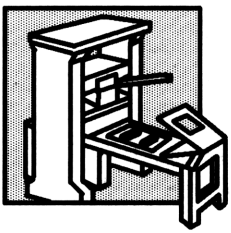
Les programmes de ce chapitre sont repris du logiciel Program Development Link—qui n'a pas été traduit en langue française.

Partie 5

Impression, transfert de données, accessoires

32

Impression



Ce chapitre décrit l'utilisation de votre HP 48 avec une imprimante à liaison par rayons infrarouges (que nous appellerons imprimante à infrarouges) HP 82240B ou HP 82240A, et avec des imprimantes connectées au port série.

Comment installer votre imprimante

Vous pouvez utiliser l'une des imprimantes mentionnées ci-dessus. Commencez par installer correctement votre HP 48 et son imprimante.

Pour installer une imprimante HP 82240B :

1. Placez le HP 48 et l'imprimante sur une surface plane. Dirigez le signe ▲ (il se trouve près du logo Hewlett-Packard juste au-dessus de l'affichage) vers la fenêtre de l'imprimante. Maintenez une distance 45 centimètres.
2. Appuyez sur 34 [+/-] [→] [MODES] [NXT] CF pour vous assurer que l'indicateur −34 est désarmé (son état par défaut).
3. Si vous avez précédemment appuyé sur OLDPR pour une raison quelconque, purgez la variable *PRTPAR*—appuyez sur ['] [VAR] PRTPR [←] [PURGE].

Pour installer une imprimante HP 82240A :

1. Placez le HP 48 et l'imprimante sur une surface plane. Dirigez le signe ▲ (il se trouve près du logo Hewlett-Packard juste au-dessus de l'affichage) vers la fenêtre de l'imprimante. Maintenez une distance de 45 centimètres.
2. Appuyez sur 34 [+/-] [→] [MODES] [NXT] CF pour vous assurer que l'indicateur −34 soit désarmé (son état par défaut).
3. Appuyez sur [←] [PRINT] [NXT] OLDPR pour installer le traietement spécial des caractères du HP 48.

Le jeu de caractères de l'imprimante à infrarouges HP 82240A ne correspond pas à celui du HP 48 (voir appendix C), mais OLDPRT définit les ajustements suivants :

- 24 caractères dans le jeu de caractères du HP 48 (codes 129, 130, 143–157, 159, 166, 169, 172, 174, 184, et 185) ne sont pas disponibles sur l'imprimante HP 82240A—ils impriment ▒.
- Beaucoup de caractères du code ASCII étendu (codes 128 à 255) n'ont pas le même code de caractère. Par exemple, « a le code 171 dans le jeu du HP 48 et le code 146 dans celui de l'imprimante HP 82240A.

Pour annuler OLDPRT pour une imprimante HP 82240A :

32

- Appuyez sur ['] [VAR] PRTPA [←] [PURGE].

Il est nécessaire d'annuler OLDPRT quand vous imprimez un objet graphique sous sa forme graphique.

Pour installer une imprimante série :

- Voir « Installer une imprimante série » en page 32-9.

Consultez le manuel de votre imprimante pour les instructions de fonctionnement.

Imprimer à partir du HP 48

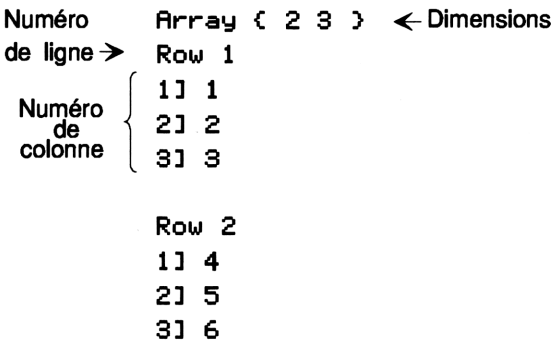
Sauf quelques exceptions, voici les modalités d'impression :

- Un objet est imprimé avec ses délimiteurs.
- Un objet trop grand pour une ligne d'impression continue sur la ligne suivante.
- Un objet-tableau est imprimé en format étendu—voir ci-dessous.
- Un objet graphique est imprimé sous la forme qu'il a dans la pile.

Lorsque vous imprimez un tableau sous sa forme étendue, chaque ligne et colonne est titrée. Par exemple, le tableau 2 × 3

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{bmatrix}$$

est imprimé comme ceci :



Vous pouvez imprimer sur toute imprimante compatible—*avec les restrictions suivantes* :

- Tous les caractères du HP 48 ne s'impriment pas correctement sur une HP 82240A. (Appuyez sur OLDPR dans le menu PRINT pour obtenir autant de caractères corrects que possible.)
- Les caractères spéciaux du jeu de caractères du HP 48 peuvent ne pas s'imprimer correctement sur une imprimante série.
- Vous ne pouvez imprimer un objet graphique sur une imprimante série.

Pour imprimer l'objet placé au niveau 1 :

- Appuyez sur → PRINT (shift *droite*).
  ou
- Appuyez sur ← PRINT PR1.

PR1 imprime une chaîne sans délimiteurs. PR1 imprime un objet graphique sous sa forme *graphique*. (OLDPRT ne peut avoir été activée pour cette opération.)

Pour imprimer l'affichage :

- Maintenez appuyée la touche ON, appuyez sur, et relâchez MTH, puis relâchez ON.
  ou
- Appuyez sur ← PRINT PRLCD.

Cette opération utilise le réglage DELAY en cours. Pour imprimer l'image vers le port série en utilisant ON-MTH, assurez-vous tout d'abord que le port est ouvert—appuyez sur OPENI dans le menu I/O. (OLDPRT ne peut avoir été activée pour cette opération.)

Remarque

Il se peut que les piles s'épuisent suite à des échecs répétés de la commande ON-MTH. Remplacez éventuellement les piles de votre calculateur.

Pour imprimer tous les objets de la pile :

- Pour imprimer des objets sur plusieurs lignes, appuyez sur ← PRINT PRST.
- Pour imprimer des objets en sections d'un objet par ligne, appuyez sur ← PRINT PRSTC.

PRST et PRSTC font une impression de la pile en commençant par l'objet placé au niveau le plus élevé de la pile.

Pour imprimer les objets stockés dans des variables :

- Pour imprimer une variable, saisissez son nom (avec des délimiteurs ') et appuyez sur ← PRINT PRVAR.
- Pour imprimer plusieurs variables, saisissez une liste (avec des délimiteurs { }) contenant les noms des variables, puis appuyez sur ← PRINT PRVAR.

PRVAR imprime les objets graphiques sous leur forme *graphique*. Elle imprime aussi les objets-sauvegarde. PRVAR cherche dans le chemin en cours les variables que vous spécifiez, et imprime le nom et le contenu de chaque variable. (OLDPRT ne peut être actif lors de l'impression d'un objet graphique.)

Pour imprimer une chaîne de caractères :

1. Saisissez les caractères en chaîne (avec des délimiteurs " ").
2. Appuyez sur ◀ PRINT PR1 .

Vous pouvez imprimer toute suite de caractères en utilisant PR1. L'imprimante imprime les caractères sans délimiteurs " ". Les impression suivantes commencent dès la ligne suivante.

Pour imprimer un objet graphique sous forme d'image :

- Pour imprimer l'objet du niveau 1, appuyez sur ◀ PRINT PR1 .
- Pour imprimer un objet stocké dans une variable, saisissez son nom (avec des délimiteurs ') et appuyez sur ◀ PRINT PRVAR.
- Pour imprimer un objet à l'affichage, appuyez sur ON-MTH.

Un objet graphique plus large que 166 points-colonnes est imprimé en segments de 166 colonnes, séparés par un pointillé. Par exemple, un objet large de 350 colonnes serait imprimé en deux segments de 166 colonnes et un segment de 18 colonnes. (OLDPRT ne peut être actif lors de l'impression d'un objet graphique.)

Le tableau suivant résume les commandes d'impression.

Commandes d'impression

Touche	Commande programmable	Description
→ PRINT ON + MTH	PR1	Imprime l'objet du niveau 1. Sur appui simultané, puis relâchement de ON et MTH, imprime l'affichage en cours.
← PRINT :		
PR1	PR1	Imprime l'objet du niveau 1.
PRST	PRST	Imprime tous les objets de la pile, en commençant par l'objet au plus haut niveau.
PRSTC	PRSTC	Imprime tous les objets de la pile sous forme comprimée, en commençant par l'objet au plus haut niveau.
PRLCD	PRLCD	Imprime l'affichage en cours.
PRVAR	PRVAR	Cherche les variables spécifiées dans le chemin en cours, puis imprime le nom et le contenu de chacune. Les variables sont spécifiées par un nom ou une liste placée au niveau 1.
CR	CR	Force l'imprimante à effectuer un retour à la ligne, imprimant le contenu du tampon.
DELAY	DELAY	Définit le délai (inférieur à 6,9 secondes) entre les envois de lignes d'informations vers l'imprimante.
OLDPR	OLDPRT	Remappe les codes de caractères pour correspondre à ceux de l'imprimante HP 82240A.

Impression de haut niveau

Vous pouvez contrôler d'autres aspects de l'impression.

Pour définir l'impression à double interligne :

- Pour définir le double interligne, appuyez sur 37 (+/-) (→) (MODES) (NXT) SF .
- Pour inactiver le double interligne, appuyez sur 37 (+/-) (→) (MODES) (NXT) CF .

L'indicateur −37 définit l'impression à double interligne lorsqu'il est armé.

Pour changer le délai d'attente entre lignes d'impression :

- Saisissez le délai en secondes (pas plus de 6,9) et appuyez sur (←) (PRINT) (NXT) DELAY.

La commande DELAY vous permet de préciser le temps qui sépare l'envoi de deux lignes d'informations, par le HP 48 à l'imprimante à infrarouges HP 82240B. DELAY prend un nombre réel du niveau 1, qui spécifie la durée du délai en secondes. Si vous n'indiquez pas de délai, il est automatiquement de 1,8 secondes. Le délai maximum est de 6,9 secondes.

Lorsque le HP 48 envoie de nombreuses lignes d'informations à l'imprimante (par exemple, pour imprimer un programme), il vaut mieux adopter un délai court. Pour optimiser l'action de l'imprimante, définissez un délai légèrement supérieur au temps que met la tête d'impression pour imprimer une ligne.

Pour insérer des caractères spéciaux du HP 48 dans une chaîne :

1. Saisissez dans l'ordre *chaque section* de la chaîne :
   - Pour introduire le texte normal, saisissez-le sous forme de chaîne (avec des délimiteurs " ") et appuyez sur (ENTER).
   - Pour introduire un caractère special, saisissez son code de caractère et appuyez sur CHR dans le menu PRG OBJ.
2. Appuyez sur (+) autant de fois que nécessaire pour relier les sections de la chaîne.
3. Imprimez la chaîne en utilisant le menu PRINT.

Le tableau de l'annexe C donne la liste de chaque caractère du HP 48 et de son *code de caractère* correspondant. La plupart des caractères

du tableau peuvent être tapés directement sur l'écran au moyen du clavier alphabétique——voir le diagramme du clavier alpha en page 2-9. Par exemple, pour taper $, appuyez sur [α] [←] [4].

Vous pouvez afficher n'importe quel caractère du HP 48, en tapant son code et en exécutant la commande CHR. Certains caractères du tableau de l'annexe C ne figurent *pas* sur le clavier alphabétique. Pour afficher l'un de ces caractères, vous *devez* taper son code et exécuter CHR.

L'imprimante à infrarouges HP 82240B peut imprimer tout caractère du jeu de caractères du HP 48.

Pour insérer des séquences d'échappement dans une chaîne de caractères :

1. Construisez la chaîne de caractères—avec les séquences d'échappement—en utilisant CHR et [+] comme décrit ci-dessus.
2. Imprimez-la en utilisant le menu PRINT.

Vous pouvez choisir divers modes d'impression en envoyant à l'imprimante des *séquences d'échappement*. Une telle séquence est constituée du caractère d'échappement—caractère 27—suivi d'autres caractères. Dès réception d'une séquence d'échappement, l'imprimante adopte le mode correspondant. La séquence d'échappement elle-même ne s'imprime pas. Les manuels d'utilisation des imprimantes décrivent les séquences d'échappement et les codes de contrôle.

Exemple : Les caractères suivants envoient trois ordres à l'imprimante HP 82240B : activer le mode de soulignement, souligner la chaîne HELLO, puis désactiver le mode de soulignement :

```
27 CHR 251 CHR "HELLO" 27 CHR 250 CHR + + + + PR1
```

Pour accumuler des données dans le tampon d'imprimante :

1. Appuyez sur 38 [+/-] [→] [MODES] [NXT] SF .
2. Utilisez les commandes du menu PRINT pour envoyer plusieurs lots de données vers l'imprimante.
3. Appuyez sur CR dans le menu PRINT pour les imprimer.
4. Optionnel : appuyez sur 38 [+/-] [→] [MODES] [NXT] CF pour rétablir l'impression normale.

Vous pouvez imprimer toute combinaison de textes, de graphiques et d'objets sur une même ligne d'impression, en accumulant des données dans le *tampon* d'imprimante.

Normalement, chaque commande d'impression termine la transmission des données en exécutant *automatiquement* la commande CR (*Carriage Return*), qui ordonne à l'imprimante d'effectuer un retour chariot/saut de ligne. Après quoi, le contenu du tampon d'imprimante s'imprime, et la tête d'impression reste à la fin de la ligne d'impression. (Vous pouvez aussi envoyer le caractère 4 ou le caractère 10 pour imprimer le tampon.)

Vous pouvez désactiver l'exécution automatique de la commande CR, en armant l'indicateur −38, qui régit le saut de ligne. Les données fournies par les commandes d'impression suivantes s'accumuleront dans le tampon d'impression et ne s'imprimeront que lorsque vous exécuterez CR manuellement.

Pour une imprimante à infrarouges, quand l'indicateur −38 est armé, suivez ces trois règles :

- Exécutez CR avant d'y accumuler plus de 200 caractères. Sinon, le tampon se remplira et les caractères suivants seront perdus.
- Laissez imprimer une ligne avant d'envoyer d'autres données à l'imprimante. Il faut environ 1,8 seconde par ligne.

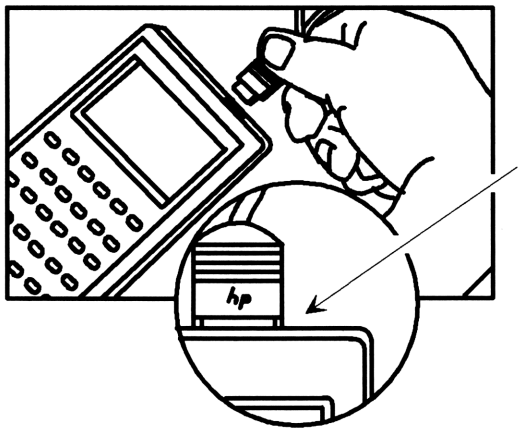
Installer une imprimante série

Vous utilisez un câble pour ordinateur personnel de type série pour relier le HP 48 à l'imprimante. Ce câble est inclus avec l'option Program Development Link, disponible chez votre distributeur HP.

Pour installer une imprimante série :

1. Reliez le connecteur à 9 broches d'un câble série HP 48 à l'imprimante série. Si nécessaire, utilisez un adaptateur 9/25 broches.

2. Insérez le connecteur à 4 broches, logo HP vers le haut, dans le HP 48. Vous sentirez un léger déclic à la mise en place.



3. Appuyez sur 34 [+/-] [→] [MODES] [NXT] SF pour diriger les sorties d'imprimante vers le port série (au lieu du port infrarouges).

4. Appuyez sur 33 [+/-] CF pour vous assurer que l'indicateur −33 est désarmé (son état par défaut).

32

5. Appuyez sur [←] [I/O] SETUP. Ensuite, vérifiez que le HP 48 et l'imprimante utilisent le même débit et la même parité. Si vous le désirez, changez le code de transcodage pour améliorer la lisibilité. Les autres paramètres n'ont pas d'influence sur l'impression. Voir « Définir les paramètres I/O » en page 33-3 pour les détails.

6. Si votre imprimante le protocole XON/XOFF : appuyez sur [←] [I/O] [NXT] OPENI CLOSE pour créer *IOPAR*. Ensuite, appuyez sur [VAR] ['] IOPAR [→] [VISIT] et modifiez le quatrième nombre et faites-en un 1—par exemple, { 9600 0 0 1 3 1 }. Appuyez sur [ENTER].

7. Si votre imprimante ne peut loger 80 caractères sur une ligne, appuyez sur [←] [PRINT] PR1 pour créer *PRTPAR*, puis le paramètre *longueur-de-ligne*—voir « Comprendre la variable PRTPAR », le sujet suivant.

8. Si votre imprimante une séquence de fin de ligne autre qu'un retour-chariot saut de ligne, appuyez sur [←] [PRINT] PR1 pour

créer *PRTPAR*, puis modifiez le paramètre *fin-de-ligne*—voir « Comprendre la variable PRTPAR », le sujet suivant.

Si votre imprimante n'utilise pas le protocole XON/XOFF, le paramètre de *délai* d'impression contrôle le temps d'attente entre l'impression de deux lignes—voir ci-dessous.

Comprendre la variable PRTPAR

Lorsque vous imprimez des informations avec une commande du menu PRINT, le HP 48 crée automatiquement la variable *PRTPAR* dans le répertoire principal *HOME*. *PRTPAR* est une variable réservée contenant une liste qui spécifie la manière avec laquelle le HP 48 traite avec l'imprimante :

{ *dacuteelai* "*remappage*" *longueur-de-ligne* "*fin-de-ligne*" }

Contenu de la liste PRTPAR

Elément	Description	Valeur par défaut
délai	Un nombre réel qui spécifie le délai entre l'envoi des lignes, en secondes—6,9 au maximum. (Définissez-le avec DELAY dans le menu PRINT.)	1,8
"*remappage*"	Une chaîne qui représente la ré-implantation correspondant au jeu de caractères étendu du HP 48. La chaîne peut contenir autant de caractères que vous le désirez. Le premier caractère de la chaîne devient le nouveau caractère 128, le second devient le caractère 129, et ainsi de suite. (Les caractères qui ne figurent pas dans la chaîne ne sont pas remappés.) OLDPRT définit la chaîne de ré-implantation de (« remappage ») pour l'imprimante HP 82240A.	""

Contenu de la liste PRTPAR (suite)

Elément	Description	Valeur par défaut
longueur-de-ligne	Un nombre réel qui spécifie la longueur de ligne, en nombre de caractères, pour l'impression en série uniquement—il n'influence pas l'impression infrarouges.	80
"*fin-de-ligne*"	Une chaîne qui représente la fin de ligne pour impression série uniquement.	"■↲" (caractères 13 et 10)

Vous pouvez modifier n'importe quel paramètre de la variable *PRTPAR*. Toutefois, les chaînes de ré-implantation et de fin de ligne contiennent souvent des caractères spéciaux.

Pour modifier la chaîne de ré-implantation ou de fin de ligne:

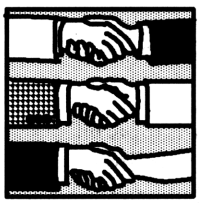
1. Créez la chaîne dans la pile en utilisant CHR et +. Ce processus est expliqué en page 32-7.
2. Appuyez sur VAR ' PRTPA → VISIT
3. Placez le curseur sur le début de l'ancien paramètre et supprimez-le—vous pouvez utiliser DEL→.
4. Appuyez sur →STK ECHO ATTN pour insérer la nouvelle chaîne.
5. Appuyez sur ENTER pour sauvegarder ce changement (ou appuyez sur ATTN pour l'abandonner).

Pour réinitialiser PRTPAR à ses valeurs par défaut:

- Appuyez sur ' VAR PRTPA ← PURGE.

33

Transfert de données avec le HP 48



Vous pouvez échanger des informations entre deux HP 48—ou bien entre un HP 48 etun ordinateur—ou entre un HP 48 et une autre unité série, par exemple une imprimante.

Comment le HP 48 transfère des données

Le HP 48 utilise le protocole de transfert de fichiers *Kermit*, pour transférer des données et pour corriger des erreurs de transmission. Le protocole Kermit a été développé au « Columbia University Center for Computing Activities ».

Les commandes nécessaires pour accomplir le transfert de données par le protocole Kermit sont intégrées dans le HP 48. Rien d'autre n'est nécessaire pour le transfert entre deux HP 48.

Pour échanger des données avec un ordinateur, celui-ci doit exécuter un programme qui met en oeuvre le protocole Kermit. Les possibilités du protocole Kermit sont décrites dans ces ouvrages: *Using MS-DOS Kermit* par Christine M. Gianone, Digital Press, 1990 et *KERMIT, A File Transfer Protocol* par Frank da Cruz, Digital Press, 1987.

Le HP 48 fournit des commandes d'E/S (I/O) série supplémentaires pour les transferts de données non Kermit, par exemple, l'envoi de données sur une imprimante ou un instrument série.

Types de données que vous pouvez transférer

L'unité d'information transférée avec le protocole Kermit est le *fichier*. Dans le contexte HP 48, un fichier peut être constitué de :

- Une variable (contenant n'importe quel objet).
- Un répertoire complet. Lorsque vous transférez un répertoire, tous les sous-répertoires lui appartenant sont également transférés.
- Toute la mémoire utilisateur : toutes les variables que vous avez créées, les affectations des touches utilisateur et le catalogue des alarmes.

Dans tous les cas, une *copie* des données est envoyée à l'appareil récepteur et stockée sous la forme d'un fichier (pour un ordinateur) ou d'une variable dans le répertoire en cours (pour un calculezur).

Lorsque vous transférez un répertoire entre deux HP 48, il est installé dans la machine de destination comme un répertoire normal. Par conséquent, vous pouvez le manipuler comme tout autre répertoire et accéder à toutes ses variables. Ce type de transfert constitue une bonne méthode pour transférer un ensemble d'objets associés—par exemple, un ensemble de programmes et ses variables.

Lorsque vous transférez un répertoire contenant toute la mémoire utilisateur, entre un HP 48 et un ordinateur, c'est un seul fichier qui est envoyé et vous ne pouvez pas accéder facilement au contenu des variables qu'il contient. C'est pourquoi cet envoi ne se justifie que lorsqu'un répertoire est envoyé vers un ordinateur à des fins d'archivage. Lorsque le but d'un transfert est l'utilisation du fichier arrivé à destination (par exemple, pour modifier un programme sur votre ordinateur), vous devez transférez le contenu de la variable individuelle. Si vous placez les noms de variables dans une liste et utilisez la commande SEND pour transférer les données, vous pourrez ensuite accéder à chacune des variables.

Choisir un modèle de transfert

Deux configurations de protocole Kermit sont disponibles pour le transfert entre deux unités :

- **Local/Local.** Les *deux* machines sont commandées « localement » à partir de leurs propres claviers, et les commandes Kermit peuvent être émises *par l'une ou l'autre.*
- **Local/Serveur.** Une machine est commandée *localement* et l'autre est un *serveur.* Le serveur attend passivement des instructions Kermit de l'émetteur.

Le mode Local/Serveur est pratique dans la mesure où, après installation du serveur, une seule machine commande la manoeuvre.

Définir les paramètres I/O

Les paramètres d'Entrées/Sorties détermine la manière avec laquelle le HP 48 communique. Pour aue deux unités puissent communiquer, il est indispensable qu'elles utilisent les mêmes paramètres I/O.

Pour prendre connaissance, et modifier les paramètres I/O du HP 48 :

1. Appuyez sur ← I/O SETUP.
2. Pour modifier n'importe quel paramètre, appuyez sur la touche correspondante de menu jusqu'à ce que le paramètre ait la valeur désirée—voyez le tableau ci-dessous.

Les paramètres recommandés pour certains types de transferts sont résumés dans le tableau suivant.

Commandes de configuration

Touche	Commande programmable	Description
◀ I/O SETUP :		
IR/W		Fait alterner les modes IR (infrarouges) et Wire (série). En mode IR, la sortie est envoyée au port à infrarouges. En mode Wire, la sortie est envoyée au port série. (L'indicateur −33 indique ce réglage.)
ASCII		Fait alterner les modes de transmission ASCII et binaire. (L'indicateur −35 indique ce réglage.)
BAUD	BAUD	Disponibles : 1200, 2400, 4800, et 9600 bauds. (Par défaut : 9600 bauds.)
PARIT	PARITY	Fait défiler impaire (1), paire (2), marque (3), espace (4) et pas de parité (0). (Par défaut : pas de parité).
CKSM	CKSM	Fait défiler les options de total de contrôle (détection des erreurs). CKSM indique le type demandé au début d'une commande SEND. Trois choix : 1 (total de contrôle arithmétique à 1 chiffre), 2 (à 2 chiffres), et 3 (à 3 chiffres). Les transmissions IR (infrarouges) utilisent 3 (Par défaut : 3).
TRAN	TRANSIO	Fait défiler les options de code de traduction de caractère. Trois choix possibles : 0 (pas de traduction), 1 (code 10), 2 (128 à 159), ou 3 (128 à 255). Non utilisé pour les transferts binaires. (Par défaut : 1).
◀ REVIEW		Ré-affiche ces informations.

Les commandes BAUD, PARITY, CKSM et TRANSIO utilisent un argument numérique au niveau 1.

Choisir entre transfert ASCII ou binaire

Le HP 48 protocole Kermit utilise deux modes de tranfert—ASCII et binaire. Pour un l'*envoi* rapide des données, utilisez les modes suivants :

- Pour les transferts HP 48—HP 48 utilisez le mode binaire.
- Pour les transferts HP 48—ordinateur au cours desquels vous afficherez ou éditerez les fichiers sur l'ordinateur, utilisez le mode ASCII.
- Pour les transferts HP 48—ordinateur où vous vous bornerez à stocker les données sur l'ordinateur, utilisez le mode binaire.

Le HP 48 utilise automatiquement le mode binaire quand il envoie des bibliothèques ou des objets de sauvegarde, et quand il effectue un archivage de toute la mémoire-utilisateur.

Lorsqu'il *reçoit des données*, le HP 48 traite tous les fichiers comme fichiers ASCII à moins qu'il ne reconnaisse le codage de fichier binaire HP 48, auquel cas il passe automatiquement en mode binaire.

En mode ASCII, les caractères sont convertis selon l'option de conversion de caractère. C'est ce qui rend possibles l'affichage et la modification de ces fichiers sur un ordinateur. Voir « Comprendre les transferts ASCII » en page 33-23.

En mode binaire, ce traitement élaboré n'est pas nécessaire. Aucune conversion de caractères n'est effectuée et les fichiers ne peuvent être affichés par un ordinateur.

Choisir l'option de parité

Si le réglage de parité est un nombre positif, il est utilisé en émission et en réception. Si c'est un nombre négatif, il n'est utilisé qu'en transmission, et la parité n'est pas vérifiée pendant la réception. La touche de menu PARIT ne fait défiler que les choix positifs.

Pour définir une option de parité négative (émission uniquement), tapez le numéro de l'option et appuyez sur +/- → ENTRY PARIT ENTER. (Vous pouvez aussi modifier le paramètre de parité dans *IOPAR*—voir « Comprendre la variable IOPAR » en page 33-25.)

Choisir l'option de traduction

Le code code de traduction n'influence que les données transférées en mode ASCII. Le choix du code de traduction dépend du type de transfert :

- Pour les transferts HP 48—HP 48 le code de traduction est ignoré si vous utilisez le mode binaire. (Si vous utilisez le mode ASCII, le code de traduction n'influence pas les résultats—seulement la vitesse.)
- Pour les transferts ASCII HP 48—ordinateur et ordinateur—HP 48, le code de traduction dépend du logiciel que vous utilisez sur l' ordinateur pour afficher ou modifier le fichier. Voir pour cela la discussion ci-dessous. (Pour les transferts binaires, le code de traduction est ignoré.)

Le jeu de caractères du HP 48 contient certains caractères que la plupart des logiciels ne peuvent afficher sur ordinateur. Les caractères portant les codes 160 à 255 nécessitent des logiciels qui prennent require software qui prennent en charge le jeu de caractère ISO 8859. Les caractères supplémentaires portant les codes 128 à 159 nécessitent des logiciels qui prennent en charge le HP 48, tel Program Development Link de Hewlett-Packard.

33

Le code de traduction détermine le traitement de ces caractères lorsqu'ils sont envoyés ou reçus par le HP 48 :

- Si vous utilisez des logiciels d'ordinateur qui ne prennent pas en charge certains des caractères du HP 48, utilisez le code de traduction 2 ou 3.
- Si vous transférez des chaînes contenant des données binaires, utilisez le code de traduction 0.
- Si vous désirez simplement obtenir des données ASCII, utilisez le code de traduction 1 (le code par défaut).
- Si le HP 48 reçoit des données contenant un en-tête %%HP, le code de traduction est ignoré—voir « Comprendre les transferts ASCII » en page 33-23.

Le tableau suivant montre les traductions effectuées par le HP 48 pendant les transferts ASCII. Il indique les codes de caractères et les caractères qui sont traduits. Les nobres « 10 » et « 10,13 » indiquent des conversions de séquences de fin de ligne en utilisant des caractères saut de ligne (10) et retour chariot (13). Les saisies *\trad.* sont des traductions avec « anti-slash », qui indiquent certains caractères du

HP 48 sous forme de texte ASCII—ils sont définis dans le second tableau.

Le second tableau montre les traductions « anti-slash » des caractères portant un numéro de code supérieur à 127—ils ne sont utilisés que par les codes de traduction 2 et 3, comme indiqué dans le premier tableau.

Résumé des options de traductions pour données ASCII

Option 0	Option 1	Option 2	Option 3
Données émises par le HP 48			
	10 → 10,13	10 → 10,13 \ → \\ 128 → *trad.* ⋮ 159 → *trad.*	10 → 10,13 \ → \\ 128 → *trad.* ⋮ 255 → *trad.*
Données reçues par le HP 48			
	10,13 → 10	10,13 → 10 \\ → \ *trad.* → *car.* \000 → *car.* ⋮ \159 → *car.*	10,13 → 10 \\ → \ *trad.* → *car.* \000 → *car.* ⋮ \255 → *car.*

Traductions de caractères ASCII (codes 128-255)

Code HP 48	Car. HP 48	Trad.	Code HP 48	Car. HP 48	Trad.	Code HP 48	Car. HP 48	Trad.
128	∠	\<)	142	←	\<-	156	Π	\PI
129	≥	\>-	143	↓	\\| v	157	Ω	\GW
130	▽	\.V	144	↑	\\| ^	158	■	\[]
131	√	\v/	145	γ	\Gg	159	∞	\oo
132	∫	\.S	146	δ	\Gd	171	«	\<<
133	Σ	\GS	147	∈	\Ge	176	°	\^o
134	▶	\\| >	148	η	\Gn	181	μ	\Gm
135	π	\pi	149	θ	\Gh	187	»	\>>
136	∂	\.d	150	λ	\Gl	215	×	\.x
137	≤	\<=	151	ρ	\Gr	216	Ø	\O/
138	≥	\>=	152	σ	\Gs	223	β	\Gb
139	≠	\=/	153	τ	\Gt	247	÷	\:-
140	α	\Ga	154	ω	\Gw	*nnn*	autre	*nnn*
141	→	\->	155	Δ	\GD			

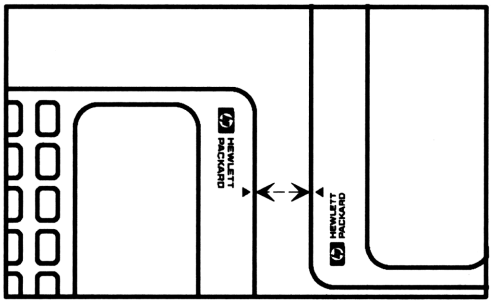
33

Transfert de données entre deux HP 48

Pour préparer des transferts HP 48—HP 48 :

1. **Emetteur.** Passez au répertoire où se trouvent les variables que vous désirez envoyer.
2. **Emetteur.** Utilisez le menu I/O SETUP pour définir les modes IR et binaire et un total de contrôle 3.
3. **Récepteur.** Passez au répertoire où se trouvent les variables que vous désirez stocker.
4. **Récepteur.** Utilisez le menu I/O SETUP pour définir le mode IR.
5. **Récepteur.**
   - Pour permettre aux données reçues de remplacer les variables existantes portant un même nom, armez l'indicateur −36.
   - Pour résoudre tous conflits en créant de nouveaux noms avec suffixes numériques, désarmez l'indicateur −36 (son état par défaut).

6. Mettez face à face les ports infrarouges en utilisant les repères ▲ (au-dessus du logo Hewlett-Packard). La distance entre les calculateurs ne peut excéder 5 centimètres.



Pour transférer une variable (configuration local/local):

1. **Récepteur.**
   - Pour stocker la variable en utilisant son nom d'origine, appuyez sur ◀ I/O RECV .
   - Pour stocker la variable en utilisant un nouveau nom, tapez un nom (avec délimiteurs ' ou ") et appuyez sur ◀ I/O NXT RECN .
2. **Emetteur.** Saisissez le nom de la variable que vous désirez envoyer (avec délimiteurs ') et appuyez sur ◀ I/O SEND .
3. Optionnel : pour transférer d'autres variables, répétez les étapes précédentes.
4. **Emetteur et Récepteur.** Optionnel : pour conserver l'énergie des piles, appuyez sur NXT CLOSE.

Pour transférer une variable (configuration local/serveur):

1. **Serveur.** Appuyez sur ▶ I/O (*ou* ◀ I/O SERVE).
2. **Local.**
   - Pour envoyer une variable, saisissez le nom de la variable (avec délimiteurs ') et appuyez sur ◀ I/O SEND .
   - Pour recevoir une variable, saisissez son nom (avec délimiteurs ') et appuyez sur ◀ I/O KGET .
3. Optionnel : pour recevoir d'autres variables, répétez le point 2.
4. **Local.** Pour terminer la session, appuyez sur FINIS.
5. **Serveur et Local.** Optionnel : pour épargner les piles, appuyez sur NXT CLOSE.

Pour transférer plusieurs variables à la fois (toutes configurations), utilisez une liste de la forme { nom_1 nom_2 ... } comme argument de SEND ou KGET.

Pour renommer les variables transférées (configuration local/serveur), utilisez une liste emboîtée de la forme { { nom_{ancien} $nom_{nouveau}$ } ... } comme argument de SEND ou KGET.

Pour envoyer une commande HP 48 au serveur (configuration local/serveur):

1. Saisissez la commande sous forme de chaîne (avec délimiteurs " ").
2. Saisissez la chaîne "C".
3. Appuyez sur ◀ I/O NXT PKT.

Exemple: Pour purger la variable *ABC* sur le serveur, tapez "'ABC' PURGE" et "C" et appuyez sur PKT.

Pour mettre fin au mode serveur sur le HP 48:

- Appuyez sur ATTN.

33

Transfert de données entre ordinateur et HP 48

Il y a bien des raisons pour transférer des informations entre un ordinateur et le HP 48—sauvegarde de la mémoire-utilisateur, modification d'un programme sur ordinateur, ou simplement conception d'un programme sur ordinateur puis exécution sur le calculateur.

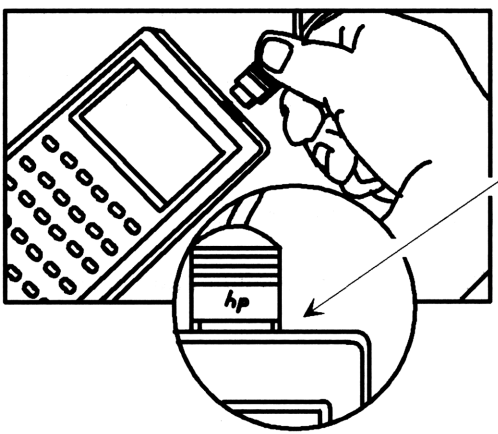
Le programme Program Development Link de Hewlett-Packard offre une procédure de transfert des données entre un ordinateur et votre HP 48. Il a été conçu pour la création et la modification de programmes pour le HP 48. Il définit automatiquement les paramètres I/O pour le transfert de données et la sauvegarde de la mémoire du HP 48.

Préparer l'ordinateur et le HP 48

Un câble d'interface série est utilisé pour relier le HP 48 à l'ordinateur. Ce câble est aussi inclus avec le Program Development Link et le Kit d'interface série, disponibles chez votre distributeur HP.)

Pour relier le HP 48 à l'ordinateur:

1. Connectez le côté « ordinateur » du câble au port série de l'ordinateur. Si nécessaire, utilisez un adaptateur.
2. Tournez le connecteur à quatre broches face portant la marque HP vers le haut, puis reliez le câble au HP 48. Vous sentirez un déclic de mise en place.



Pour préparer des transferts HP 48—ordinateur:

1. **HP 48.** Appuyez sur (←)(I/O) SETUP) et définissez les paramètres suivants :
   - Mode Wire.
   - Mode ASCII *ou* mode binaire—le mode doit se rapporter au mode Kermit sur l'ordinateur. (Voir « Choisir entre transfert ASCII ou binaire » en page 33-5.)
   - Le débit en bauds doit correspondre à celui du protocole Kermit sur l'ordinateur.
   - La parité doit correspondre à la parité Kermit l'ordinateur.
   - Total de contrôle (Checksum) peut adopter n'importe quelle option (1 est la plus rapide).

- Le code de traduction peut être choisi librement. (Voir « Choisir l'option de traduction » en page 33-6.)

2. **HP 48.** Passez au répertoire où se trouvent les variables que vous désirez envoyer ou sauvegarder.
3. **HP 48.**
   - Pour autoriser le remplacement des données existantes par celles qui sont reçues, armer l'indicateur −36.
   - Pour résoudre les conflits de noms en créant de nouveaux noms de variables avec des suffixes numériques, désarmez l'indicateur −36 (son état par défaut).
4. **HP 48.** Optionnel : appuyez sur ◀ I/O NXT OPENI pour ouvrir port série du HP 48.
5. **Ordinateur.** Passez au répertoire où se trouvent les fichiers que vous désirez envoyer ou sauvegarder.
6. **Ordinateur.** Exécutez sur l'ordinateur le programme qui établit le protocole Kermit.
7. **Ordinateur.** Si vous utilisez le mode binaire, et si le programme Kermit sur l'ordinateur a une commande de mode binaire, exécutez la commande.

Transfert de variables et de fichiers

33

Pour envoyer un fichier au HP 48 (configuration local/local) :

1. **HP 48.**
   - Pour stocker le fichier dans une variable du même nom, appuyez sur ◀ I/O RECV .
   - Pour stocker le fichier dans une variable en utilisant un nouveau nom, tapez un nom (avec délimiteurs ' ou ") et appuyez sur ◀ I/O NXT RECN .
2. **Ordinateur.** Exécutez la commande Kermit pour envoyer le fichier, par exemple SEND *fichier*.
3. Optionnel : pour transférer d'autres fichiers, répétez les étapes 1 et 2.
4. **HP 48.** Optionnel : pour épargner les piles, appuyez sur NXT CLOSE.

Pour envoyer une variable à l'ordinateur (configuration local/local) :

1. **Ordinateur.** Exécutez la commande Kermit pour recevoir un fichier, par exemple RECEIVE.

2. **HP 48.** Saisissez le nom de la variable (avec délimiteurs ') et appuyez sur ◀ I/O SEND .
3. Optionnel : pour transférer des variables supplémentaires, répétez les étapes 1 et 2.
4. **HP 48.** Optionnel : pour épargner les piles, appuyez sur NXT CLOSE.

Pour envoyer plusieurs variables à la fois, utilisez une liste de la forme { *nom*$_1$ *nom*$_2$ ... } comme argument pour SEND.

Pour transférer les données en utilisant le HP 48 (configuration local/serveur) :

1. **Ordinateur.** Exécutez la commande Kermit pour en faire le serveur, par exemple SERVER.
2. **HP 48.**
   - Pour envoyer une variable, saisissez son nom (avec délimiteurs ') et appuyez sur ◀ I/O SEND .
   - Pour recevoir un fichier dans une variable, saisissez le nom de fichier (avec délimiteurs " ") et appuyez sur ◀ I/O KGET .
3. Optionnel : pour transférer des variables supplémentaires, répétez l'étape 2.
4. **HP 48.** Pour mettre fin à la session, appuyez sur FINIS.
5. **HP 48.** Optionnel : pour épargner les piles, appuyez sur NXT CLOSE.

Pour envoyer plusieurs variables à la fois, utilisez une liste de la forme { *nom*$_1$ *nom*$_2$ ... } comme argument pour SEND.

Pour renommer les variables reçues, utilisez une liste emboîtée de la forme { { *nom*$_{\text{ancien}}$ *nom*$_{\text{nouveau}}$ } ... } comme argument pour KGET.

Pour transférer des données en utilisant l'ordinateur (configuration local/serveur) :

1. **HP 48.** Appuyez sur ▶ I/O (*ou* ◀ I/O SERVE).
2. **Ordinateur.**
   - Pour envoyer un fichier au HP 48, exécutez la commande Kermit pour envoyer le fichier, par exemple SEND *fichier*.
   - Pour recevoir une variable venant du HP 48, exécutez la commande Kermit pour récupérer un fichier, par exemple GET *nom de fichier*.

3. Optionnel : pour transférer des variables supplémentaires, répétez l'étape 2.
4. **Ordinateur.** Pour mettre fin à la session, exécutez la commande Kermit pour mettre fin à sa fonction, par exemple FINISH.
5. **HP 48.** Optionnel : pour épargner les piles, appuyez sur NXT CLOSE.

Pour envoyer une commande à un ordinateur serveur (configuration local/serveur) :

1. **HP 48.** Saisissez la commande sous forme de chaîne (avec délimiteurs " ").
2. **HP 48.** Saisissez la chaîne "C".
3. **HP 48.** Appuyez sur ← I/O NXT PKT.

Pour envoyer une commande à un HP 48 serveur (configuration local/serveur) :

- **Ordinateur.** Exécutez une *commande* Kermit REMOTE HOST, où *commande* représente une ou plusieurs commandes HP 48, ou d'autres objets.

Pour mettre fin mode serveur sur le HP 48 :

33 - **HP 48.** Appuyez sur ATTN.

Sauvegarder la totalité de la mémoire du HP 48

Vous pouvez sauvegarder et restaurer le contenu entier du répertoire *HOME* dans un fichier sur votre ordinateur. Le répertoire *HOME* comprend toutes les variables, assignations de touches et alarmes. Vous pouvez aussi inclure tous les réglages d'indicateur que vous désirez.

Le Program Development Link de Hewlett-Packard présente les commandes pour la sauvegarde automatique et la restauration de la mémoire de HP 48 à partir d'un ordinateur.

Les étapes suivantes supposent que vous avez préparé ordinateur et HP 48 pour le transfert de données—voir « Préparer l'ordinateur et le HP 48 » en page 33-11.

Attention

Lorsque vous sauvegardez la mémoire, assurez-vous que l'horloge n'est pas présente à l'affichage. Si c'est le cas, elle risque de causer une perte des données stockées en mémoire après la sauvegarde.

Pour sauvegarder la totalité de la mémoire-utilisateur dans un fichier sur ordinateur :

1. **Ordinateur.** Exécutez la commande Kermit pour définir un transfert binaire, si disponible.
2. **Ordinateur.** Exécutez la commande Kermit pour recevoir un fichier ou en faire le serveur, par exemple RECEIVE ou SERVER.
3. **HP 48.** Optionnel : pour sauvegarder les réglages d'indicateurs également, appuyez sur → MODES NXT RCLF, tapez un nom de variable d'indicateur (avec délimiteurs ') , et appuyez sur STO.
4. **HP 48.** Saisissez l'objet identifié `:IO:` *nom* dans la pile, *nom* étant le nom du fichier à créer sur l'ordinateur.
5. **HP 48.** Appuyez sur ← MEMORY NXT NXT ARCHI.
6. **HP 48.** Pour mettre fin à la session, appuyez sur ← I/O FINIS.
7. **HP 48.** Optionnel : pour épargner les piles, appuyez sur NXT CLOSE.

ARCHIVE utilise toujours le transfert binaire, quel que soit le réglage ASCII/binaire côté HP 48.

Attention

Utilisez la commande RESTORE avec précaution ; le fait de restaurer complètement la mémoire utilisateur efface la mémoire en cours et la remplace par la copie de sauvegarde.

Pour restaurer la mémoire-utilisateur à partir d'un fichier d'ordinateur :

1. Transférez le fichier d'ordinateur vers une variable du HP 48 en utilisant l'une des méthodes de transfert de données évoquées dans la section précédente.
2. **HP 48.** Tapez le nom de la variable reçue (avec délimiteurs ') et appuyez sur → RCL pour rappeler l'objet-sauvegarde.
3. **HP 48.** Appuyez sur ← MEMORY NXT NXT RESTO.
4. **HP 48.** Optionnel : pour restaurer les réglages d'indicateur précédemment sauvegardés, tapez le nom de la variable d'indicateur

(avec délimiteurs '), appuyez sur ▶ RCL, et appuyez sur ▶ MODES NXT STOF .

5. **HP 48.** Optionnel : pour épargner les piles, appuyez sur ◀ I/O NXT CLOSE.

Exemple : Pour sauvegarder la mémoire dans un fichier nommé *AOU1*, saisissez l'objet identifié :IO:AOU1 comme nom de sauvegarde. Ensuite, si vous récupérez ces données sur le HP 48, il vous suffit de taper 'AOU1' et d'appuyer sur ▶ RCL pour rappeler Backup HOMEDIR dans la pile—et vous trouver prêt à exécuter la commande RESTORE.

Choisir et utiliser des noms de fichiers

Les conventions sont différentes pour les fichiers d'ordinateur et les variables sur le HP 48.

Lorsque le HP 48 *reçoit* un fichier provenant d'un ordinateur, certaines difficultés peuvent se présenter, dues au nom du fichier d'ordinateur. (Vous pouvez éviter ce problème en renommant les données reçues, comme indiqué dans les instructions de transfert, plus haut.)

- Si le nom de fichier contient des caractères non autorisés pour un nom de variable (par exemple AB# ou {ABC}), le HP 48 interrompt le transfert et envoie un message d'erreur à l'ordinateur.
- Si le nom de fichier correspond à une des commandes intégrées (par exemple SIN ou DUP), le HP 48 ajoute au nom un nombre-suffixe (par exemple SIN.1).
- Si le nom correspond au nom d'une des variables du répertoire en cours et que l'indicateur −36 est désarmé (pour protéger les variables existantes), un nombre suffixe est ajouté au nom (par exemple NOM.1).

Lorsque le HP 48 *envoie* une variable à un ordinateur, il se peut que son nom soit incompatible avec les conventions de nom des logiciels de l'ordinateur. Son transfert peut aboutir à une erreur pour cette simple raison ; vous pouvez éviter ce problème en renommant la variable avant de l'envoyer.

Recevoir des données d'autres calculateurs

Le HP 48 est capable de recevoir des données d'un autre calculateur si celui-ci est muni d'un port pour imprimante infrarouges—les données sont reçues comme des objets-chaînes. Pour ce faire, vous avez besoin du programe INPRT pour le HP 48, disponible dans le kit d'interface série et de manière électronique sur le service de messagerie *HP Calculator Bulletin Board system*—voir la couverture intérieure.

Envoyer des commandes Kermit

Si le HP 48 est l'unité *locale* d'une configuration local/serveur, vous pouvez l'utiliser pour envoyer des commandes Kermit pour exécution par le serveur, par un autre HP 48 ou par un ordinateur. Si le HP 48 est *serveur*, vous pouvez lui envoyer des commandes Kermit. Les étapes suivantes supposent que le récepteur est déjà configuré en tant que serveur.

Pour envoyer une commande Kermit à partir d'un HP 48 :

1. Saisissez la commande sous forme de chaîne (avec délimiteurs " ").
2. Saisissez le type de paquet (avec délimiteurs " ").
3. Appuyez sur ← I/O NXT PKT .

Le serveur l'une des réponses suivantes à une commande PKT :

- Un message d'accusé de réception. La réponse à l'envoi du paquet est renvoyée sous forme de chaîne au niveau 1—une chaîne vide est renvoyée si une réponse n'est pas nécessaire.
- Un paquet « erreur ». Le HP 48 affiche brièvementle contenu du paquet d'erreur. Pour le récupérer, appuyez sur ← I/O NXT KERR .

Exemple : Pour demander un listage de répertoire, tapez "DIRECTORY" et "G" et appuyez sur PKT . Le répertoire est renvoyé sous forme de chaîne.

Obtenir plus d'informations sur les erreurs Kermit

Si une erreur Kermit se produit pendant le occurs pendant a transfert, le transfert a échoué. Vous recevrez habituellement un message sur l'affichage du HP 48, tel que `Invalid Syntax` et des information supplémentaires.

Pour récupérer le paquet d'erreur Kermit:

- Appuyez sur ◀ I/O NXT KERR .

La commande KERRM renvoie le paquet d'erreur le plus récent sous forme de chaîne. Le chaîne est effacée par la commande CLOSEIO.

Résumé des commandes Kermit

Le menu I/O Menu—Commandes Kermit

Touche	Commande programmable	Description
◀ I/O (pages 1 et 2):		
SEND	SEND	Envoie le contenu d'une ou plusieurs variables vers une autre unité. Prend un argument au niveau 1—le nom de la variable ou une liste de noms.
RECV	RECV	Indique au HP 48 d'attendre la réception d'une variable venant d'une autre unité Kermit.
SERVE	SERVER	Place le HP 48 en mode Kermit serveur. (Aussi ▶ I/O.) Appuyez sur ATTN pour annuler.
KGET	KGET	Obtient une ou plusieurs variables d'une untié serveur. Prend un argument au niveau 1—le nom de la variable demandée, ou une liste de noms.

Le menu I/O Menu—Commandes Kermit (suite)

Touche	Commande programmable	Description
FINIS	FINISH	Donne la commande Kermit FINISH à une unité serveur pour mettre fin au mode serveur.
SETUP		Affiche le menu SETUP pour réglage des paramètres I/O.
RECN	RECN	Identique à RECV pour une seule variable, sauf que son argument est un nom. Le fichier reçu est stocké sous ce nom.
PKT	PKT	Donnela possibilité d'envoyer une commande « paquet » au serveur. Prend le champ de données paquet sous forme de chaîne au niveau 2 et le le type de paquet sous forme de chaîne au niveau 1.
KERR	KERRM	Renvoie le texte de l'erreur Kermit la plus récente.
OPENI	OPENIO	Ouvre le port série en utilisant les paramètres I/O de *IOPAR*.
CLOSE	CLOSEIO	Ferme le port série, efface le message KERRM et efface le tampon de réception de données.
→ I/O		Place le HP 48 en mode Kermit serveur. (Identique à SERVE.) Appuyez sur ATTN pour annuler.

Envoyer et recevoir des données sans protocole Kermit

Vous pouvez envoyer et recevoir des données et des commandes avec des unités série qui n'utilisent *pas* le protocole Kermit, par exemple des imprimantes et des instruments série, en utilisant des commandes génériques d'entrées-sorties (I/O).

Pour transférer des données série vers une unité série non-Kermit :

1. Appuyez sur ◀ I/O SETUP et définissez les paramètres I/O qui correspondent à ceux de l'unité série.
2. Si cette unité série utilise ou transmet les signaux de régulation (XON/XOFF) pendant les transferts, appuyez sur ◀ I/O NXT OPENI CLOSE pour vous assurer de l'existence de *IOPAR*, puis appuyez sur VAR ' IOPAR ▶ VISIT :
   - Pour recevoir des données en utilisant la régulation, faites un 1 du troisième nombre.
   - Pour envoyer des données en utilisant la régulation, faites un 1 du quatrième nombre—par exemple, `{ 9600 0 0 1 3 1 }`.

   Appuyez sur ENTER.
3. Optionnel : appuyez sur ◀ I/O NXT OPENI pour ouvrir le port série du HP 48. Cette étape n'est pas nécessaire pour la plupart des connexions, mais prévient les difficultés causées par l'incapacité de certaines unités de communiquer avec un port fermé.)
4. Pour envoyer ou recevoir des données ou des commandes série, utilisez les touches de menu I/O—voyez le tableau ci-dessous.

Attention

Lorsque vous utilisez les commandes décrites ci-dessous pour transférer des données avec un débit de 9600 bauds, assurez-vous que l'horloge n'est pas affichée. Si elle l'est, elle peut interrompre le transfert ou corrompre les données transférées.

Le menu I/O—Commandes I/O série

Touche	Commande programmable	Description
◀ I/O (page 3) :		
XMIT	XMIT	Envoie la chaîne du niveau 1 sans protocole Kermit. Après l'envoi de la totalité de la chaîne, le chiffre 1 est renvoyé au niveau 1. Si toute la chaîne n'a pas été transmise, 0 est renvoyé et la partie non transmise est renvoyée au niveau 2—exécutez ERRM pour voir le message d'erreur.
SRECV	SRECV	Reçoit le nombre of caractères spécifié au niveau 1.Dans le cas d'un transfert réussi, les caractères sont renvoyés au niveau 2 sous forme de chaîne, et 1 est renvoyé au niveau 1. Lors d'un transfert réussi, les caractères apparaissent au niveau 2 sous forme de chaîne et 1 est renvoyé au niveau 2. Lors d'un échec de transfert, un 0 est renvoyé au niveau 1—exécutez ERRM pour le lire. (ceci ce produit si les caractères contiennent une erreur de parité, de cadrage ou de dépassement ou si le nombre de caractères spécifié n'est pas reçu avant l'expiration du délai, par défaut 10 secondes.) Les caractères sont pris dans le tampon de réception—il n'y a pas d'attente si vous spécifiez le nombre de caractères dans le tampon, qui est renvoyé par BUFLE.
STIME	STIME	Définit la temporisation de transmission/ réception série au nombre de secondes spécifié au niveau 1). Ce nombre peut être compris entre 0 et 25,4 secondes. Si 0, il n'y aura pas de temporisation (qui pourrait affaiblir les piles).

Le menu I/O—Commandes I/O série (suite)

Touche	Commande programmable	Description
SBRK	SBRK	Envoie un signal série BREAK.
BUFLE	BUFLEN	Renvoie le nombre de caractères du tampon d'entrée du HP 48, dans le niveau 2, en même temps qu'un 1 (pas d'erreur de trame ou de débordement UART), ou un 0 (erreur de trame ou débordement UART) dans le niveau 1. Si un 0 est renvoyé, le nombre de caractères renvoyé dans le niveau 2 représente la partie des données reçues *avant* l'erreur. Par conséquent, ce nombre peut servir à localiser l'erreur.

Remarque

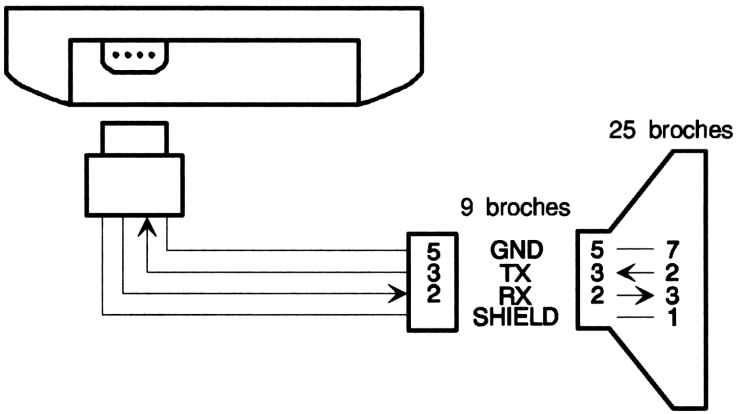
Même si XMIT, SRECV et BUFLEN vérifient les mécanismes d'émission et de réception, l'intégrité des données n'est pas vérifiée. Vous pouvez néanmoins vous assurer que les données envoyées et les données reçues sont identiques, en ajoutant un total de contrôle à la fin des données envoyées, et en vérifiant ce total de contrôle à la réception.

33

XMIT, SRECV et SBRK ouvrent automatiquement le port IR/série en utilisant les valeurs en cours des quatre premiers paramètres *IOPAR* (baud, parité, régulation réception et régulation transmission), et le réglage IR/wire en cours (voir l'utilisation de IR/W dans le menu I/O SETUP). Si vous ouvrez le port, le tampon de réception peut recevoir les données (jusqu'à 255 caractères), même avant l'exécution de SRECV.

Réaliser une connexion série

Vous connectez normalement un câble d'interface série au port série. Ce câble est inclus dans le kit Program Development Link et dans celui de l'interface série, disponibles par l'intermédiaire de votre distributeur HP.) Le diagramme suivant détaille le câblage utilisé par la version PC du câble série et son adaptateur, et les connexions terre (GND), transmission (TX), réception (RX) et la protection (SHIELD).



Câble d'interface série et adaptateur (version PC)

Comprendre les transferts ASCII

Si vous désirez modifier, afficher ou imprimer le fichier HP 48 sur ordinateur, vous *devez* utiliser le mode ASCII.

Lorsque les données sont *envoyées* par le HP 48 en mode ASCII :

- Elles sont converties du format interne HP 48 en une suite de caractères.
- Un en-tête %%HP est ajouté à leur début. Il décrit certains réglages—le code de traduction, le mode d'angle, le séparateur décimal.

Lorsque les données sont *reçues* par le HP 48 en mode ASCII :

- Elles sont compilées en format interne HP 48.
- Si un en-tête %%HP est présent, tous les modes spécifiés dans la ligne sont temporairement définis dans le HP 48 pour la durée du transfert—de sorte que le calculateur-récepteur puisse reconstruire exactement l'objet anvoyé par l'ordinateur. Si un mode n'est pas spécifié—ou si un en-tête n'est pas inclus—le HP 48 utilise ses réglages en cours.

L'en-tête %%HP est une manière commode de définir le code de traduction, le mode d'angle et le séparateur décimal—sans avoir à vérifier les réglages au moment du transfert. Voici le format de la ligne de titre :

%%HP: T(*code*)A(*angle*)F(*séparateur*);

où

T(*code*) S'il est présent, spécifie le code de traduction utilisé lorsque le HP 48 *reçoit* des données : T(0) (pas de traduction), T(1) (code 10), T(2) (codes 128–159), ou T(3) (codes 128–255). Voir « Choisir l'option de traduction » en page 33-6.

33

A(*angle*) S'il est présent, spécifie le mode d'angle utilisé lors de la *réception* de données par le HP 48 : A(D) (degrés), A(R) (radians) ou A(G) (grades).

F(*séparateur*) S'il est présent, spécifie le séparateur décimal utilisé lors de la *réception* de données par le HP 48 : F(.) (point) ou F(,) (virgule).

Si vous utilisez votre ordinateur pour créer les données (par exemple un programme HP 48) ou pour modifier des données provenant du calculateur, incluez un en-tête %%HP au début du fichier. Le fichier sera transféré et interprété correctement.

Exemple : Un en-tête %%HP: A(D); définit le mode d'angle Degrés pendant le transfert—le code de traduction en cours et le séparateur décimal sont utilisés.

Exemple : Un en-tête %%HP: T(2)A(G)F(,); définit le code de traduction 2, le mode grades et la virgule comme séparateur décimal pendant le transfert.

Comprendre la variable IOPAR

La variable réservée *IOPAR* stocke les paramètres d'E/S nécessaires pour établir une liaison avec un ordinateur ; elle est créée dans le répertoire HOME la première fois que vous transférez des données ou ouvrez le port série, et mise à jour lorsque vous changez les paramètres. Elle contient une liste formée des éléments décrits dans le tableau suivant :

{ baud parité réception transmission total_de_contrôle code_de_traduction }

Contenu de la liste IOPAR

Elément	Description	Valeur par défaut
baud	Débit en bauds (1200, 2400, 4800 ou 9600).	9600
parité	Parité (0=none, 1=odd, 2=even, 3=mark, 4=space).	0
réception	Régulation, pour les transferts non Kermit seulement (0=inactivé, *différent de zéro*=activé). Lorsque le tampon de réception est presque plein, envoie XOFF, et XON quand il peut accepter d'autres données.	0
transmission	Régulation, pour les transferts non Kermit seulement (0=inactivé, *différent de zéro*=activé). Arrête les transmissions lorsqu'un XOFF est reçu ; les reprend lorsqu'un XON est reçu.	0
total_de_contrôle	Détection des erreurs pour SEND (1=total de contrôle à un chiffre, 2=à deux chiffres, 3=code de répétition à trois chiffres).	3
code_de_traduction	Traductions de caractères (0=aucun, 1=code 10, 2=codes 128–159, 3=codes 128–255). N'est pas utilisé pour les transferts binaires. Voir « Choisir l'option de traduction » en page 33-6.	1

34

Utilisation de cartes enfichables et de bibliothèques

Le HP 48 comprend une mémoire permanente intégrée (ROM) et une mémoire accessible à l'utilisateur (RAM). Un port « mémoire » intégré est disponible (le port 0) pour les opérations concernant la mémoire. Le HP 48 possède deux autres ports (les ports 1 et 2) qui permettent d'y ajouter de la mémoire, grâce aux cartes d'application et aux cartes de mémoire RAM (*le modèle HP 48S n'en possède pas*).

Ce chapitre traite :

- Des différents types de mémoire.
- De l'installation et du retrait de cartes enfichables (sauf pour le HP 48S).
- De l'augmentation de la mémoire-utilisateur (sauf pour le HP 48S).
- De la sauvegarde des données.
- De l'utilisation des bibliothèques.

Types de mémoire

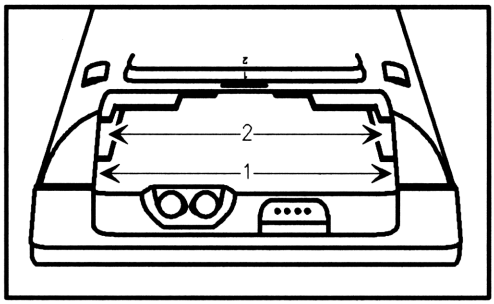
Le HP 48 utilise deux types de mémoire :

- **Mémoire morte (ROM).** La mémoire « scellée » dans le calculateur, qui ne peut être modifiée. Le HP 48 possède 256 Ko de ROM intégrée qui contiennent l'ensemble de ses commandes. Sauf pour ce qui est du HP 48S, vous pouvez augmenter la quantité de mémoire morte en installant des cartes d'applications enfichables.
- **Mémoire vive (RAM).** La mémoire qui vous est accessible. Vous pouvez y stocker des données, en modifier le contenu, y purger des données. Le HP 48 contient 32 K octets de RAM intégrée. Vous

pouvez augmenter la capacité de la mémoire vive en installant des cartes RAM.

Installation et retrait de cartes enfichables

Les cartes enfichables peuvent être installées dans deux *ports* du HP 48 : les ports 1 et 2. Le port 1 est le plus proche de l'avant du calculateur ; le port 2 est situé à l'arrière. Les cartes peuvent être installées dans l'un quelconque de ces ports.



Si vous installez une *nouvelle* carte RAM, lisez la section suivante—sinon, passez à « Installer et retirer des cartes RAM et ROM » en page 34-5.

Attention

Les cartes enfichables et les accessoires non approuvés par Hewlett-Packard pourraient endommager le HP 48. Il est facile de reconnaître une carte approuvée par HP : elle possède un volet métallique destiné à protéger le HP 48 des charges électrostatiques. Les cartes non approuvées ne possèdent pas ce volet et leurs contacts dorés sont nettement visibles.

Préparer une nouvelle carte RAM

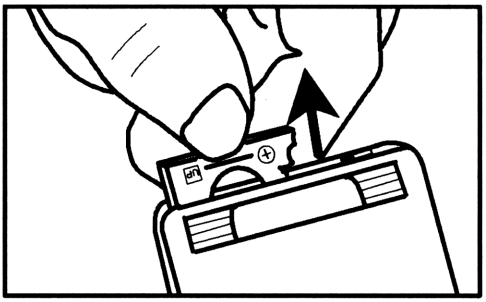
Avant d'installer une nouvelle carte RAM, il vous faut installer la pile livrée avec elle.

Attention

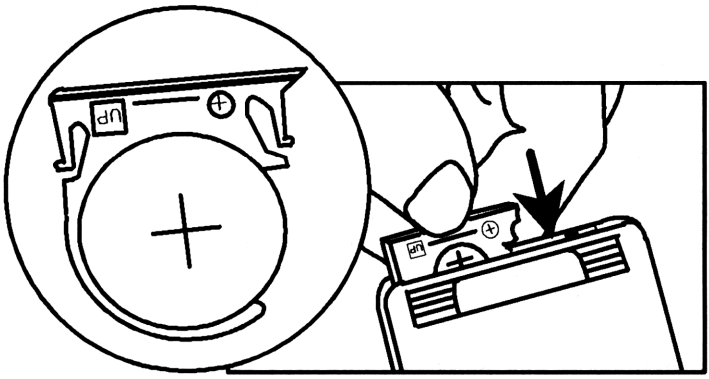
N'utilisez *pas* cette procédure pour le *remplacement* de la pile dans une carte RAM—elle causerait une perte de mémoire dans la carte. Pour *remplacer* une pile, lisez « Pour changer la pile d'une carte enfichable RAM » en page A-9.

Pour installer la pile dans une nouvelle carte RAM :

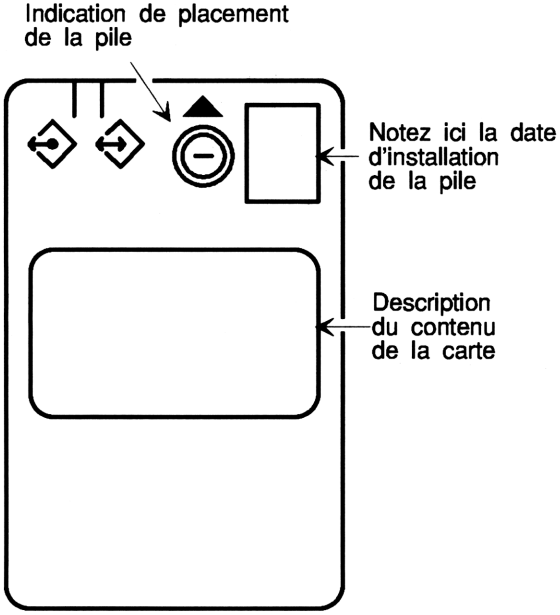
1. Extrayez le logement de la pile en insérant le pouce ou un petit tournevis dans la fente et en tirant dans la direction indiquée.



2. Le côté rainuré du porte-pile présente le signe + et le mot UP. Insérez la pile dans le porte-pile, côté + vers le haut, puis glissez le porte-pile dans la carte.



3. Ecrivez sur la carte la date d'installation à l'aide d'un feutre à pointe fine. Cette date est importante pour déterminer la date de remplacement de la pile.



4. Enregistrez une alarme dans le calculateur, 1 an après la date d'installation, pour rappeler le remplacement de la pile. (Selon l'utilisation, la pile durera entre 1 et 3 ans. Lorsque son remplacement sera nécessaire, un message l'indiquera automatiquement, *si la carte se trouve dans le calculateur.* Vous enregistrez cette alarme pour le cas où la carte ne serait pas dans le calculateur au moment où la pile faiblit). Pour définir une alarme, lisez « Définir des alarmes » en page 24-4. Pour remplacer une pile de carte RAM, lisez « Pour changer la pile d'une carte enfichable RAM » en page A-9.

Installer et retirer des cartes RAM et ROM

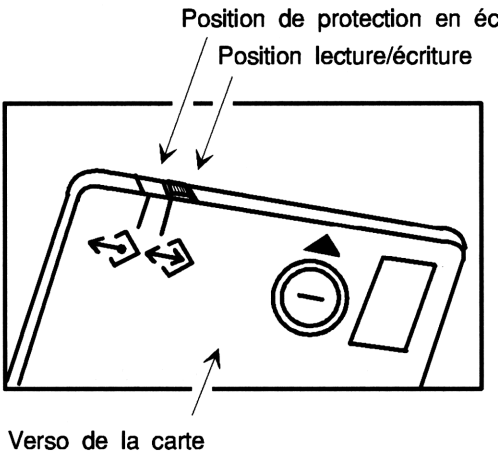
Attention

Eteignez le calculateur *avant* d'installer ou de retirer une carte enfichable. Sinon, toute la mémoire-utilisateur risque d'être effacée.

A noter aussi que lorsque vous installez ou retirez une carte, le HP 48 exécute un arrêt système, ce qui cause la perte du contenu de la pile interactive. Voir « Sauvegarde et restauration de la pile » en page 5-3.

Pour installer une carte enfichable :

1. Si vous installez une *nouvelle* carte RAM, installez d'abord sa pile—lisez la section précédente.
2. Pour une carte RAM, vérifiez ou armez la languette de protection en écriture. *Pour une nouvelle carte, mettez la en position lecture/écriture.*
   - **Lecture seule.** Le contenu de la carte RAM peut être lu, mais il ne peut être ni modifié, ni effacé.
   - **Lecture/écriture.** Vous pouvez écrire des informations sur la carte RAM et effacer son contenu.

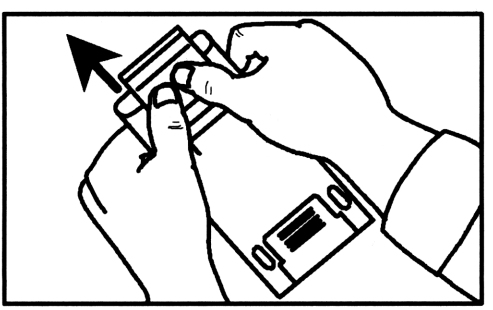


Attention

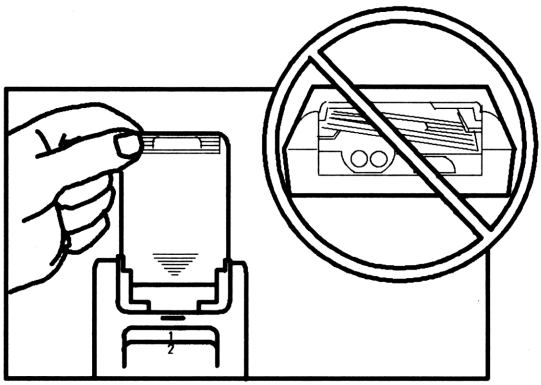
Pour éviter la destruction de la mémoire-utilisateur :

- Mettez toujours le calculateur hors tension avant de manipuler la languette de protection en écriture sur une carte installée.
- N'interdisez pas l'écriture sur une carte RAM contenant de la mémoire fusionnée ; ne protégez que la mémoire *indépendante*.

3. Eteignez le calculateur. *N'appuyez pas sur* ON .
4. Retirez le cache-ports au sommet du calculateur, en appuyant sur la partie rainurée et en poussant dans le sens indiqué.



5. Choisissez l'un quelconque des ports vides.
6. Présentez la carte comme indiqué, en respectant le sens de la flèche triangulaire. Assurez-vous que la carte est bien alignée avec les glissières d'un des ports, et ne risque pas d'être coincée.



7. Glissez la carte complètement dans le port. Lorsque vous sentez une première résistance, la carte se trouve à environ 6 mm de sa position définitive.
8. Remettez le cache en place, en le glissant jusqu'à ce qu'il soit verrouillé.
9. Appuyez sur [ON] pour allumer le calculateur.

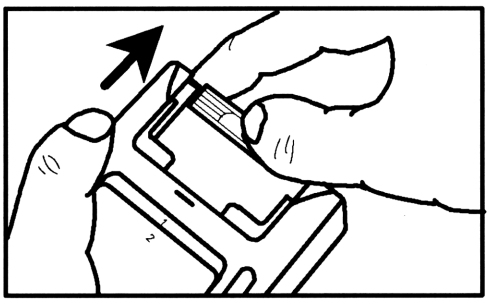
Remarque

Lorsque vous venez d'installer une nouvelle carte RAM et allumez le calculateur, vous obtenez un message `Invalid Card Data`, parce que la carte n'a pas été initialisée. Ne vous préoccupez pas de ce message—la carte sera initialisée automatiquement la première fois que vous l'utiliserez.

Pour retirer une carte enfichable :

1. Si vous retirez une carte RAM, assurez-vous que la mémoire qu'elle contient est *indépendante*—lisez l'avertissement ci-dessous et « Fusionner, libérer et protéger la mémoire » en page 34-11.

2. Eteignez le calculateur. *N'appuyez pas sur* [ON] *jusqu'à ce que vous ayiez retiré la carte.*
3. Retirez le couvercle protégeant le port.
4. Pressez doucement sur la partie rainurée et faites glisser la carte vers l'extérieur.



5. Replacez le couvercle cache-port.

Attention

Ne retirez jamais une carte RAM contenant de la mémoire fusionnée, vous détruiriez les données stockées en mémoire-utilisateur. Avant de retirer la carte RAM, vous devez *libérer* la mémoire fusionnée. Voir « Fusionner, libérer et protéger la mémoire » en page 34-11.

Si vous retirez par mégarde une carte contenant de la mémoire fusionnée et lisez le message `Replace RAM, Press ON`, vous pouvez limiter la perte de mémoire en procédant ainsi : *laissez le calculateur sous tension*, réinsérez la carte dans le même port, puis appuyez sur [ON].

Utiliser des cartes enfichables (sauf pour le HP 48S)

Vous pouvez augmenter la quantité de mémoire disponible du HP 48 en installant une carte enfichable RAM ou une carte d'applications dans le port 1 ou le port 2. (Le HP 48S ne possède pas de ports d'enfichage.)

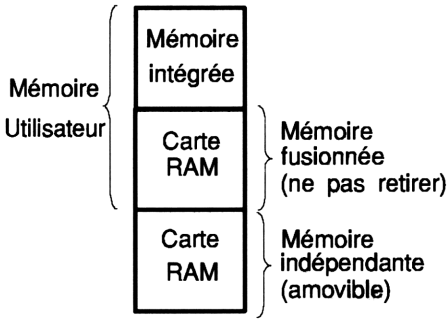
Utiliser des cartes RAM

Chaque carte RAM contient une pile qui l'alimente lorsque le calculateur est éteint et lorsqu'elle se trouve en dehors du calculateur. (Les piles du calculateur ne l'alimentent que lorsque le calculateur est allumé.)

Lorsque vous installez une carte RAM, vous avez le choix entre deux types de mémoire à ajouter au calculateur—chacun d'eux apporte des avantages différents. Vous pouvez changer de type en cours d'utilisation—mais vous ne pouvez utiliser les deux types de mémoire en même temps. Si vous installez *deux* cartes RAM, vous pouvez installer chaque carte individuellement.

- **Mémoire fusionnée.** La partie de mémoire-utilisateur contenue dans une carte RAM—la mémoire de la carte est *fusionnée* avec la mémoire-utilisateur intégrée. Voir « Augmenter la mémoire disponible à l'utilisateur » en page 34-15.
- **Mémoire indépendante.** La mémoire RAM *indépendante* de la mémoire-utilisateur—en mémoire intégrée (dans le port 0) ou dans une carte RAM (dans les port 1 ou 2). Ceci vous permet de sauvegarder des objets isolés ou des répertoires entiers, comme vous sauvegarderiez les fichiers d'un ordinateur sur disque, puis les rangeriez en sécurité. Vous pouvez aussi l'utiliser pour transférer des données vers un autre HP 48 en y installant et recopiant les données de cette manière. Voir « Sauvegarder des données » en page 34-15.

Le diagramme suivant décrit un système où sont installées deux cartes RAM ; l'une contient de la mémoire fusionnée et l'autre, de la mémoire indépendante.



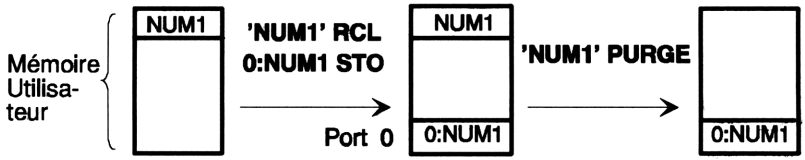
Utiliser des cartes d'applications

Les cartes d'application contiennent surtout des objets-bibliothèques, qui peuvent agir comme des extensions de l'ensemble des commandes intégrées. Voir « Utiliser des objets-bibliothèques » en page 34-21.

Utiliser le port 0

34

Le port 0 est une partie de mémoire spéciale, qui fonctionne en tant que mémoire indépendante, similaire à la mémoire indépendante des cartes RAM dans les ports d'enfichage. Le port 0 est cependant disponible même s'il n'*existe pas* de ports d'enfichage, comme sur le HP 48S. La mémoire du port 0 est prise dans la mémoire-utilisateur—ce qui a pour conséquence que les objets stockés dans le port 0 diminuent la quantité de mémoire-utilisateur disponible. La taille du port 0 est dynamique : elle s'agrandit et se réduit en fonction de son contenu.



Si vous ne possédez pas de ports 1 et 2, ou si vous ne désirez pas les utiliser, vous pouvez utiliser le port 0 pour stocker des objets de

sauvegarde et des objets-bibliothèques. Vous pouvez aussi utiliser le port 0 pour « cacher » des données—c'est-à-dire pour disposer de certaines variables en mémoire sans qu'elles apparaissent dans aucun répertoire.

Fusionner, libérer et protéger la mémoire (sauf pour le HP 48S)

Lorsque vous installez pour la première fois une carte RAM, elle est installée en tant que mémoire *indépendante* (« libre »)—vous pouvez l'utiliser pour stocker des objets de sauvegarde et des bibliothèques. Pour protéger vos objets de sauvegarde et bibliothèques, vous pouvez utiliser la languette de protection en écriture de la carte pour éviter la modification de ces données.

Si vous désirez augmenter la mémoire-utilisateur, vous installez la carte sous forme de mémoire *fusionnée*. Ne protégez jamais en écriture une carte « fusionnée »—le HP 48 doit pouvoir accéder à la mémoire-utilisateur à tout moment.

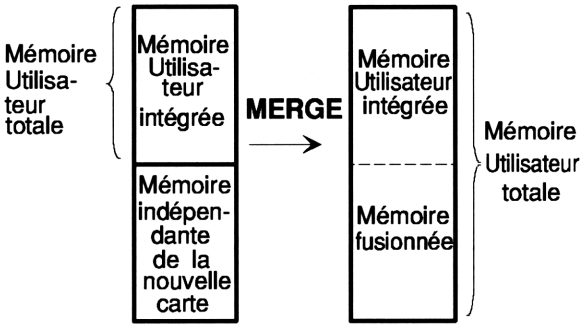
Pour vérifier le type de mémoire présent dans un port:

- Tapez le numéro du port (1 ou 2) et appuyez sur ◀ MEMORY NXT PVARS. Le résultat, au niveau 1, indique le type de mémoire:

"ROM"	ROM pour une carte d'applications.
"SYSRAM"	Mémoire fusionnée pour une carte RAM.
nombre	Mémoire indépendante, dans une carte RAM.

Comment utiliser une carte RAM pour augmenter la mémoire-utilisateur:

1. Assurez-vous que la carte *n'est pas protégée en écriture*—assurez-vous que la languette se trouve en position éloignée du coin de la carte. (*Eteignez le calculateur si vous avez besoin de la changer.*)
2. Tapez le numéro du port dans lequel la carte est installée (1 ou 2) et appuyez sur ◀ MEMORY NXT NXT MERG.



Si la carte contenait précédemment des objets de sauvegarde ou bibliothèques, ceux-ci sont automatiquement placés par la commande MERGE dans une partie de la mémoire nommée « port 0 ». Voir « Utiliser le port 0 » en page 34-10.

Attention

Ne retirez jamais une carte RAM contenant de la mémoire *fusionnée*—cela causerait probablement la perte des données stockées en mémoire-utilisateur. Avant de retirer la carte RAM, *libérez* la mémoire fusionnée—voyez les étapes ci-dessous.

Si vous retirez accidentellement une carte gérant de la mémoire fusionnée et que vous lisez le message `Replace RAM, Press ON`, vous pouvez minimiser la perte de mémoire en *laissant le calculateur allumé*, en ré-insérant la carte dans le même port, et en appuyant ensuite sur ON.

Pour libérer une carte fusionnée en mémoire-utilisateur:

1. Appuyez sur ← { } ENTER pour introduire une liste vide.
2. Tapez le numéro du port dans lequel la carte est installée (1 ou 2).
3. Appuyez sur ← MEMORY NXT NXT FREE. (Si vous obtenez une erreur, lisez plus bas.)
4. Optionnel: éteignez le HP 48 et déconnectez la carte—voir « Pour retirer une carte enfichable » en page 34-7.

Si la carte RAM est déjà libre (mémoire indépendante), vous obtiendrez une erreur `Port Not Available` lorsque vous exécuterez FREE.

S'il n'y a pas assez de mémoire disponible pour libérer la carte RAM, vous obtiendrez une erreur mémoire lors de l'exécution de FREE. Pour vérifier, appuyez sur ◀ (MEMORY) MEM —le nombre renvoyé est la quantité de mémoire-utilisateur inutilisée, en octets. *Pour pouvoir libérer la carte RAM, vous devez disposer d'une quantité de mémoire inutilisée supérieure ou égale à la taille de la carte RAM*—autrement, le HP 48 n'aura pas assez de mémoire inutilisée à consacrer à la carte.

Si vous n'avez pas assez de mémoire disponible pour libérer la carte RAM, vous pouvez essayer les procédures suivantes pour agrandir la quantité de mémoire disponible :

- Purgez toutes les variables dont vous n'avez plus besoin.
- Sauvegardez vos données sur une autre carte RAM, installée dans l'autre port, et purgez ensuite les variables d'origine.
- Sauvegardez les données dans le port 0, puis déplacez les objets de sauvegarde vers la carte RAM lorsqu'elle devient libre :
  1. Déterminez la quantité de données qu'il vous faut retirer de la mémoire-utilisateur. (Par exemple, si vous retirez une carte de 128 Ko et que la quantité de mémoire-utilisateur inutilisée est de 126 Ko, vous devez déplacer au moins 2 Ko de variables.)
  2. Sauvegardez cette quantité de données dans le port 0 et supprimez les variables d'origine.
  3. Libérez la carte *et* placez-y les objets de sauvegarde—voyez les étapes suivantes, ci-dessous.

Pour libérer une carte RAM fusionnée et y placer les objets de sauvegarde :

1. Sauvegardez ces objets dans le port 0—voir « Pour sauvegarder un objet » en page 34-16.
2. Tapez une liste (avec des délimiteurs `{ }`) contenant les noms des objets de sauvegarde se trouvant dans le port 0.
3. Tapez le numéro du port dans lequel la carte est installée (1 ou 2).
4. Appuyez sur ◀ (MEMORY) (NXT) (NXT) FREE .
5. Optionnel : éteignez le HP 48 et déconnectez la carte—voir « Pour retirer une carte enfichable » en page 34-7.

Les objets nommés dans la liste sont retirés du port 0 et stockés dans la carte RAM qui vient d'être libérée (dans la mémoire indépendante).

Exemple : Supposez que les objets de sauvegarde *NUM1* et *ADD3* soient stockés dans le port 0, et qu'une carte RAM, placée dans le port 1, soit configurée en tant que mémoire fusionnée-utilisateur. Pour déplacer ces deux objets vers la carte RAM pour les y stocker, tapez { NUM1 ADD3 }, tapez 1, et exécutez FREE. Maintenant vous pouvez retirez la carte—elle contient les deux objets de sauvegarde, qui ont aussi été retirés du port 0.

Attention

Pour éviter les pertes de mémoire-utilisateur :

- Eteignez *toujours* le calculateur avant de changer de position la languette de protection en écriture d'une carte installée.
- Ne protégez pas en écriture une carte RAM contenant de la mémoire *fusionnée*, ne protégez en écriture que la mémoire *indépendante*.

Pour changer de position la languette de protection en écriture d'une carte installée dans le calculateur :

1. *Assurez-vous d'abord que la carte contient de la mémoire indépendante*—voir « Pour vérifier le type de mémoire présent dans un port » en page 34-11.
2. Eteignez le HP 48.
3. Placez la languette dans la position correcte :
   - Protection en écriture : languette placée *vers* le coin de la carte.
   - Lecture/écriture : languette glissée en position *éloignée* du coin de la carte.

Augmenter la mémoire disponible à l'utilisateur (impossible pour le HP 48S)

Vous pouvez utiliser une carte RAM pour augmenter la mémoire-utilisateur—il suffit d'installer la carte en tant que mémoire fusionnée. Si vous désirez retirer la carte ultérieurement, il vous faudra d'abord libérer la mémoire fusionnée.

Attention

Pour éviter la perte de mémoire-utilisateur :

- Ne protégez jamais en écriture une carte RAM contenant de la mémoire *fusionnée*.
- Ne déconnectez jamais une carte RAM contenant de la mémoire *fusionnée*.

Pour configurer une carte RAM pour augmenter la mémoire-utilisateur :

- Fusionnez la carte mémoire RAM—voir « Fusionner, libérer et protéger la mémoire » en page 34-11.

Pour libérer ou retirer une carte fusionnée en mémoire-utilisateur :

- Libérez la carte mémoire RAM—voir « Fusionner, libérer et protéger la mémoire » en page 34-11.

Sauvegarder des données

Le HP 48 utilise un objet d'un type spécial, l'*objet-sauvegarde*, pour stocker les données de sauvegarde. Un objet-sauvegarde contient une variable ou un répertoire, et son total de contrôle.

Les objets-sauvegarde ne peuvent exister qu'en *mémoire indépendante* :

- Dans le port 0.
- Dans les ports 1 et 2 s'ils contiennent des cartes RAM configurées en tant que mémoire indépendante. Lorsque vous installez pour la première fois une carte, elle est configurée en tant que mémoire indépendante. (Il n'y a pas de ports 1 et 2 dans le HP 48S.)

Pour configurer une carte en tant que mémoire indépendante :

- Libérez la carte mémoire RAM—voir « Fusionner, libérer et protéger la mémoire » en page 34-11. (Si vous n'avez pas configuré la carte en tant que mémoire *fusionnée*, elle est *déjà* configurée en tant que mémoire *indépendante*.)

Sauvegarder des objets isolés

Pour sauvegarder un objet :

1. Placez l'objet dans la pile.
2. Tapez une *identification de sauvegarde* pour l'objet-sauvegarde à créer—voir ci-dessous.
3. Appuyez sur (STO).
4. Optionnel : purgez l'objet d'origine en mémoire-utilisateur.

La commande STO crée la copie de sauvegarde, en utilisant le port et le nom spécifiés par l'*identification de sauvegarde*—voici la syntaxe :

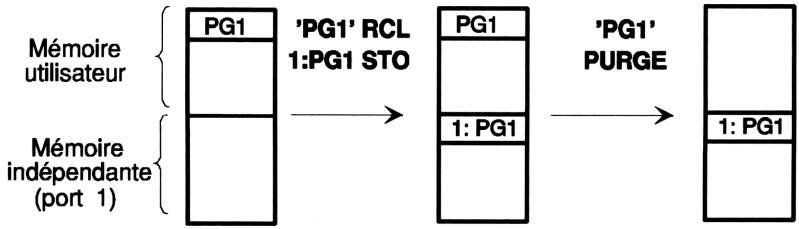
: *port* : *nom*

où *port* est le numéro du port (0, 1, ou 2), et *nom* est le nom dans lequel est stocké la copie de sauvegarde. Si vous utilisez le port 1 ou 2, il doit être configuré en tant que mémoire indépendante. Le nom de l'objet-sauvegarde peut être différent du nom d'origine.

Vous pouvez sauvegarder un répertoire entier (avec ses sous-répertoires) en un objet de sauvegarde en plaçant le répertoire-objet dans la pile et en en faisant une copie de sauvegarde.

Si un objet-sauvegarde existe, et possède une identification de sauvegarde, cet objet doit être purgé avant que son nom puisse être utilisé pour identifier un autre objet-sauvegarde.

Exemple : Pour sauvegarder un programme nommé *PG1* en mémoire indépendante dans le port 1, rappelez le programme dans la pile en tapant `'PG1'` et en appuyant sur (→)(RCL), puis saisissez l'identification de sauvegarde `:1:PG1` et appuyez sur (STO).



Exemple : Pour sauvegarder un sous-répertoire nommé *CHEM* (dans le répertoire *HOME*) dans un objet-sauvegarde nommé *BCHEM*, appuyez sur ▶ HOME VAR ▶ CHEM pour placer le répertoire dans la pile, puis saisissez :1:BCHEM et appuyez sur STO.

Pour afficher un menu présentant le contenu des ports (objets de sauvegarde et bibliothèques) :

1. Appuyez sur ◀ LIBRARY.
2. Appuyez sur PORT0, PORT1, ou PORT2.

PORT0, PORT1, ou PORT2 affichent un menu listant les objets de sauvegarde et les objets-bibliothèques contenus dans ces ports.

Pour taper l'identification de sauvegarde d'un objet-sauvegarde :

34

- Affichez le menu PORT approprié, puis appuyez sur ▶ ENTRY, la touche de menu de l'objet, et ENTER.

Pour rappeler un objet-sauvegarde dans la pile :

- Affichez le menu PORT approprié, puis appuyez sur ▶ et sur la touche de menu correspondant à l'objet.
  ou
- Tapez l'identification de sauvegarde de l'objet-sauvegarde et appuyez sur ▶ RCL.

Pour évaluer un objet-sauvegarde :

- Affichez le menu PORT approprié, puis appuyez sur la touche de menu de l'objet.
  ou
- Tapez l'identification de sauvegarde de l'objet-sauvegarde et appuyez sur EVAL.

Pour évaluer plusieurs objets de sauvegarde à la suite, saisissez une liste (avec des délimiteurs { }) contenant les identifications des sauvegardes, puis appuyez sur EVAL.

Exemple : Pour exécuter un programme-objet de sauvegarde stocké dans le port 0 sous le nom *BPRG*, appuyez sur ◀ LIBRARY PORT0 BPRG .

Pour supprimer un objet-sauvegarde :

- Tapez l'identification de cet objet-sauvegarde et appuyez sur ◀ PURGE.

Pour purger plusieurs objets de sauvegarde, tapez une liste (avec des délimiteurs { }) contenant les identifications des sauvegardes, puis appuyez sur ◀ PURGE.

Si vous essayez de supprimer un objet-sauvegarde que vous avez rappelé dans la pile, vous obtiendrez un message d'erreur Object in Use. Vous ne pourrez le faire que si vous le faites sortir de la pile ou si vous le stockez dans une variable.

Pour rechercher un objet stocké dans l'un des trois ports :

1. Tapez l'identification de sauvegarde de l'objet—et utilisez un joker, &, pour remplacer le numéro du port. (Appuyez sur α ◀ ENTER pour taper &.)
2. Exécutez ensuite RCL, EVAL ou PURGE.

Si vous utilisez le joker & pour remplacer le numéro du port, le HP 48 cherche l'objet dans les ports 2, 1, 0 *et ensuite en mémoire principale*. Il trouvera la première occurence du nom de l'objet cherché.

Exemple : Si vous tapez :&:BPG1 et appuyez sur ◀ PURGE, vous supprimez la première occurrence de *BPG1* dans le port 2, 1, 0, ou en mémoire principale.

Pour obtenir une liste des objets de sauvegarde placés dans un port :

- Tapez le numéro du port (0, 1 ou 2) et appuyez sur ◀ MEMORY NXT PVARS.

La commande PVARS renvoie deux résultats. Le niveau 1 indique le type de mémoire contenu dans le port : "ROM" (carte d'applications), "SYSRAM" (mémoire fusionnée) ou un nombre (le nombre d'octets

disponibles en mémoire-utilisateur pour le port 0, ou pour la mémoire indépendante des ports 1 ou 2). Le niveau 2 contient une liste d'identifications de sauvegardes et de bibliothèques.

Pour retirer une carte RAM indépendante avec ses objets de sauvegarde :

- Eteignez le HP 48 et déconnectez la carte—voir « Pour retirer une carte enfichable » en page 34-7.

Pour copier des objets de sauvegarde d'une carte dans un autre HP 48 :

1. Eteignez le HP 48 et installez-y la carte—voir « Installer et retirer des cartes RAM et ROM » en page 34-5.
2. Turn on le HP 48.
3. Rappelez l'objet dans la pile—voir « Pour rappeler un objet-sauvegarde dans la pile » en page 34-17.

Vous pouvez aussi transférer des objets entre deux HP 48 en utilisant leurs ports infrarouges—voir « Transfert de données entre deux HP 48 » en page 33-8.

Sauvegarde de toute la mémoire

Vous pouvez sauvegarder et restaurer la totalité du contenu du répertoire *HOME* dans un objet-sauvegarde. Avec le répertoire *HOME* vous sauvegarderez toutes les variables, toutes les assignations de touches, et les alarmes. Vous pouvez aussi inclure dans la sauvegarde les réglages d'indicateurs si vous le désirez.

Une autre possibilité est de sauvegarder la mémoire dans un fichier sur ordinateur. Voir « Sauvegarder la totalité de la mémoire du HP 48 » en page 33-14.

Attention

Lorsque vous sauvegardez la mémoire, assurez-vous que l'horloge n'est pas affichée sur l'écran du calculateur. Si l'horloge etait affichée pendant une sauvegarde, les données de sauvegarde pourraient se trouver corrompues.

Pour sauvegarder toute la mémoire-utilisateur dans un objet-sauvegarde:

1. Optionnel: pour sauvegarder les réglages d'indicateurs avec le reste de la mémoire, appuyez sur ▶ MODES NXT RCLF, saisissez un nom de variable (avec des délimiteurs ') et appuyez sur STO.
2. Tapez un nom d'identification de sauvegarde.
3. Appuyez sur ◀ MEMORY NXT NXT ARCHI.

ARCHIVE ne sauvegarde *que* la mémoire-utilisateur—elle ne sauvegarde *pas* la mémoire indépendante.

Attention

Le fait d'exécuter RESTORE *écrase* le contenu entier de la mémoire-utilisateur avec le contenu de l'objet-sauvegarde. Vous pouvez sauvegarder le contenu de la pile dans un *autre* objet-sauvegarde—voir « Sauvegarde et restauration de la pile » en page 5-3.

Pour restaurer la mémoire-utilisateur du HP 48 à partir d'un objet-sauvegarde:

1. Rappelez l'objet-sauvegarde—voir « Pour rappeler un objet-sauvegarde dans la pile » en page 34-17.
2. Appuyez sur ◀ MEMORY NXT NXT RESTO.
3. Optionnel: pour restaurer les réglages d'indicateurs que vous auriez précédemment sauvegardés, rappelez le contenu de la variable des données d'indicateurs et appuyez sur ▶ MODES NXT STOF.

Exemple: Pour créer dans le port 2 l'objet-sauvegarde *MAI* pour la totalité de la mémoire-utilisateur, tapez :2:MAI12 et exécutez ARCHIVE. Puis, pour restaurer la mémoire-utilisateur à partir de l'objet-sauvegarde, tapez :2:MAI12 et exécutez RESTORE.

Utiliser des objets-bibliothèques

Une *bibliothèque* est un objet contenant des objets nommés, qui peut servir d'extension au jeu de commandes intégrées. Le rôle principal d'une bibliothèque est de servir de véhicule à une application, basée en ROM ou en RAM. Une bibliothèque basée en ROM (en mémoire morte) se trouve dans une carte d'application enfichable (comme par exemple la carte *HP Solve Equation Library*) et est installée par insertion de la carte dans le port 1 ou 2. (Le HP 48S ne possède pas de ports d'enfichage.) Une bibliothèque basée en RAM peut se trouver dans une carte RAM enfichable, ou elle peut être transférée en mémoire-utilisateur en utilisant un port infrarouges ou série. (Voir la documentation qui accompagne la bibliothèque pour ces détails).

Les bibliothèques offrent plusieurs avantages sur les programmes :

- Les applications que vous y écrivez sont automatiquement protégées contre les copies puisque le contenu d'une bibliothèque ne peut être visualisé, modifié ou rappelé dans la pile.
- Les bibliothèques offrent un accès rapide aux variables utilisées par les applications.
- Vous pouvez « cacher » les variables utilisées dans les applications, ce qui évite d'encombrer le menu de la bibliothèque.

Créer des bibliothèques

Vous ne pouvez créer une bibliothèque directement sur le HP 48, mais vous pouvez le faire sur ordinateur, et la charger ensuite dans le HP 48.

Pour créer une bibliothèque sur ordinateur :

1. **HP 48.** Créez un répertoire des objets que vous désirez inclure dans la bibliothèque.
2. **HP 48 et ordinateur.** Transférez la variable de répertoire vers l'ordinateur—voir « Transfert de données entre ordinateur et HP 48 » en page 33-10.
3. **Ordinateur.** Exécutez un programme de construction de bibliothèque nommé USRLIB, résidant dans votre ordinateur—voir ci-dessous.
4. **HP 48 et ordinateur.** Transférez l'objet-bibliothèque dans le HP 48.

USRLIB est disponible sur le système de messagerie électronique *HP Calculator Bulletin Board*—consultez votre distributeur HP à ce sujet.

Configurer des bibliothèques

Pour configurer une bibliothèque :

1. Installez-la dans un port :
   - Pour une bibliothèque sur carte d'applications, *éteignez le HP 48* et insérez la carte dans le port 1 ou 2.
   - Pour une bibliothèque basée en mémoire RAM, stockez-la en mémoire indépendante (port 0, 1 ou 2).
2. « Associez » la bibliothèque :
   - Pour certaines bibliothèques, éteignez et allumez le HP 48.
   - Pour d'autres, associez-les manuellement—voir ci-dessous.

Pour pouvoir utiliser une bibliothèque, elle doit avoir été installée dans un port et associée à un répertoire en mémoire-utilisateur. Ceci peut soit se produire automatiquement, lors de l'installation de la carte d'application, soit devoir être fait manuellement.

Pour stocker une bibliothèque se trouvant en mémoire RAM en mémoire indépendante :

1. Placez l'objet-bibliothèque dans la pile. (Notez son numéro et son nom.)
2. Tapez le numéro du port de stockage (0, 1 ou 2).
3. Appuyez sur [STO].
4. Optionnel : purgez l'objet-bibliothèque original en mémoire-utilisateur.

Si vous utilisez le port 0, la bibliothèque est toujours disponible, même si vous retirez les cartes enfichables. Si vous utilisez les port 1 ou 2, ils doivent contenir une carte RAM configurée en tant que mémoire indépendante.

Pour associer manuellement une bibliothèque :

1. Passez au répertoire désiré :
   - Pour obtenir libre accès à partir de tous les répertoires, passez au répertoire *HOME*.

- Pour un accès plus limité, passez au répertoire de votre choix. La bibliothèque ne sera disponible que dans ce répertoire et ses sous-répertoires.

2. Tapez l'*identification* de cette bibliothèque—sous la forme :*port*:*numéro*. Voir ci-dessous.
3. Appuyez sur ◀ (MEMORY) (NXT) ATTAC.

Vous ne pouvez associer qu'une bibliothèque à chaque répertoire—*mais* vous pouvez associer n'importe quel numéro au répertoire *HOME*. (Voir la documentation qui est livrée avec la carte d'application ou bibliothèque sur RAM pour d'autres informations sur l'association de la bibliothèque.)

Chaque bibliothèque est identifiée de deux manières :

- Une *identification de bibliothèque*, ayant la forme : :*port*:*numéro*, où le *numéro* est celui qui est associé à la bibliothèque. Si vous appuyez sur ◀ (LIBRARY) et PORT0, PORT1, ou PORT2 (celui où vous avez stocké la bibliothèque), le numéro de bibliothèque apparaît dans le menu.
- Un *nom de bibliothèque*, une suite de caractères. Si vous appuyez sur ◀ (LIBRARY) dans le répertoire où vous avez fait l'association, ou dans n'importe lequel de ses sous-répertoires, le nom de bibliothèque apparaît dans le menu.

Pour supprimer une bibliothèque :

1. Passez au répertoire auquel la bibliothèque a été associée.
2. Tapez l'*identification* de la bibliothèque se trouvant en mémoire indépendante—elle a la forme :*port*:*numéro*.
3. Appuyez sur (ENTER) une nouvelle fois pour créer un deuxième exemplaire de l'identification de la bibliothèque.
4. Appuyez sur ◀ (MEMORY) (NXT) DETAC pour la détacher du répertoire.
5. Appuyez sur ◀ (PURGE) pour supprimer la bibliothèque dans la mémoire indépendante.

Comment utiliser les bibliothèques

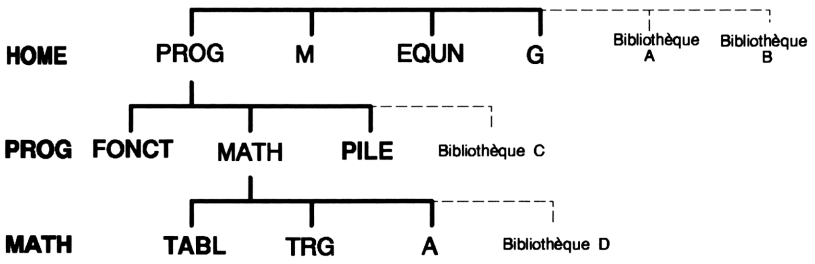
Pour lire le menu des fonctions disponibles :

1. Si la bibliothèque n'est pas associée au répertoire *HOME*, passez au répertoire auquel elle est associée—ou à l'un de ses sous-répertoires.
2. Appuyez sur ◀ LIBRARY et sur la touche de menu portant le nom de la bibliothèque.

Le menu LIBRARY contient les noms des bibliothèques disponibles—celles placées dans le *chemin* du répertoire en cours, pas seulement celles qui se trouvent dans le répertoire en cours. Le menu d'une bibliothèque présente ses fonctions. Si vous appuyez sur ces touches de menu, vous les exécuterez,

Exemple : Si vous avez installé la carte *HP Solve Equation Library*, elle est automatiquement associée au répertoire *HOME*. Appuyez sur ◀ LIBRARY EQLIB pour afficher le menu de toutes les fonctions de la bibliothèque EQLIB.

Exemple : Supposez que votre HP 48 ait la structure de répertoire suivante, avec des bibliothèques associées :



Si vous appuyez sur ◀ LIBRARY dans le répertoire *HOME*, vous lisez dans le menu A et B. Si vous appuyez sur ◀ LIBRARY dans le répertoire *PROG*, vous lisez A, B, et C dans le menu.

Résumé des commandes gérant les bibliothèques

Touches	Commande programmable	Description
STO	STO	Stocke une bibliothèque en mémoire indépendante, dans le port spécifié au niveau 1.
→ RCL	RCL	Rappelle une bibliothèque-objet spécifiée par l'identificateur (:*port*:*numéro*) placé au niveau 1.
← PURGE	PURGE	Détruit la bibliothèque en RAM spécifiée par l'identification (:*port*:*numéro*) au niveau 1.
← MEMORY (page 2) :		
PVARS	PVARS	Pour le numéro de port spécifié au niveau 1, renvoie, au niveau 2 la liste des identifications de sauvegardes et de bibliothèques, et au niveau 1, le type de mémoire : "ROM" (carte d'applications), "SYSRAM" (mémoire fusionnée), ou encore un nombre (le nombre d'octets disponibles en mémoire-utilisateur pour le port 0 ou dans la mémoire indépendante des ports 1 ou 2).
LIBS	LIBS	Affiche une liste contenant les nom, numéro de bibliothèque et numéro de port de toutes les bibliothèques associées au répertoire en cours.
ATTAC	ATTACH	« Attache », associe au répertoire en cours la bibliothèque spécifiée par le numéro de bibliothèque placé au niveau 1.
DETAC	DETACH	Détache du répertoire en cours la bibliothèque spécifiée par le numéro de bibliothèque au niveau 1.

Partie 6

Annexes

A

Assistance, piles et service

En cas de problème

Ces indications sont destinées à vous aider à résoudre les problèmes que vous vous pourriez rencontrer dans l'utilisation de ce manuel, soit en suivant les exemples qu'il contient, soit lors de la résolution de vos propres calculs.

Si vous désirez effacer un message :

- Appuyez sur [ATTN] (la touche [ON]).

Si vous vous retrouvez dans une situation sans issue apparente :

- Appuyez sur [ATTN] une ou plusieurs fois, jusqu'à ce que vous retrouviez l'affichage normal de la pile.

Si vous désirez corriger un erreur :

- Pour retrouver la dernière ligne de commande que vous avez exécutée (afin de la modifier pour l'exécuter à nouveau), appuyez sur [←][LAST CMD] (au-dessus de la touche [3]).
- Pour effacer le dernier résultat et revenir aux données d'origine, appuyez sur [←][LAST STACK] (au-dessus de la touche [2]). Pour *conserver* le dernier résultat *et* revenir aux données d'origine, appuyez sur [→][LAST ARG] (au-dessus de la touche [2]).

Si la syntaxe de votre ligne de commande est incorrecte :

- Essayez de détecter ce qui est incorrect dans le texte de la ligne de commande—spécialement à hauteur du marqueur ▮, puis modifiez la ligne et appuyez sur [ENTER].

  ou
- Appuyez *deux fois* sur [ATTN] pour recommencer.

S'il est nécessaire de ré-initialiser tous les modes du calculateur :

1. Appuyez sur (ATTN) (→)(#) 1008 (α) (←) D (pour obtenir #1008d).
2. Appuyez sur (→)(CST) (NXT) STOF .

Si vous devez réinitialiser le calculateur (et effacer toute sa mémoire) :

1. *Si la mémoire contient des données que vous désirez conserver, ne réinitialisez pas le calculateur.*
2. Appuyez et maintenez l'appui sur (ON).
3. Appuyez en même temps sur les touches de menu blanches placées aux extrémités de la première rangée (touches de menu A et F), puis relâchez l'appui sur ces trois touches.
4. Appuyez sur NO .

Cette réinitialisation efface aussi le contenu d'une carte RAM enfichable—mais *seulement* si sa mémoire RAM a été fusionnée avec la mémoire principale du calculateur.

Si le calculateur ne se met pas sous tension :

1. Maintenez appuyée la touche (ON) et appuyez plusieurs fois sur (+) pour vérifier le contraste de l'affichage.
2. Installez trois piles AAA neuves, procédez comme indiqué sous le titre « Changement des piles » en page A-7.
3. Vérifiez le calculateur. Voir « Tester le fonctionnement » en page A-11.

Si vous pensez que votre calculateur doit être réparé :

A

1. Vérifiez son fonctionnement. Voir « Tester le fonctionnement » en page A-11.
2. Contactez le Service d'assistance du calculateur. Le numéro de téléphone qui vous concerne figure à la troisième page de couverture.
3. Envoyez le calculateur à Hewlett-Packard. Voir « Garantie des réparations effectuées aprés la période garantie » en page A-18.

Réponses aux questions le plus souvent posées

Vous pouvez obtenir des éclaircissements au sujet de l'utilisation de votre calculateur, auprès de notre service d'assistance calculateur. L'expérience nous ayant montré que les mêmes questions se répètent souvent, nous les avons regroupées ci-dessous. Lisez-les, et si la réponse à votre question ne figure pas dans cette liste, contactez-nous à l'adresse ou au numéro de téléphone figurant en troisième page de couverture.

Q: *Je ne sais pas si le calculateur fonctionne mal ou si je l'utilise incorrectement. Comment puis-je vérifier que le calculateur fonctionne bien ?*

A: Voir « Tester le fonctionnement » en page A-11.

Q: *Le témoin ((•)) reste allumé même lorsque le calculateur est hors tension.*

A: Ce symptôme indique l'affaiblissement des piles du calculateur ou de celles d'une carte RAM, ou bien encore qu'une alarme est échue. Pour savoir pourquoi le témoin ((•)) reste allumé, éteignez, puis rallumez le calculateur. Un message affichera la nature du problème. Voir « Remplacer les piles » en page A-6 ou « Définir des alarmes » en page 24-4.

Q: *Comment puis-je déterminer la quantité de mémoire restant dans le calculateur ?*

A: Appuyez sur ◀ MEMORY MEM . Le nombre d'octets de mémoire disponible apparaîtra dans l'angle inférieur droit de l'affichage. Une mémoire vide doit indiquer environ 30000 octets de RAM interne (sans cartes RAM optionnelles).

Q: *Comment puis-je changer le nombre de décimales affichées par le HP 48 ?*

A: Procédez comme suit (voir « Définir le mode d'affichage » en page 2-15) :

1. Passez à la page 1 du menu MODES : appuyez sur ◀ MODES.
2. Tapez le nombre de décimales voulu (0 à 11).
3. Appuyez sur la touche de menu correspondant au format d'affichage désiré (FIX , SCI ou ENG).

Q: *Mes nombres contiennent des virgules, et mes nombres complexes, des points-virgules. Comment puis-je rétablir les points décimaux et le séparateur habituel des nombres complexes ?*

A: Procédez ainsi :

1. Allez à la page 4 du menu MODES (appuyez sur ◀ MODES NXT NXT NXT).
2. Appuyez sur la touche de menu FM,. (Le label de menu comporte un ■ lorsque c'est la virgule qui est le séparateur.)

Q: *Que signifie la lettre* E *dans un nombre (par exemple,* 2.51E-13*) ?*

A: Exposant de 10 (par exemple, $2,51 \times 10^{-13}$). Voir « Saisir des nombres » en page 2-7 et « Définir le mode d'affichage » en page 2-15.

Q: *Pourquoi les fonctions de trigonométrie donnent-elles des résultats aberrants ?*

A: Il se peut que le mode d'angle ne soit pas adapté à votre problème. Vérifiez le témoin de mode d'angle : RAD pour radians, GRAD pour grades et aucun témoin n'apparaît pour le mode Degrés. Appuyez sur ◀ RAD ou utilisez le menu ◀ MODES pour changer le mode d'angle.

Q: *Lorsque je prends le sinus de* π *en mode Degrés, pourquoi obtiens-je 'SIN(*π*)' au lieu d'un nombre ?*

A: Le calculateur est en mode Résultat symbolique ; 'SIN(π)' est la réponse symbolique. Appuyez sur ▶ ▶NUM pour convertir 'SIN(π)' en son équivalent numérique de 0,0548 ... jusqu'à 11 décimales. Vous pouvez aussi appuyer sur SYM■ à la page 1 du menu MODES, pour passer en mode Résultats numériques et empêcher l'évaluation symbolique.

A

Q: *Que signifie « objet » ?*

A: « Objet » est le terme général qui désigne tous les éléments de données avec lesquels le HP 48 travaille. Les nombres, les expressions, les tableaux, les programmes, etc., sont tous des types d'objets. Vous trouverez au chapitre 4, « Objets », la description des types d'objets acceptés par le calculateur.

Q: *Que signifient les trois points de suspension à la fin d'une ligne d'affichage ?*

A: Les trois points de suspension indiquent que l'objet affiché est trop long pour tenir sur une ligne. Pour visualiser les portions non affichées de l'objet, utilisez les touches de déplacement du curseur ◀ ou ▶.

Q: *Comment faire disparaître le témoin* HALT *?*

A: Appuyez sur PRG CTRL KILL.

Q: *Le calculateur émet un bip et affiche* Bad Argument Type.

A: Le type des objets présents dans la pile ne convient pas à votre commande. Par exemple, cette erreur surviendra si vous exécutez →UNIT (en page 2 du menu PRG OBJ) avec un nombre dans les niveaux 1 et 2 de la pile.

Q: *Le calculateur émet un bip et affiche* Too Few Arguments.

A: La pile ne contient pas assez d'arguments pour la commande. Par exemple : exécution de + avec un seul argument ou nombre dans la pile.

Q: *Le calculateur émet un bip et affiche un message différent des deux précédents.*

A: Reportez-vous aux « Messages » à l'annexe B.

Q: *Je ne peux pas retrouver des variables utilisées précédemment. Où sont-elles ?*

A: Vous avez peut-être utilisé les variables d'un répertoire différent. Si vous ne vous souvenez pas de quel répertoire il s'agit, vous devrez examiner tous les répertoires de votre calculateur.

Q: *Parfois, mon HP 48 semble s'arrêter pendant quelques secondes pendant un calcul.*

A: C'est normal. De temps à autre, le calculateur effectue un nettoyage destiné à éliminer les objets temporaires créés à partir d'une opération normale. Ce nettoyage libère de la mémoire pour les opérations en cours. Il se produira moins souvent si vous mettez à disposition une plus importante quantité de mémoire.

Q: *Pendant une impression, plusieurs lignes s'impriment rapidement, puis plus lentement. Pourquoi ?*

A: Le calculateur transmet rapidement une certaine quantité de données à l'imprimante, puis ralentit sa vitesse de transmission afin que l'imprimante puisse suivre.

Q: *Comment puis-je accélérer l'impression de mon imprimante thermique à infrarouges HP 82240B ?*

A: Utilisez un adaptateur *agc* avec votre imprimante HP 82240B pour l'accélérer. Vous pouvez aussi modifier le délai du calculateur pour le

faire correspondre avec la vitesse d'impression (voir « Pour changer le délai d'attente entre lignes d'impression » en page 32-7).

Conditions d'environnement

Pour une bonne fiabilité, gardez le calculateur à l'abri de l'humidité respectez les limites de température et d'humidité suivantes :

Calculateur :

- Température en fonctionnement : 0° à 45°C.
- Température de stockage : −20° à 65°C.
- Humidité en fonctionnement et de stockage : 90 % d'humidité relative à 40°C maximum.

Cartes enfichables :

- Température en fonctionnement : 0° à 45°C.
- Température de stockage : −20° à 60°C.
- Température de stockage pour la rétention des données de la carte RAM : 0° à 60°C.
- Humidité en fonctionnement et de stockage : 90 % d'humidité relative à 40°C maximum.

Quand remplacer les piles

Lorsque les piles sont faibles, le témoin ((•)) reste allumé, même après la mise hors tension du calculateur. Si le calculateur est mis sous tension alors que les piles sont faibles, le message `Warning: LowBat( )` apparaît pendant environ 3 secondes.

`LowBat(P1)` désigne le port 1.
`LowBat(P2)` désigne le port 2.
`LowBat(S)` désigne les piles du calculateur (Système).

Remplacez la pile de la carte RAM ou les piles du calculateur le plus tôt possible après l'apparition du témoin de piles faibles ((•)) et du message d'avertissement. Si vous continuez à utiliser le calculateur pendant que le témoin ((•)) est allumé, l'affichage perdra de son

intensité et vous perdrez peut-être les données du calculateur et de la carte RAM.

Dans des conditions d'utilisation normale, la pile d'une carte RAM devrait durer entre 1 et 3 ans. N'oubliez pas de porter sur la carte la date d'installation de la pile et, au cas où la carte RAM ne se trouverait pas dans le calculateur au moment où la pile devrait être remplacée, définissez une alarme 1 an après cette date, pour vous rappeler le remplacement de la pile. La pile n'est pas installée sur les cartes RAM neuves.

Changement des piles

Le HP 48 utilise les piles suivantes :

- **Piles du calculateur.** Toute marque de piles de taille AAA. *Les trois piles doivent être de même marque et de même type.* L'utilisation de piles rechargeables est déconseillée en raison de leur faible capacité.
- **Piles des cartes RAM enfichables.** Pile plate référence 2016 de 3 volts.

Les instructions suivantes concernent le changement des piles du *calculateur*. Celles des piles de la carte RAM se trouvent sous le titre « Pour change la pile d'une carte enfichable RAM » en page A-9.

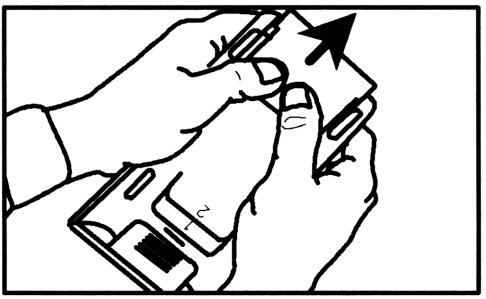
Attention

Lorsque vous retirez les piles du calculateur, celui-ci doit être hors tension et *vous ne devez pas actionner la touche* ON *avant l'installation des nouvelles piles.* Si vous appuyez sur ON alors que le calculateur ne contient pas de piles, vous risquez de perdre toute la mémoire du calculateur.

Pour changer les piles du calculateur :

1. Mettez le calculateur hors tension. Si vous retirez les piles pendant que le calculateur est sous tension, vous risquez de perdre le contenu de la mémoire et des cartes RAM.
2. Préparez trois piles neuves (de même marque et type). Essuyez les deux extrémités de chaque pile avec un chiffon propre et sec.

3. Retirez le volet du compartiment des piles en appuyant dessus et en le poussant hors du calculateur. Faites très attention à ne pas appuyer sur la touche [ON]. Regardez l'illustration suivante :



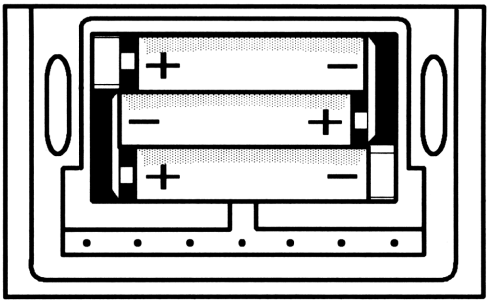
4. Retournez le calculateur et retirez les piles. Vous devez installer les piles neuves dans un délai de 2 minutes, pour préserver le contenu de la mémoire.

Danger

Ne détruisez pas les piles et ne les brûlez pas. Elles pourraient éclater ou exploser, libérant des produits chimiques dangereux. Débarrassez-vous des piles usagées en suivant les instructions du fabricant. Certains commerçants recueillent les piles usées.

A

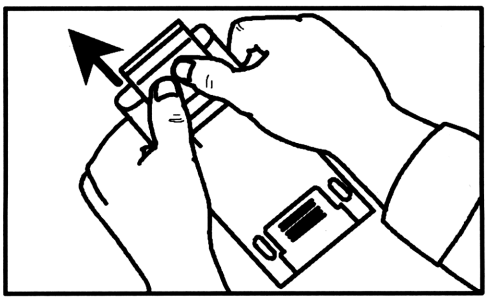
5. Placez les piles comme illustré au fond du compartiment. Reportez-vous à l'illustration suivante :



6. Remettez en place le volet en glissant les languettes dans les fentes du boîtier.
7. Appuyez sur (ON) pour mettre le calculateur sous tension.

Pour changer la pile d'une carte enfichable RAM :

1. Retournez le calculateur et retirez le cache des ports (côté affichage du calculateur).

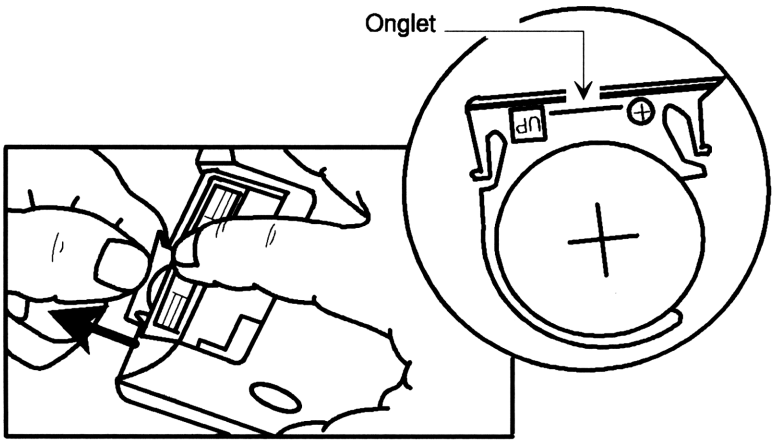


2. La carte RAM étant dans le port 1 ou 2, mettez le calculateur sous tension.

Attention

Comme les cartes RAM épuisent les piles du calculateur lorsque celui-ci est sous tension (ON), vous ne devez remplacer la pile d'une carte que lorsque celle-ci est dans le calculateur et que ce dernier est sous tension. Si vous retirez la pile d'une carte RAM lorsque le calculateur est hors tension ou que la carte n'est pas installée, vous risquez de détruire le contenu de la mémoire RAM.

3. Placer votre index dans le décrochement près de l'extrémité exposée de la carte RAM—cela empêche le retrait de la carte du calculateur lorsque vous enlevez le porte-pile de la carte. Ensuite, placez le pouce de l'autre main à l'endroit prévu pour cela dans le plastique noir, à gauche de l'extrémité de la carte, et retirez le porte-pile de la carte.



A

4. Enlevez l'ancienne pile du porte-pile en plastique.

Danger

Ne détruisez pas les piles et ne les brûlez pas. Elles pourraient éclater ou exploser, libérant des produits chimiques dangereux. Débarrassez-vous des piles usagées en suivant les instructions du fabricant. Certains commerçants rassemblent les piles usées.

5. Installez une pile plate 2016 de 3 volts dans le porte-pile en plastique et réinsérez celui-ci (avec la pile) dans la carte RAM. *Le côté de la pile marqué « + » doit être orienté vers l'avant de la carte.*
6. Portez sur la carte la date d'installation de la pile, et au cas où la carte RAM ne serait pas dans le calculateur au moment où la pile devra être remplacée, établissez une alarme 1 an après cette date, à titre de rappel (si vous retirez la carte, le HP 48 est incapable de vérifier le niveau de la pile).
7. Remettez en place le cache des ports.

Tester le fonctionnement

Voici comment déterminer si le calculateur fonctionne correctement : testez le calculateur après chaque opération, pour voir si le bon fonctionnement a été rétabli. Si votre calculateur doit être dépanné, reportez-vous à « Garantie des réparations effectées aprés la période garantie » en page A-18.

Si le calculateur ne se met pas sous tension, ou ne réagit pas lorsque vous appuyez sur les touches :

1. Vérifiez que trois piles neuves sont bien installées dans le calculateur.
2. Si l'affichage est vierge, appuyez sur la touche ON et maintenez-la ; appuyez plusieurs fois sur la touche +, jusqu'à ce que des caractères deviennent visibles ; ensuite, relâchez la touche ON. Si aucun caractère ne s'affiche, le calculateur doit être dépanné.
3. Si un programme arrêté ne réagit pas lorsque vous appuyez sur ATTN, essayez d'appuyer à nouveau sur ATTN.
4. Si le clavier est « verrouillé », effectuez un arrêt du système :
   a. Appuyez sur la touche ON et maintenez-la.
   b. Appuyez, sans la maintenir, sur la troisième touche à partir de la gauche, dans la rangée supérieure (la touche de menu proche de la lettre C).
   c. Relâchez la touche ON. La pile vide doit s'afficher.
5. Si l'affichage semble encore incohérent, réinitialisez la mémoire :

a. Appuyez sur la touche (ON) et maintenez-la.
b. Appuyez de façon continue sur les touches extérieures de la rangée supérieure (les touche de menu près des lettres A et F).
c. Relâchez les trois touches.

Le calculateur émettra un bip et affichera le message `Try To Recover Memory?` en haut de l'écran. Appuyez sur `YES` pour récupérer un maximum de mémoire.

Si ces opérations sont infructueuses, le calculateur doit être dépanné.

Le calculateur réagit aux frappes, mais vous le soupçonnez de mal fonctionner

1. Exécutez l'auto-test décrit au paragraphe suivant.
   - Si le calculateur ne passe pas l'auto-test avec succès, il doit être dépanné.
   - Si le calculateur réussit l'auto-test, vous avez peut-être commis une erreur de manipulation. Relisez les paragraphes appropriés du manuel et consultez le paragraphe « Réponse aux questions le plus souvent posées » en page A-3.
2. Contactez le Service d'assistance du calculateur, dont le numéro de téléphone figure à la troisième page de couverture.

Auto-test

Si l'affichage s'allume mais que le calculateur ne semble pas fonctionner correctement, effectuez l'auto-test de diagnostic :

A

Pour lancer le test automatique :

1. Allumez le calculateur.
2. Appuyez et maintenez la pression sur (ON).
3. Appuyez sur la touche « E » et relâchez la pression (la touche à côté de laquelle un E est imprimé).
4. Relâchez la touche (ON).

L'auto-test de diagnostic vérifie la ROM et la RAM interne, et produit divers agencements d'affichage. Le test se répète indéfiniment, jusqu'à ce que vous l'arrêtiez.

Pour arrêter le test automatique (arrêt du systême):

1. Appuyez sur la touche [ON] et maintenez-la.
2. Appuyez, sans la maintenir, sur la troisième touche à partir de la gauche de la rangée supérieure (à côté de la lettre C).
3. Relâchez la touche [ON]. La pile vide doit s'afficher.

Si l'auto-test indique une défaillance de ROM ou RAM interne (si IROM OK et IRAM OK ne sont pas affichés), le calculateur doit être dépanné.

N'exécutez aucun des test décrits dans les paragraphes suivants tant que l'auto-test de diagnostic n'a pas été concluant.

Test du clavier

Ce test vérifie que toutes les touches du calculateur fonctionnent correctement.

1. Allumez le calculateur.
2. Appuyez sur la touche [ON] et maintenez-la.
3. Appuyez, sans la maintenir, sur la troisième touche à partir de la droite de la rangée supérieure (à côté de la lettre D).
4. Relâchez la touche [ON].
5. Appuyez, sans la maintenir, sur la deuxième touche à partir de la droite de la rangée supérieure (à côté de la lettre E). KBD1 apparaîtra dans l'angle supérieur gauche de l'écran.
6. En commençant par l'angle supérieur gauche et en vous déplaçant de gauche à droite, appuyez sur *chacune des touches du clavier, une à une.*

A

Si vous actionnez les touches dans le bon ordre et si elles fonctionnent correctement, le calculateur émet un bip aigu à chaque pression. Dès que vous avez actionné la dernière touche ([+]), le message affiché doit devenir KBD1 OK.

Si vous appuyez sur une touche dans le mauvais ordre, un nombre hexadécimal à cinq chiffres apparaîtra près de KBD1. Réinitialisez le test du clavier (en effectuant les opérations 1 à 3 ci-dessus), et recommencez le test.

Si une touche ne fonctionne pas correctement, la frappe suivante affiche en hexadécimal la position attendue et reçue. Si vous obtenez ce message alors que vous avez actionnez les touches dans l'ordre correct, le calculateur doit être dépanné. Lorsque vous enverrez le calculateur au dépannage, n'oubliez pas d'inclure une copie du message d'erreur.

Pour quitter le test du clavier (arrêt du système):

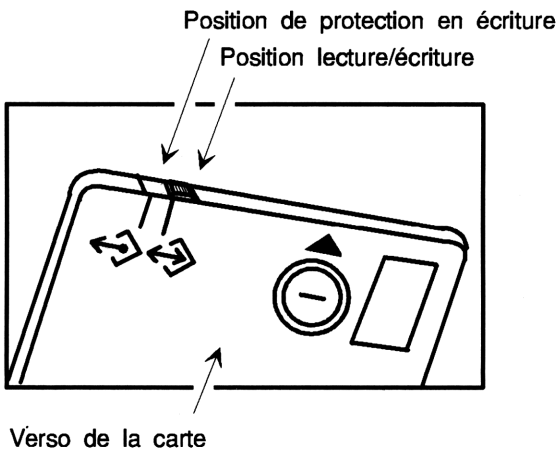
1. Appuyez sur la touche (ON) et maintenez votre appui.
2. Appuyez, sans la maintenir, sur la troisième touche à partir de la gauche de la rangée supérieure (à côté de la lettre C).
3. Relâchez la touche (ON). La pile vide doit s'afficher.

Test des RAM et des ports

Ce test vérifie, de manière non destructive, les ports et les cartes RAM installées (la mémoire de carte RAM est préservée).

Pour lancer le test de port RAM:

1. Vérifiez que le port 1 et/ou le port 2 contiennent une carte RAM.
2. Vérifiez que la languette de chaque carte est en position « lecture/écriture ».



3. Allumez le calculateur.
4. Appuyez sur la touche (ON) et maintenez-la.
5. Appuyez, sans la maintenir, sur la quatrième touche à partir de la gauche de la rangée supérieure (à côté de la lettre D).
6. Relâchez la touche (ON). Une ligne verticale apparaît de part et d'autre et au centre de l'affichage.
7. Appuyez, sans la maintenir, sur la touche (▲).

RAM1 et/ou RAM2 apparaîtra dans l'angle supérieur gauche de l'écran et la taille de la carte RAM correspondante (32K ou 128K) apparaîtra dans l'angle supérieur droit de l'écran. Après le test, et si celui-ci a été concluant, OK apparaîtra à droite de RAM1 et/ou RAM2. Un message de défaillance (par exemple, RAM1 00002) s'affichera pour chaque port qui ne contient pas de carte RAM ou si languette d'une carte est en position « protection contre l'écriture ». Ignorez ce message.

Si OK n'apparaît pas pour une carte RAM en mode lecture/écriture, transférez la carte dans l'autre port et ré-exécutez le test. SI OK n'apparaît toujours pas, remplacez cette carte RAM par une neuve.

Pour revenir à l'utilisation normale du calculateur (arrêt du système):

1. Appuyez et maintenez l'appui sur (ON).
2. Appuyez, sans la maintenir, sur la troisième touche à partir de la gauche de la rangée supérieure (à côté de la lettre C).
3. Relâchez la touche (ON). La pile vide doit s'afficher.

Test en boucle de l'infrarouge

Ce test vérifie le fonctionnement des détecteurs à infrarouges d'émission et réception, et de leurs circuits.

Pour exécuter le test de boucle infrarouge:

1. Allumez le calculateur.
2. Appuyez sur la touche (ON) et maintenez-la.
3. Appuyez, sans la maintenir, sur la quatrième touche à partir de la gauche de la rangée supérieure (à côté de la lettre D).
4. Relâchez la touche (ON); une ligne verticale apparaîtra de part et d'autre et au centre de l'écran.

5. Assurez-vous que le cache des ports est bien en place et qu'il recouvre les ampoules situées en haut du calculateur.
6. Appuyez sur [EVAL].

IRLB apparaîtra dans l'angle supérieur gauche de l'écran. OK apparaîtra à droite de IRLB, si ce test est concluant. Si OK n'apparaît pas, le calculateur doit être dépanné.

Pour rétablir le fonctionnement normal du calculateur, arrêtez le système :

1. Appuyez sur la touche [ON] et maintenez-la.
2. Appuyez, sans la maintenir, sur la troisième touche à partir de la gauche de la rangée supérieure (à côté de la lettre C).
3. Relâchez la touche [ON]. La pile vide doit s'afficher.

Test en boucle série

Ce test vérifie le fonctionnement des circuits d'émission et de réception de l'interface série en haut du calculateur.

Pour exécuter le test en boucle série :

1. Allumez le calculateur.
2. Appuyez sur la touche [ON] et maintenez-la.
3. Appuyez, sans la maintenir, sur la quatrième touche à partir de la gauche de la rangée supérieure (à côté de la lettre D).
4. Relâchez la touche [ON] ; une ligne verticale apparaît de part et d'autre et au centre de l'écran.
5. Connectez (en court-circuit) temporairement les deux broches médianes (broches 2 et 3) de la prise série à 4 broches, située à la partie supérieure du calculateur. Veillez à ne pas plier ou déformer les broches.
6. Appuyez sur [PRG].

U_LB apparaîtra dans l'angle supérieur gauche de l'écran. OK apparaîtra à droite de U_LB si ce test est concluant. Si OK n'apparaît pas, le calculateur doit être dépanné.

Remarque

Si, par inadvertance, vous mettez en court-circuit les broches 1 et 2 ou les broches 3 et 4 de la prise série, le test en boucle renverra `U_LB 00001` ou `U_LB 00002` (message de test défaillant), mais le calculateur n'en souffrira pas.

Pour rétablir le fonctionnement normal du calculateur, arrêtez le système :

1. Appuyez sur la touche (ON) et maintenez-la.
2. Appuyez, sans la maintenir, sur la troisième touche à partir de la gauche de la rangée supérieure (à côté de la lettre C).
3. Relâchez la touche (ON). La pile vide doit s'afficher.

Garantie

Le calculateur (sauf pour ce qui concerne les piles ou d'éventuels dommages causées par ces dernières) *est garanti par Hewlett-Packard contre tout vice de matière et de fabrication pour une durée d'un an à partir de la date de livraison, la facture d'achat faisant foi.* Si vous vendez ou donnez le calculateur, la garantie est automatiquement transférée au nouveau propriétaire et reste effective pour la durée initiale d'un an. Hewlett-Packard s'engage à réparer ou, éventuellement, à remplacer les pièces qui se révèleraient défectueuses pendant la période garantie. Cette garantie couvre les pièces et la main d'oeuvre. (Valable pour la France uniquement. Lorsque l'acheteur est non-professionnel, ou consommateur au sens de la loi 78-23 du 10 janvier 1978, les obligations de HP définies ci-dessus ne sont pas exclusives de la garantie légale en matière de vices cachés (article 1641 et suivants du Code Civil).) Elle disparaît en cas d'utilisation en dehors des spécifications ou de modification ou maintenance par un centre non reconnu par Hewlett-Packard.

Seuls les essais effectués à partir des programmes Hewlett- Packard seront considérés comme faisant foi lors des litiges concernant le fonctionnement du matériel. Aucune autre garantie explicite ou implicite n'est accordée. La responsabilité de Hewlett-Packard ne peut être engagée dans le cas d'une application particulière. La société ne peut être tenue pour responsable des dommages indirects.

Modifications

Les appareils vous sont livrés selon les spécifications en vigueur au moment de la fabrication. Hewlett-Packard n'est pas tenu de modifier les appareils déjà vendus.

Coût de la maintenance

Les réparations sont effectuées pour un prix forfaitaire incluant pièces et main d'oeuvre. Ce forfait est sujet à la T.V.A. en France ou à des taxes similaires dans d'autres pays. Ces taxes apparaissent en détail sur les factures.

Les calculateurs endommagés par accident ou utilisation hors des spécifiacations ne sont pas couverts par le coût forfaitaire. Le prix de la réparation est alors fonction des pièces changées et du temps passé.

Garantie des réparations effectuées après la période garantie

Tout appareil réparé par Hewlett-Packard est garanti pièces et main d'oeuvre, pendant 90 jours à compter de la date de réparation.

Informations

Si vous désirez des informations plus précises concernant les termes de cette garantie, veuillez contacter :

- **En Europe :** Contactez votre distributeur ou le bureau commercial HP le plus proche ou le Siège Social de HP Europe. *N'envoyez pas votre calculateur pour réparation à un bureau Hewlett-Packard avant de l'avoir contacté.*

  Hewlett-Packard S.A.
  150, Route du Nant-d'Avril
  P.O. Box CH 1217 Meyrin 2
  Genève, Suisse
  Téléphone : (022) 780.81.11

- **Aux Etats Unis :**

  Hewlett-Packard Co.
  1000, N.E. Circle Boulevard
  Corvallis, OR 97330
  Téléphone : (503) 757-2004

- **Dans les pays francophones :**

  Consultez les numéros de téléphone en 3e page de couverture.

Instructions d'expédition

Si vous devez envoyer votre calculateur pour réparation, conformez-vous aux indications suivantes :

- Avant d'expédier votre calculateur, faites une copie de sauvegarde du contenu de sa mémoire, par exemple sur une carte enfichable RAM.
- Joignez au calculateur la carte de maintenance portant la description de la panne, votre adresse et votre numéro de téléphone.
- Si le calculateur est sous garantie, joignez une copie de la facture ou une preuve de la date d'achat.
- Expédiez le calculateur et les différents documents dans la boîte d'origine, ou, éventuellement, dans un autre emballage de protection pour éviter toute détérioration en cours de transport qui ne serait pas couverte par la garantie. Nous vous conseillons d'*assurer le colis*.
- Que le calculateur soit sous garantie ou non, les frais d'expédition, et éventuellement de douane, sont à votre charge. Le retour est effectué en port payé.

Maintenance

Les appareils sont généralement réparés et ré-expédiés dans un délai de cinq jours ouvrables à dater de leur réception au centre de réparation approprié. Il s'agit d'un délai moyen pouvant varier selon l'époque de l'année et la charge de travail du service après-vente.

Où envoyer votre calculateur pour réparations

Si votre calculateur doit être réparé, adressez-vous à un distributeur officiel de Hewlett-Packard, qui le fera parvenir à un centre de maintenance Hewlett-Packard.

Tous les centres de maintenance Hewlett-Packard ne sont pas équipés pour assurer la maintenance des calculateurs. Cependant, s'il y a un distributeur officiel Hewlett-Packard dans le pays où vous vous trouvez, vous pouvez être sûr que HP dispose d'un centre de maintenance dans ce pays.

S'il n'y a pas de distributeur officiel Hewlett-Packard dans le pays où vous vous trouvez, vous pouvez contacter le bureau commercial Hewlett-Packard le plus proche pour de plus amples informations.

Sécurité - conformité aux normes

Le HP 48SX a été testé selon les normes en vigueur aux Etats-Unis et dans le reste du monde. Ces tests passent en revue la sécurité mécanique et électrique du calculateur, les possibilités d'interférences radio, des études ergonomiques et acoustiques, ainsi que l'innocuité des matériaux employés. Là où les règlements nationaux l'exigent, des approbations par les différents organismes concernés ont été obtenues et figurent sur l'étiquette d'identification du produit.

Interférences radio : France

Le HP 48SX a été testé avec son imprimante Hewlett-Packard et a été trouvé conforme à toutes les normes françaises concernant les interférences radio pour les limites de la classe B.

Si vous utilisez du matériel non fabriqué ou non recommandé par Hewlett-Packard, la configuration doit être en accord avec ces normes.

Utilisation en avion

Le HP 48SX et l'imprimante HP 82240B satisfont aux spécifications du RTCA (Radio Technical Commission for Aeronautics), Docket 160B, Section 21. La plupart des compagnies aériennes permettent l'utilisation des calculateurs en vol sur la base de cette qualification. Une simple vérification auprès d'un membre de l'équipage vous indiquera la position de la compagnie aérienne sur l'usage de calculateurs en vol.

B

Messages

Dans les tableaux suivants, les messages sont d'abord classés d'après leur nom, puis d'après leur numéro.

Liste des messages en ordre alphabétique

Message	Signification	# (hex)
Acknowledged	Accusé de réception de l'alarme.	619
Autoscaling	Le calculateur effectue la mise à l'échelle automatique des axes x et/ou y.	610
Awaiting Server Cmd.	Indique que le mode Serveur est actif.	C0C
Bad Argument Type	Un ou plusieurs arguments de la pile étaient incorrects pour ce type d'opération.	202
Bad Argument Value	Valeur d'argument hors des limites pour l'opération.	203
Bad Guess(es)	Là où les approximation(s) fournie(s) à l'application HP Solve ou à ROOT, sont hors du domaine de l'équation.	A01
Bad Packet Block check	Le total de contrôle calculé ne correspond pas à celui du paquet.	C01

Liste des messages en ordre alphabétique (suite)

Message	Signification	# (hex)
`Can't Edit Null Char.`	Tentative de modifier une chaîne contenant le caractère « 0 ».	102
`Circular Reference`	Tentative de stocker un nom de variable dans lui-même.	129
`Connecting`	Vérification de la connexion IR ou série.	C0A
`Constant?`	L'application HP Solve ou ROOT a renvoyé la même valeur à chaque point d'échantillonnage de l'équation en cours.	A02
`Copied to stack`	`→STK` a copié l'équation sélectionnée dans la pile.	623
`Current equation:`	Identifie l'équation en cours.	608
`Deleting Column`	L'application MatrixWriter supprime une colonne.	504
`Deleting Row`	L'application MatrixWriter supprime une ligne.	503
`Directory Not Allowed`	Nom de la variable de répertoire existant utilisé comme argument.	12A
`Directory Recursion`	Tentative de stocker un répertoire dans lui-même.	002
`Empty catalog`	Pas de données dans le catalogue en cours (Equation, Statistiques, Alarme).	60D
`Enter alarm, press SET`	Message d'entrée d'alarme.	61A
`Enter eqn, press NEW`	Stocker la nouvelle équation dans *EQ*.	60A

Liste des messages en ordre alphabétique (suite)

Message	Signification	# (hex)
Enter value (zoom out if >1), press ENTER	Messages d'opérations Zoom.	622
Extremum	Le résultat fourni par l'application HP Solve ou ROOT est un extremum au lieu d'une racine.	A06
HALT Not Allowed	Un programme contenant HALT s'est exécuté pendant que l'application MatrixWriter, DRAW ou l'application HP Solve était active.	126
I/O setup menu	Identifie le menu de configuration d'E/S Setup.	61C
Implicit () off	Parenthèses implicites inactives.	207
Implicit () on	Parenthèses implicites actives.	208
Incomplete Subexpression	▶, ▼ ou ENTER actionnée avant d'avoir fourni tous les arguments de fonction.	206
Inconsistent Units	Tentative de conversion d'unité avec des unités incompatibles.	B02
Infinite Result	Exception mathématique : un calcul tel que 1/0 a donné un résultat infini.	305
Inserting Column	L'application MatrixWriter insère une colonne.	504
Inserting Row	L'application MatrixWriter insère une ligne.	503
Insufficient Memory	Pas assez de mémoire libre pour exécuter l'opération.	001

Liste des messages en ordre alphabétique (suite)

Message	Signification	# (hex)
Insufficient Σ Data	Une commande statistique a été exécutée alors que ΣDAT ne contenait pas suffisam-ment de points de données pour le calcul.	603
Interrupted	L'application HP Solve ou ROOT a été interrompue par (ATTN).	A03
Invalid Array Element	(ENTER) a renvoyé un objet de type incorrect pour la matrice en cours.	502
Invalid Card Data	Le HP 48 ne reconnaît pas les données de la carte enfichable ou la carte n'a jamais été utilisée.	008
Invalid Date	L'argument de date n'est pas un nombre réel en format correct, ou il est hors des limites.	D01
Invalid Definition	Structure incorrecte de l'argument d'équation pour DEFINE.	12C
Invalid Dimension	L'argument du tableau avait des dimensions incorrectes.	501
Invalid EQ	Tentative d'opération à partir du menu GRAPHICS FCN alors que *EQ* ne contenait pas d'expression algébrique, ou tentative de DRAW avec le type de tracé CONIC alors que *EQ* ne contenait pas d'expression algébrique.	607

Liste des messages en ordre alphabétique (suite)

Message	Signification	# (hex)
`Invalid IOPAR`	*IOPAR* n'est pas une liste, ou un ou plusieurs objets dans la liste sont manquants ou incorrects.	C12
`Invalid Name`	Nom de fichier reçu incorrect, ou il a été demandé au serveur d'envoyer un nom de fichier incorrect.	C17
`Invalid PPAR`	*PPAR* n'est pas une liste, ou un ou plusieurs objets dans la liste sont manquants ou incorrects.	12E
`Invalid PRTPAR`	*PRTPAR* n'est pas une liste, ou un ou plusieurs objets dans la liste sont manquants ou incorrects.	C13
`Invalid PTYPE`	Type de tracé incorrect pour l'équation en cours.	620
`Invalid Repeat`	Intervalle de répétition d'alarme hors des limites.	D03
`Invalid Server Cmd.`	Commande incorrecte reçue en mode Serveur.	C08
`Invalid Syntax`	Le HP 48 ne peut pas exécuter ENTER ou STR→ en raison d'une syntaxe d'objet incorrecte.	106
`Invalid Time`	L'argument d'heure n'est pas un nombre réel en format correct, ou est hors des limites.	D02
`Invalid Unit`	Opération tentée avec une unité utilisateur incorrecte ou non définie.	B01

Liste des messages en ordre alphabétique (suite)

Message	Signification	# (hex)
`Invalid User Function`	Le type de la structure ou de l'objet exécuté en tant que fonction définie par l'utilisateur, était incorrect.	103
`Invalid Σ Data`	Commande statistique exécutée avec un objet incorrect stocké dans ΣDAT.	601
`Invalid Σ Data LN(Neg)`	Ajustement de courbe non linéaire tenté alors que la matrice ΣDAT contenait un élément négatif.	605
`Invalid Σ Data LN(0)`	Ajustement de courbe linéaire tenté alors que la matrice ΣDAT contenait un élément 0.	606
`Invalid ΣPAR`	ΣPAR n'est pas une liste, ou un ou plusieurs objets dans la liste sont manquants ou incorrects.	604
`LAST CMD Disabled`	LAST CMD actionnée pendant que cette fonction de reprise était désactivée.	125
`LASTARG Disabled`	LASTARG exécutée pendant que cette fonction de reprise était désactivée.	205
`Low Battery`	Piles du système trop faibles pour une impression ou des E/S correctes.	C14
`Memory Clear`	La mémoire du HP 48 a été effacée.	005
`Name Conflict`	Tentative d'exécution de | (où) pour affecter une valeur de variable d'intégration ou un index de sommation.	13C

Liste des messages en ordre alphabétique (suite)

Message	Signification	# (hex)
Name the equation, press ENTER	Nommer l'équation et la stocker dans *EQ*.	60B
Name the stat data, press ENTER	Nommer les données statistiques et les stocker dans ΣDAT.	621
Negative Underflow	Exception mathématique : le calcul a fourni un résultat négatif, différent de zéro, supérieur à −MINR.	302
No Current Equation	SOLVR, DRAW ou RCEQ exécutées avec *EQ* non existant.	104
No current equation	Message d'état de Plot et de l'application HP Solve.	609
No Room in Port	Mémoire libre insuffisante dans le port RAM spécifié.	00B
No Room to Save Stack	Pas assez de mémoire libre pour sauvegarder une copie de la pile. LAST STACK est automatiquement désactivée.	101
No Room to Show Stack	Objets de la pile affichés par type, en raison seulement de mémoire insuffisante.	131
No stat data to plot	Pas de données stockées dans ΣDAT.	60F
Non-Empty Directory	Tentative de détruire un répertoire non vide.	12B
Non-Real Result	L'exécution de l'application HP Solve, ROOT, DRAW ou $\int$ a fourni un résultat autre qu'un nombre réel ou l'unité.	12F

Liste des messages en ordre alphabétique (suite)

Message	Signification	# (hex)
Nonexistent Alarm	La liste des alarmes ne contenait pas l'alarme spécifiée par la commande d'alarme.	D04
Nonexistent ΣDAT	Commande statistique exécutée alors que ΣDAT n'existait pas.	602
Object Discarded	L'émetteur a envoyé un paquet EOF (Z) avec un "D" dans le champ de données.	C0F
Object In Use	PURGE ou STO tentée sur un objet-sauvegarde alors que son objet stocké était utilisé.	009
Object Not in Port	Tentative d'accéder à un objet-sauvegarde ou à une bibliothèque non existante.	00C
(OFF SCREEN)	La valeur, racine, extremum ou intersection de la fonction n'était pas visible dans l'affichage en cours.	61F
Out of Memory	Il faut éliminer un ou plusieurs objets, pour que le calculateur puisse continuer à fonctionner.	135
Overflow	Exception mathématique : le calcul a fourni un résultat supérieur en valeur absolue à MAXR.	303
Packet #	Indique le numéro de paquet pendant l'émission ou la réception.	C10
Parity Error	Le bit de parité des octets reçus ne correspond pas au réglage de parité en cours.	C05

Liste des messages en ordre alphabétique (suite)

Message	Signification	# (hex)
Port Closed	Possible défaillance du matériel à infrarouges ou série. Exécuter l'autotest.	C09
Port Not Available	Une commande de port a été utilisée sur un port vide, ou sur un port contenant la ROM au lieu de la RAM. Tentative d'exécuter une commande serveur qui utilise elle-même le port d'E/S.	00A
Positive Underflow	Exception mathématique : le calcul a fourni un résultat positif différent de zéro et inférieur à MINR.	301
Power Lost	Calculateur mis sous tension après une coupure de courant. La mémoire a peut-être été altérée.	006
Processing Command	Indique le traitement du paquet de commandes de l'ordinateur hôte.	C11
Receive Buffer Overrun	Kermit : plus de 255 octets de nouvelles tentatives envoyés avant que le HP 48 n'ait reçu un autre paquet. SRECV : les données entrantes ont saturé la mémoire tampon.	C04
Receive Error	Engorgement de UART ou erreur de trame.	C03
Receiving	Identifie le nom de l'objet pendant la réception.	C0E

Liste des messages en ordre alphabétique (suite)

Message	Signification	# (hex)
Retry #	Indique le nombre de nouvelles tentatives pendant la nouvelle tentative d'échange de paquet.	C0B
Select a model	Sélectionne le modèle d'ajustement des courbes statistiques.	614
Select plot type	Sélectionne le type de tracé.	60C
Select repeat interval	Sélectionne l'intervalle de répétition des alarmes.	61B
Sending	Identifie le nom de l'objet pendant l'émission.	C0D
Sign Reversal	Application HP Solve ou ROOT incapable de trouver le point où l'équation en cours donne zéro, mais a trouvé deux points voisins où l'équation a changé de signe.	A05
Timeout	Impression sur le port série : XOFF reçu et dépassement du délai de temporisation pendant l'attente de XON.	C02
	Kermit : dépassement du délai de temporisation pendant l'attente du paquet.	
Too Few Arguments	La commande nécessitait plus d'arguments qu'il n'y en avait dans la pile.	201
Transfer Failed	10 tentatives successives de réception d'un paquet correct ont été infructueuses.	C06
Unable to Isolate	ISOL a échoué parce que le nom spécifié était absent ou se trouvait dans un argument ou une fonction sans inverse.	130

Liste des messages en ordre alphabétique (suite)

Message	Signification	# (hex)
Undefined Local Name	Exécution ou rappel d'un nom local pour lequel il n'existe pas de variable locale correspondante.	003
Undefined Name	Exécution ou rappel d'un nom global pour lequel il n'existe pas de variable correspondante.	204
Undefined Result	Un calcul tel que 0/0 a généré un résultat indéfini.	304
Undefined XLIB Name	Exécuté un nom XLIB alors que la bibliothèque spécifiée était absente.	004
Wrong Argument Count	Fonction définie par l'utilisateur évaluée avec un nombre incorrect d'arguments entre parenthèses.	128
x and y-axis zoom.	Identifie l'option zoom.	627
x axis zoom.	Identifie l'option zoom.	625
x axis zoom w/AUTO.	Identifie l'option zoom.	624
y axis zoom.	Identifie l'option zoom.	626
ZERO	Le résultat fourni par l'application HP Solve ou ROOT est une racine (un point où l'équation en cours donne le résultat zéro).	A04
""	N'identifie aucune fonction à exécuter lorsque EXECS est actionnée.	61E

Liste des messages par ordre numérique

# (hex)	Message
	Messages d'ordre général
001	Insufficient Memory
002	Directory Recursion
003	Undefined Local Name
004	Undefined XLIB Name
005	Memory Clear
006	Power Lost
008	Invalid Card Data
009	Object In use
00A	Port Not available
00B	No Room in Port
00C	Object Not in Port
101	No Room to Save Stack
102	Can't Edit Null Char.
103	Invalid User Function
104	No Current Equation
106	Invalid Syntax
124	LAST STACK Disabled
125	LAST CMD Disabled
126	HALT Not Allowed
128	Wrong Argument Count
129	Circular Reference
12A	Directory Not Allowed
12B	Non-Empty Directory
12C	Invalid Definition
12E	Invalid PPAR
12F	Non-Real Result
130	Unable to Isolate
131	No Room to Show Stack
	Messages relatifs à la mémoire
135	Out of Memory
13C	Name Conflict

Liste des messages par ordre numérique (suite)

# (hex)	Message
	Erreurs de pile
201	Too Few Arguments
202	Bad Argument Type
203	Bad Argument Value
204	Undefined Name
205	LASTARG Disabled
	Messages de l'application EquationWriter
206	Incomplete Subexpression
207	Implicit () off
208	Implicit () on
	Erreurs de virgule flottante
301	Positive Underflow
302	Negative Underflow
303	Overflow
304	Undefined Result
305	Infinite Result
	Messages pour tableaux
501	Invalid Dimension
502	Invalid Array Elément
503	Deleting Row
504	Deleting Column
505	Inserting Row
506	Inserting Column
	Messages de statistiques
601	Invalid Σ Data
602	Nonexistent ΣDAT
603	Insufficient Σ Data
604	Invalid ΣPAR
605	Invalid Σ Data LN(Neg)
606	Invalid Σ Data LN(0)

Liste des messages par ordre numérique (suite)

# (hex)	Message
	Messages de tracé, d'E/S, d'heure et HP Solve
607	Invalid EQ
608	Current equation:
609	No current equation.
60A	Enter eqn, press NEW
60B	Name the equation, press ENTER
60C	Select plot type
60D	Empty catalog
60F	No Statistics data to plot
610	Autoscaling
614	Select a model
619	Acknowledged
61A	Enter alarm, press SET
61B	Select repeat interval
61C	I/O setup menu
61D	Plot type:
61E	""
61F	(OFF SCREEN)
620	Invalid PTYPE
621	Name the stat data, press ENTER
622	Enter value (zoom out if >1), press ENTER
623	Copied to stack
624	x axis zoom w/AUTO.
625	x axis zoom.
626	y axis zoom.
627	x and y-axis zoom.
A01	Bad Guess(es)
A02	Constant?
A03	Interrupted
A04	Zero
A05	Sign Reversal
A06	Extremum

Liste des messages par ordre numérique (suite)

# (hex)	Message
	Gestion des unités
B01	Invalid Unit
B02	Inconsistent Units
	E/S et impression
C01	Bad Packet Block check
C02	Timeout
C03	Receive Error
C04	Receive Buffer Overrun
C05	Parity Error
C06	Transfer Failed
C07	Protocol Error
C08	Invalid Server Cmd
C09	Port Closed
C0A	Connecting
C0B	Retry #
C0C	Awaiting Server Cmd.
C0D	Sending
C0E	Receiving
C0F	Object Discarded
C10	Packet #
C11	Processing Command
C12	Invalid IOPAR
C13	Invalid PRTPAR
C14	I/O: Batt Too Low
C15	Empty Stack
C17	Invalid Name
	Messages relatifs au temps
D01	Invalid Date
D02	Invalid Time
D03	Invalid Repeat
D04	Nonexistent Alarm
	Messages divers
70000	(Erreur DOERR)

C

Codes de caractères du HP 48

A l'exception des caractères 128 à 159, le jeu de caractères du HP 48 est basé sur le jeu de caractères ISO 8859 Latin 1.

La plupart des caractères du HP 48 peuvent être tapés directement à l'écran, à partir du clavier alphabétique—consultez le diagramme du clavier aphabétique, en page 2-9. Certains caractères ne sont cependant *pas* présents sur ce clavier alphabétique—pour les introduire, vous devez saisir leur numéro de code de caractère. Vous pouvez introduire n'importe lequel des caractères que connaît le HP 48 de cette manière.

Pour introduire n'importe quel caractère sous forme de chaîne:

1. Tapez son numéro de code.
2. Appuyez sur PRG OBJ NXT NXT CHR (la commande CHR).

Pour obtenir le code de caractère du premier caractère d'une chaîne:

1. Placez la chaîne au niveau 1.
2. Appuyez sur PRG OBJ NXT NXT NUM (la commande NUM).

Si vous utilisez fréquemment un caractère qui n'est pas disponible sur les claviers, primaire ou secondaire, vous pouvez l'assigner au clavier utilisateur pour faciliter les choses—voyez à ce propos « Définir et annuler des touches utilisateur » en page 15-6.

Codes de caractères

NUM	CAR	NUM	CAR	NUM	CAR	NUM	CAR
0	■	32		64	@	96	`
1	■	33	!	65	A	97	a
2	■	34	"	66	B	98	b
3	■	35	#	67	C	99	c
4	■	36	$	68	D	100	d
5	■	37	%	69	E	101	e
6	■	38	&	70	F	102	f
7	■	39	'	71	G	103	g
8	■	40	(	72	H	104	h
9	■	41	)	73	I	105	i
10	■	42	*	74	J	106	j
11	■	43	+	75	K	107	k
12	■	44	,	76	L	108	l
13	■	45	-	77	M	109	m
14	■	46	.	78	N	110	n
15	■	47	/	79	O	111	o
16	■	48	0	80	P	112	p
17	■	49	1	81	Q	113	q
18	■	50	2	82	R	114	r
19	■	51	3	83	S	115	s
20	■	52	4	84	T	116	t
21	■	53	5	85	U	117	u
22	■	54	6	86	V	118	v
23	■	55	7	87	W	119	w
24	■	56	8	88	X	120	x
25	■	57	9	89	Y	121	y
26	■	58	:	90	Z	122	z
27	■	59	;	91	[	123	{
28	■	60	<	92	\	124	|
29	■	61	=	93	]	125	}
30	■	62	>	94	^	126	~
31	■	63	?	95	_	127	▒

Codes de caractères (suite)

NUM	CAR	NUM	CAR	NUM	CAR	NUM	CAR
128	∠	160		192	À	224	à
129	∠	161	¡	193	Á	225	á
130	∇	162	¢	194	Â	226	â
131	√	163	£	195	Ã	227	ã
132	∫	164	¤	196	Ä	228	ä
133	Σ	165	¥	197	Å	229	å
134	▶	166	¦	198	Æ	230	æ
135	π	167	§	199	Ç	231	ç
136	∂	168	¨	200	È	232	è
137	≤	169	©	201	É	233	é
138	≥	170	ª	202	Ê	234	ê
139	≠	171	«	203	Ë	235	ë
140	α	172	¬	204	Ì	236	ì
141	→	173	-	205	Í	237	í
142	←	174	®	206	Î	238	î
143	↓	175	¯	207	Ï	239	ï
144	↑	176	°	208	Ð	240	ð
145	γ	177	±	209	Ñ	241	ñ
146	δ	178	²	210	Ò	242	ò
147	ε	179	³	211	Ó	243	ó
148	η	180	´	212	Ô	244	ô
149	θ	181	µ	213	Õ	245	õ
150	λ	182	¶	214	Ö	246	ö
151	ρ	183	·	215	×	247	÷
152	σ	184	¸	216	Ø	248	ø
153	τ	185	¹	217	Ù	249	ù
154	ω	186	º	218	Ú	250	ú
155	Δ	187	»	219	Û	251	û
156	Π	188	¼	220	Ü	252	ü
157	Ω	189	½	221	Ý	253	ý
158	■	190	¾	222	Þ	254	þ
159	∞	191	¿	223	ß	255	ÿ

D

Numéros de menus et organigrammes

Ce tableau est une liste des menus intégrés au HP 48 avec leur numéro. Le numéro de menu d'une bibliothèque est identique à son numéro de bibliothèque.

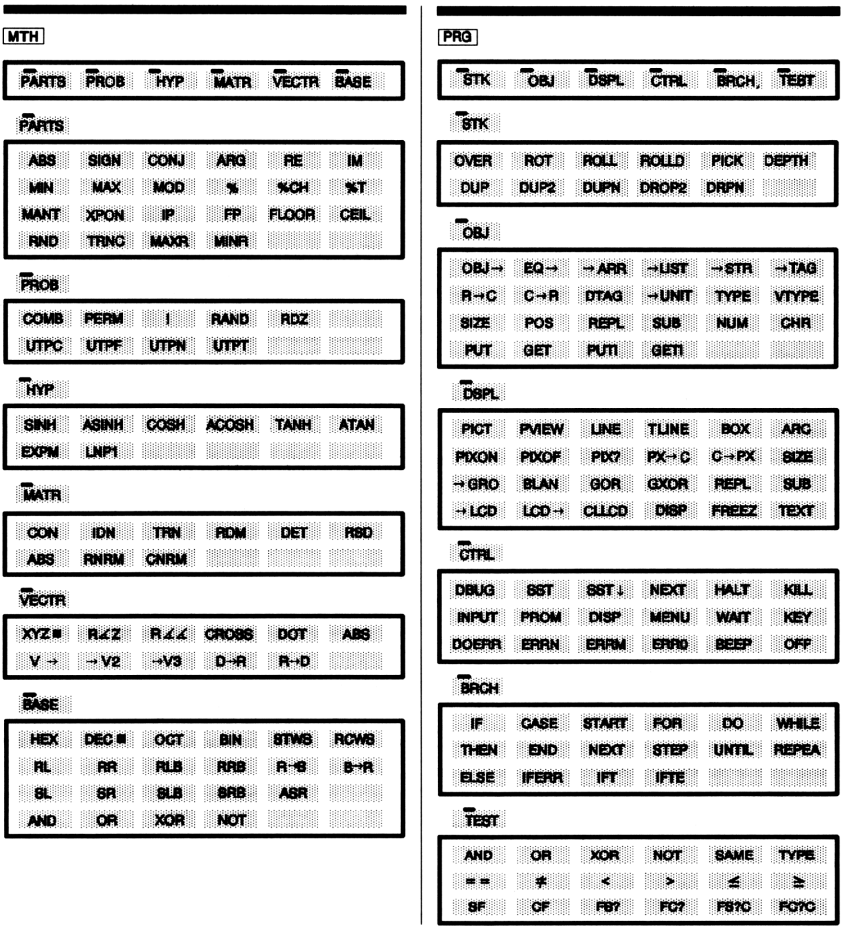
Numéros et noms des menus

N° menu.	Nom	N° menu.	Nom
0	Last Menu	20	MODES
1	CST	21	MODES Personnalisation
2	VAR	22	MEMORY
3	MTH	23	MEMORY Arithmétique
4	MTH PARTS	24	LIBRARY
5	MTH PROB	25	PORT 0
6	MTH HYP	26	PORT 1
7	MTH MATR	27	PORT 2
8	MTH VECTR	28	EDIT
9	MTH BASE	29	SOLVE
10	PRG	30	SOLVE SOLVR
11	PRG STK	31	PLOT
12	PRG OBJ	32	PLOT PTYPE
13	PRG DISP	33	PLOT PLOTR
14	PRG CTRL	34	ALGEBRA
15	PRG BRCH	35	TIME
16	PRG TEST	36	TIME ADJST
17	PRINT	37	TIME ALRM
18	I/O	38	TIME ALRM RPT
19	I/O SETUP	39	TIME SET

Numéros et noms des menus (suite)

N° menu.	Nom
40	STAT
41	STAT MODL
42	UNITS Catalogue
43	UNITS LENG
44	UNITS AREA
45	UNITS VOL
46	UNITS TIME
47	UNITS SPEED
48	UNITS MASS
49	UNITS FORCE

N° menu.	Nom
50	UNITS ENRG
51	UNITS POWR
52	UNITS PRESS
53	UNITS TEMP
54	UNITS ELEC
55	UNITS ANGL
56	UNITS LIGHT
57	UNITS RAD
58	UNITS VISC
59	UNITS Commande



Menus MTH et PRG

D

PRINT

PR1	PRST	PRSTC	PRLCD	PRVAR	CR
DELAY	OLDPR				

I/O

SEND	RECV	SERVE	KGET	FINIS	SETUP
RECN	PKT	KERR		OPENI	CLOSE
XMIT	SRECV	STIME	SBRK	BUFLE	

SETUP

IRW	ASCII	BAUD	PARIT	CKSM	TRAN

MODES

STD■	FIX	SCI	ENG	SYM■	BEEP■
STK■	ARG■	CMD■	CNC■	ML■	CLK
DEG■	RAD	GRAD	XYZ■	R∠Z	R∠∠
HEX	DEC■	OCT	BIN	FM,	

MODES

ASN	STOK	RCLK	DELK	MENU	CST
TMEN	RCLM	STOF	RCLF	SF	CF
FS?	FC?	FS?C	FC?C		

MEMORY

MEM	BYTES	VARS	ORDER	PATH	CRDIR
TVARS	PVARS	NEWO	LIBS	ATTAC	DETAC
MERG	FREE	ARCHI	RESTO	PGDIR	

MEMORY

STO+	STO−	STO*	STO/	INCR	DECR
SINV	SNEG	SCON			

GRAPH

ZOOM	Z-BOX	CENT	COORD	LABEL	FCN
DOT+	DOT−	LINE	TLINE	BOX	CIRCL
MARK	REPL	SUB	DEL	+/−	KEYS

ZOOM

XAUTO	X	Y	XY		EXIT

FCN

ROOT	ISECT	SLOPE	AREA	EXTR	EXIT
F(X)	F'	NXEQ			

MATRIX

EDIT	VEC■	←WID	WID→	GO→■	GO↓
+ROW	−ROW	+COL	−COL	→STK	↑STK

EDIT

←SKIP	SKIP→	←DEL	DEL→	INS ■	↑STK

SOLVE

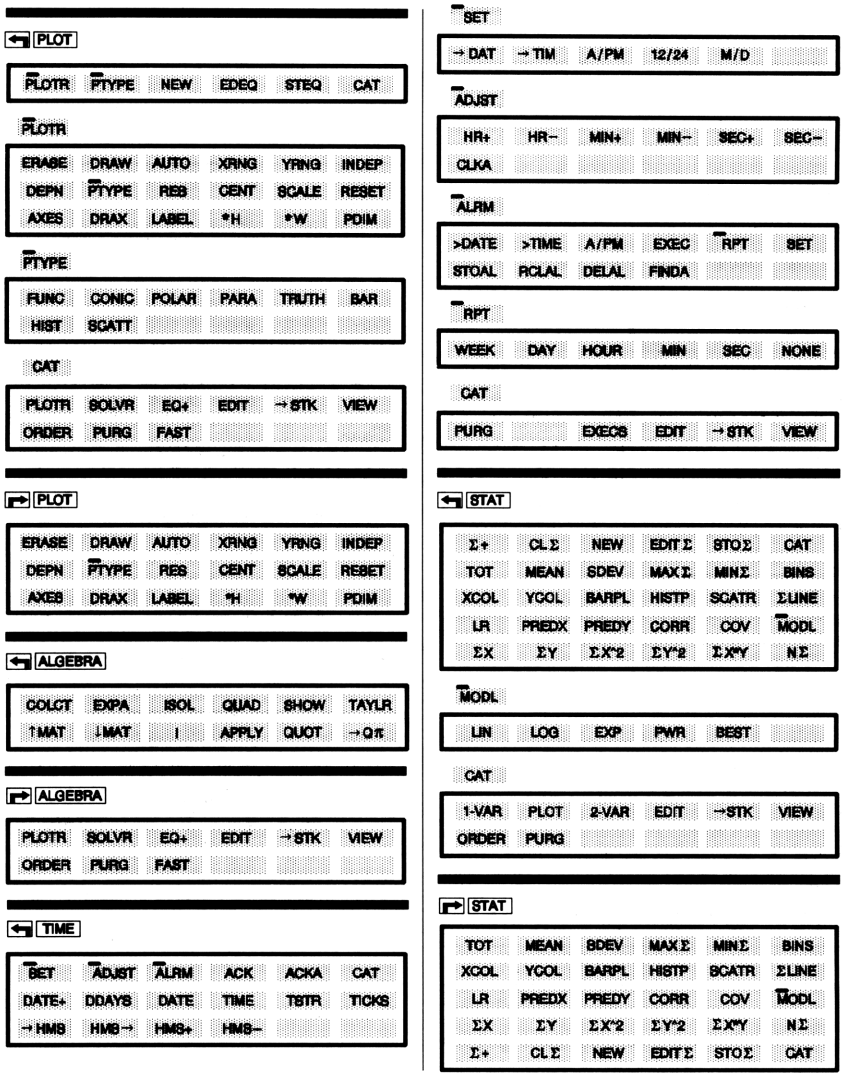
SOLVR	ROOT	NEW	EDEQ	STEQ	CAT

CAT

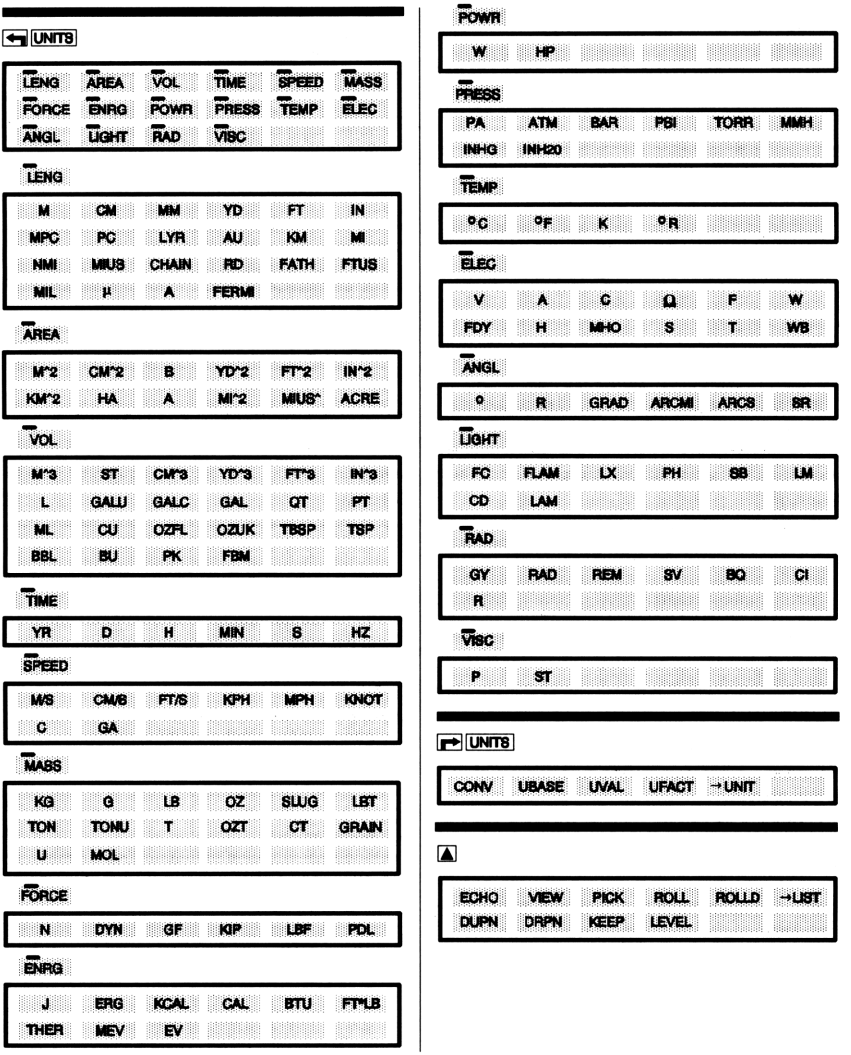
PLOTR	SOLVR	EQ+	EDIT	→STK	VIEW
ORDER	PURG	FAST			

D

Menus PRINT, I/O, MODES, MEMORY, GRAPH, MATRIX, EDIT, SOLVE



Menus PLOT, ALGEBRA, TIME, STAT



D

Menu UNITS et pile interactive

E

Indicateurs binaires du HP 48

Cette annexe dresse la liste des indicateurs-système du HP 48, groupés par fonctions. Tous les indicateurs peuvent être armés, désarmés et testés. L'état par défaut des indicateurs est *désarmé*, sauf pour les indicateurs de taille de mot entier binaire (*Binary Integer Wordsize*, indicateurs −5 à −10).

Indicateurs système

Code	Description
	Indicateurs mathématiques symboliques
−1	Solution principale *Désarmé* : QUAD et ISOL renvoient un résultat représentant toutes les solutions possibles. *Armé* : QUAD et ISOL ne renvoient que la solution principale.
−2	Constantes symboliques. *Désarmé* : les constantes symboliques (e, i, π, MAXR et MINR) conservent leur forme symbolique lorsqu'elles sont évaluées, sauf si l'indicateur Résultats numériques −3 est armé. *Armé* : les constantes symboliques donnent des nombres, quel que soit l'état de l'indicateur Résultats numériques −3
−3	Résultats numériques. *Désarmé* : les fonctions avec arguments symboliques, y compris des constantes symboliques, donnent des résultats symboliques. *Armé* : les fonctions avec arguments symboliques, y compris des constantes symboliques, donnent des nombres.
−4	Non utilisé.

Indicateurs système (suite)

Code	Description
	Indicateurs mathématiques entiers binaires
−5 à −10	Taille de mot entier binaire. Les états combinés des indicateurs −5 à −10 définissent la taille de mot de 1 à 64 bits.
−11 and −12	Base entier binaire. HEX : −11 *armé*, −12 *armé*. DEC : −11 *désarmé*, −12 *désarmé*. OCT : −11 *armé*, −12 *désarmé*. BIN : −11 *désarmé*, −12 *armé*.
−13 et −14	Non utilisés.
	Indicateurs du système de coordonnées
−15 and −16	Rectangulaires : −15 *désarmé*, −16 *désarmé*. Polaires/Cylindriques : −15 *désarmé*, −16 *armé*. Polaires/Sphériques : −15 *armé*, −16 *armé*.
	Indicateurs de mode d'angle trigonométrique
−17 et −18	Degrés : −17 *désarmé*, −18 *désarmé*. Radians : −17 *armé*, −18 *désarmé*. Grades : −17 *désarmé*, −18 *armé*.
	Indicateur de mode complexe
−19	*Désarmé* :→V2 et → 2D créent un vecteur bidimensionnel à partir de deux nombres réels. *Armé* :→V2 et → 2D créent un nombre complexe à partir de 2 nombres réels.
	Indicateurs de traitement d'exceptions mathématiques
−20	Exception de dépassement de capacité inférieure *Désarmé* : l'exception de dépassement de capacité inférieure renvoie 0 et arme l'indicateur −23 or −24. *Armé* : l'exception de dépassement de capacité inférieure est traitée comme une erreur.

Indicateurs système (suite)

Code	Description
Indicateurs de traitement d'exceptions mathématiques (suite)	
−21	Exception de dépassement de capacité. *Désarmé* : l'exception renvoie ±9,99999999999E499 et arme l'indicateur −25. *Armé* : l'exception est traitée comme une erreur.
−22	Exception de résultat infini. *Désarmé* : l'exception de résultat infini est traitée comme une erreur. *Armé* : l'exception de résultat infini renvoie ±9,99999999999E499 et arme l'indicateur −26.
−23	Indicateur de dépassement de capacité inférieur
−24	Indicateur de dépassement de capacité inférieure positif.
−25	Indicateur de dépassement de capacité.
−26	Indicateur de résultat infini. Lorsqu'une exception se produit, l'indicateur correspondant (−23 à −26) est *armé*, que l'exception soit traitée, ou non, comme une erreur.
−27 à −29	Non utilisés.
Indicateurs de traçage et de graphiques	
−30	Traçage de fonction. *Désarmé* : pour des équations de forme $y = f(x)$, seule $f(x)$ est tracée. *Armé* : pour des équations de forme $y = f(x)$, des représentations séparées de y et de $f(x)$ sont tracées.
−31	Remplissage de courbe. *Désarmé* : remplissage de courbe activé. *Armé* : remplissage de courbe supprimé.
−32	Curseur graphique. *Désarmé* : curseur graphique toujours foncé. *Armé* : curseur graphique foncé sur fond clair et clair sur fond sombre.

Indicateurs système (suite)

Code	Description
	Indicateurs d'E/S et d'impression
−33	Périphérique d'E/S. *Désarmé* : E/S non imprimante envoyée au port série. *Armé* : E/S non imprimante envoyée au port IR.
−34	Périphérique d'impression. *Désarmé* : sortie d'imprimante envoyée au port IR. *Armé* : sortie d'imprimante envoyée au port série si l'indicateur −33 est désarmé.
−35	Format de données d'E/S. *Désarmé* : objets transmis sous forme ASCII. *Armé* : objets transmis sous forme d'image mémoire.
−36	Ecrasement de RECV. *Désarmé* : si le nom de fichier reçu par le HP 48 correspond à un nom de variable HP 48 existant, le nouveau nom de variable avec une extension numérique est créé pour empêcher l'écrasement. *Armé* : si le nom de fichier reçu par le HP 48 correspond à un nom de variable HP 48 existant, la variable existante est écrasée.
−37	Impression à double interligne. *Désarmé* : impression à simple interligne. *Armé* : impression à double interligne.
−38	Saut de ligne. *Désarmé* : saut de ligne ajouté à la fin de chaque ligne d'impression. *Armé* : pas de saut de ligne ajouté à la fin de chaque ligne d'impression.
−39	Messages d'E/S *Désarmé* : messages d'E/S affichés. *Armé* : messages d'E/S supprimés.

Indicateurs système (suite)

Code	Description
	Indicateurs de gestion de temps
−40	Affichage de l'horloge. *Désarmé* : horloge affichée seulement si menu TIME sélectionné. *Armé* : horloge affichée en permanence.
−41	Format d'horloge. *Désarmé* : 12 heures. *Armé* : 24 heures.
−42	Format de date *Désarmé* : format MM/JJ/AA (mois/jour/année). *Armé* : format JJ.MM.AA (jour.mois.année).
−43	Alarmes répétitives non reprogrammées. *Désarmé* : alarmes de rendez-vous répétitives non reconnues, replanifiées. *Armé* : alarmes de rendez-vous répétitives non reconnues, non replanifiées.
−44	Alarmes reconnues, sauvegardées. *Désarmé* : alarmes de rendez-vous reconnues, supprimées de la liste. *Armé* : alarmes de rendez-vous reconnues sauvegardées dans la liste des alarmes.
	Indicateurs de format d'affichage
−45 à −48	Nombre de chiffres décimaux. Les états combinés des indicateurs −45 à −48 définissent le nombre de chiffres décimaux dans les modes Fix, Scientifique et Ingénieur.
−49 et −50	Format d'affichage numérique. Standard : −49 *désarmé*, −50 *désarmé*. Fixe : −49 *armé*, −50 *désarmé*. Scientifique : −49 *désarmé*, −50 *armé*. Ingénieur : −49 *armé*, −50 *armé*.

Indicateurs système (suite)

Code	Description
	Indicateurs de format d'affichage (suite)
−51	Séparateur décimal. *Désarmé* : le séparateur est un . (point). *Armé* : le séparateur est une , (virgule).
−52	Affichage sur une seule ligne. *Désarmé* : l'affichage donne priorité à l'objet en niveau 1, en utilisant jusqu'à quatre lignes de l'affichage de pile. *Armé* : l'affichage de l'objet en niveau 1 est limité à une ligne.
−53	Priorité. *Désarmé* : suppression de certaines parenthèses dans des expressions algébriques, pour la lisibilité. *Armé* : toutes les parenthèses des expressions algébriques sont affichées.
−54	Non utilisé.
	Indicateurs divers
−55	Derniers arguments. *Désarmé* : arguments d'opération sauvegardés. *Armé* : arguments d'opération non sauvegardés.
−56	Bip d'erreur. *Désarmé* : bip d'erreur et de commande BEEP activés. *Armé* : bip d'erreur et de commande BEEP supprimés.
−57	Bip d'alarme. *Désarmé* : bip d'alarme activé. *Armé* : bip d'alarme supprimé.
−58	Messages complets (en clair). *Désarmé* : messages système et données affichés automatiquement. *Armé* : suppression de l'affichage automatique des messages système et des données.

Indicateurs système (suite)

Code	Description
	Indicateurs divers (suite)
−59	Affichage de catalogue rapide. *Désarmé* : le catalogue d'équation (et les messages des menus SOLVE, SOLVR, PLOT et PLOTR) présentent l'équation et le nom de l'équation. *Armé* : le catalogue d'équation (et les messages des menus SOLVE, SOLVR, PLOT et PLOTR) ne montrent que le nom de l'équation.
−60	Verrouillage alpha. *Désarmé* : verrouillage alpha activé en appuyant deux fois sur [α]. *Armé* : verrouillage alpha activé en appuyant une fois sur [α]. (Alpha isolé non disponible.)
−61	Verrouillage mode Utilisateur. *Désarmé* : mode Utilisateur 1 activé en appuyant une fois sur [←][USR]. Mode Utilisateur activé en appuyant deux fois sur [←][USR]. *Armé* : mode Utilisateur activé en appuyant une fois sur [←][USR]. (Mode 1-User indisponible.)
−62	Mode Utilisateur (User). *Désarmé* : mode Utilisateur non actif. *Armé* : mode Utilisateur actif.
−63	Vectorisé [ENTER]. *Désarmé* : [ENTER] évalue la ligne de commande. *Armé* : fonction [ENTER] définie utilisateur, activée.
−64	Indicateur de bouclage d'index. *Désarmé* : la dernière exécution de GETI ou PUTI n'a pas incrémenté l'index sur le premier élément. *Armé* : la dernière exécution de GETI ou PUTI a incrémenté l'index sur le premier élément.

F

Comparer le HP 48 et le HP 41

Le HP 48 et le HP 41 ont la même base de fonctionnement, la pile et la logique « RPN ». Toutefois, la pile à quatre niveaux et les registres fixes du HP 41 ne se prêtent pas au traitement de types de données ou d'objets variés, et ne permettent pas le calcul symbolique. Le HP 48 a perfectionné le modèle traditionnel du calculateur utilisant la « *Notation polonaise inverse* » et ouvert l'accès à des opérations nettement plus sophistiquées.

Pour vous aider à prendre un bon départ avec le HP 48, cette annexe met en évidence certaines des ressemblances et des différences qui existent entres les deux machines ; mais si vous avez l'habitude d'utiliser un autre calculateur RPN de marque Hewlett-Packard, cette annexe vous sera également utile. Pour un traitement plus fouillé de ce sujet, voir *HP 41/HP 48 Transitions* par William C. Wickes, Larken Publications, 1990 (ouvrage en langue anglaise).

Ce qui n'a pas changé

Calculs RPN au clavier

Vous pouvez calculer des nombres sur le clavier du HP 48 comme vous le faites sur celui du HP 41. Le fonctionnement en *Notation polonaise* est conservé.

Les exemples suivants calculent 4×15, sin $30°$ et 2^3.

HP 41	**HP 48**
4 [ENTER↑] 15 [×]	4 [ENTER] 15 [×]
HP 41	**HP 48**
30 [SIN]	30 [SIN]
HP 41	**HP 48**
2 [ENTER] 3 ■ [y^x]	2 [ENTER] 3 [y^x]

Executer des commandes

La règle générale pour le HP 41 comme pour le HP 48 est : *saisissez les arguments de la commande, puis exécutez-la.* Les résultats sont normalement renvoyés dans la pile.

La pile

Taille de la pile

La pile du HP 41 contient quatre registres (X, Y, Z et T) auxquels viennent s'ajouter le registre LAST X et le registre ALPHA. Chacun des registres numériques peut contenir un nombre réel (ou six caractères). Le registre ALPHA peut contenir 24 caractères.

La pile HP 48 contient autant de *niveaux* que l'exige le nombre d'objets saisis. La pile commence au niveau 1 et croît en fonction des besoins. (L'affichage montre les premiers niveaux.) Chaque niveau de la pile peut contenir un *objet*—un élément de données. L'objet peut être un nombre réel ou un nombre complexe, une chaîne de caractères de n'importe quelle longueur, un programme complet ou plusieurs autres types de données. Les points importants sont le *nombre infini de niveaux* que peut accepter la pile et la *complexité* des informations qu'ils contiennent.

Si vous désirez saisir un texte sur le HP 48, vous le faites sous forme de chaîne. Le texte étant saisi dans la pile, il n'y a pas besoin de registre ALPHA séparé.

Mémoire de la pile

La pile du HP 41 occupe une partie fixe de la mémoire—sa taille ne change jamais.

La pile dynamique du HP 48 ne vous oblige pas à perdre par exemple les données du registre 4 lorsque vous introduisez de nouvelles données dans le premier registre. Le désavantage est peut-être que vous pouvez ainsi immobiliser une grande partie de la mémoire, si vous omettez d'effacer vos anciennes données ; il est bon de « nettoyer » la pile de temps en temps pour libérer la mémoire.

Effacer la pile

Lorsque vous effacez le registre X du HP 41 ou que vous effacez la pile, le chiffre 0 est stocké dans les registres ; ces zéros peuvent être utilisés comme données.

Lorsque vous exécutez CLEAR pour effacer la pile du HP 48, vous supprimez tous les objets *et tous les niveaux*. Il ne reste rien dans la pile. Si vous utilisez DROP pour effacer le niveau 1 de la pile, tous les objets de la pile redescendent, laissant au niveau 1 l'objet qui se trouvait précédemment au niveau 2. La pile compte un niveau de moins. Aucune des opérations d'effacement ne génère de zéros.

Saisie des données

Lorsque vous saisissez des nombres sur le HP 41, vous le faites dans le registre X. Lorsque vous appuyez sur [ENTER↑], le nombre est copié dans le registre Y.

Lorsque vous saisissez un nombre ou un autre objet sur le HP 48, vous le faites en *ligne de commande*—la pile n'intervient pas. Lorsque vous appuyez sur [ENTER], la ligne de commande est traitée—si vous avez saisi un nombre, il est placé au niveau 1 et le reste des objets remontent d'un niveau. Si vous appuyez sur [ATTN], la ligne de commande est supprimée et la pile n'est pas concernée.

Sur le HP 48 vous pouvez saisir plusieurs objets en ligne de commande en les séparant par [SPC]. Si vous appuyez ensuite sur [ENTER], les objets sont placés dans la pile dans l'ordre de votre saisie, un nombre

par niveau. Si vous appuyez sur une autre touche, par exemple [+], elle traite automatiquement la ligne de commande (les nombres passent dans la pile), puis la commande est exécutée.

Passer en revue le contenu de la pile

Sur le HP 41 vous utilisez [R↓] pour voir la pile.

Sur le HP 48 vous lisez normalement jusqu'à quatre niveaux de la pile à l'affichage, selon la longueur de leur contenu. Pour voir le reste de la pile, vous appuyez sur [▲] pour accéder à la *pile interactive*, qui permet l'examen de tout son contenu.

Supprimer des données de la pile

Sur le HP 41 vous pouvez appuyez sur [ENTER↑] pour faire une copie du registre X dans le registre Y ; et lorsque vous retirez des nombres de la pile, le nombre du registre T est automatiquement copié dans le registre Z—ce qui permet une réserve infinie de valeurs du registre T.

Sur le HP 48 vous exécutez DUP pour copier l'objet du niveau 1 au niveau 2. (Pour la facilité, si aucune ligne de commande n'est présente, vous pouvez appuyer sur [ENTER] pour faire la même opération.) Vous pouvez utiliser DUP2 et DUPN pour copier deux ou plusieurs niveaux. Toutefois, il n'existe pas sur le HP 48 de mécanisme de reproduction automatique des données comparable au registre T du HP 41—parce que la pile du HP 48 peut compter un nombre de niveaux illimité. (Bien sûr, vous pouvez rédiger un programme simple, qui renvoie un nombre donné chaque fois que vous l'exécutez.)

Ré-arranger les données de la pile

Vous pouvez modifier l'ordre des données de la pile du HP 41 en utilisant R↑, RDN et X<>Y.

Les commandes correspondantes du HP 48 sont ROLL, ROLLD et SWAP—*cependant*, ROLL et ROLLD nécessitent un argument qui spécifie le nombre de niveaux de la pile à inclure dans l'opération. (la pile pouvant compter plusieurs niveaux contenant les données que vous ne désirez pas modifier.) Les autres commandes de la pile sont incluses dans le menu PRG STK.

Calculs

Types de calculs

Les calculs sur le HP 41 utilisent la syntaxe RPN. (Pour un calcul complexe, on commence généralement par l'opération la plus « intérieure », à cause de la taille fixe de la pile.)

Sur le HP 48 les calculs peuvent utiliser la syntaxe RPN—nommée *syntaxe de la pile*. (Vous pouvez calculer dans n'importe quel ordre, à cause de la taille illimitée de la pile.) Vous pouvez aussi calculer en utilisant la syntaxe d'*expression algébrique*. La syntaxe algébrique spécifie un calcul en notation algébrique—et vous pouvez conserver le calcul sous cette forme ou l'évaluer.

Ces exemples calculent $1/\sqrt{2}$. (Le troisième exemple évalue l'expression `'1/√2'`.)

HP 41	HP 48	HP 48
1 ENTER↑	1 ENTER	' 1 ÷ √x 2
2 √x	2 √x	ENTER
÷	÷	EVAL

Contrôle du format d'affichage

Le HP 41 offre trois formats d'affichage : fixe, scientifique et ingénieur.

Le HP 48 en offre quatre : fixe, scientifique, ingénieur et standard (le format par défaut). Le format standard ne montre que le nombre de chiffres nécessaires pour représenter le nombre (jusqu'à 12).

Coordonnées polaires et rectangulaires

Sur le HP 41 vous utilisez deux registres pour maintenir les coordonnées rectangulaires ou polaires d'un vecteur bidimensionnel ou d'un nombre complexe. Vous pouvez utiliser les commandes R–P et P–R pour convertir les types de coordonnées.

Sur le HP 48 vous utilisez un vecteur bidimensionnel ou un nombre complexe pour représenter la quantité. Vous changez le mode de coordonnées pour changer la façon dont l'objet est affiché.

Ces exemples montrent un vecteur bidimensionnel ou nombre complexe sous forme de coordonnées polaires.

HP 41	HP 48	HP 48
1 [ENTER↑] 1 ■ [R→P] ([x≷y] [x≷y] pour visualiser)	1 [ENTER] 1 [◀] [2D] [▶] [POLAR]	[◀] [( )] 1 [SPC] 1 [ENTER] [▶] [POLAR]

Commandes

Exécution des commandes

Sur le HP 41 vous pouvez appuyer sur des touches shiftées et non shiftées pour exécuter les commandes au clavier. Vous pouvez aussi appuyer sur [XEQ] [ALPHA] et taper le nom d'une commande pour l'exécuter.

Sur le HP 48 la situation est la même, mais il y a des touches préfixe *gauches* et *droites*. Les autres commandes se trouvent dans des *menus*—et sont exécutées en appelant le menu et en appuyant sur la touche de menu appropriée (imprimée sous la forme ▒▒▒▒▒ dans ce manuel). Par exemple, vous pouvez appuyer sur [MTH] PARTS ABS pour exécuter la commande valeur absolue. Vous pouvez aussi exécuter une commande en tapant son nom dans la ligne de commande et en appuyant sur [ENTER]—mais vous devrez utiliser la touche [α] pour les caractères.

Les exemples suivants changent le mode d'angle de Radians en Degrés.

HP 41	HP 48	HP 48	HP 48
XEQ ALPHA DEG ALPHA	← RAD	← MODES NXT NXT DEG	α α DEG ENTER

Notation sans préfixe

Sur le HP 41 certaines commandes attendent un numéro de registre, un numéro d'indicateur, ou un autre paramètre de ce genre. Chacune de ces commandes sollicite le paramètre *après* l'exécution du nom de la commande. Par exemple, STO 01, FIX 2 et CF 03 obtiennent leurs paramètres après l'exécution des noms de ces commandes.

Sur le HP 48 *tous* les arguments doivent être dans la pile *avant* l'exécution de la commande. Exemples : 'N1' STO, 2 FIX et 3 CF.

Voici un changement de mode d'affichage à quatre décimales.

HP 41	HP 48
■ FIX 4	4 ← MODES FIX

Récupération de données

Sur le HP 41 vous pouvez utiliser LASTX pour retrouver le contenu du registre L—qui est constitué du contenu précédent du registre X. Les données peuvent être utilisées à nouveau.

Sur le HP 48 vous LASTARG est utilisé pour récupérer *tous* les arguments de la commande la plus récente—et non seulement l'argument du niveau 1. Vous pouvez utiliser LAST STACK pour rétablir la totalité de la pile dans l'état où elle se trouvait avant la dernière commande.

Retrait des données de saisie

Pour certaines commandes du HP 41, les données de saisie d'une commande sont laissées dans la pile après l'exécution de la commande. Par exemple, 123 STO 01 laisse sur la pile 123.

Pour presque toutes les commandes du HP 48, les données saisies pour la commande sont retirées de la pile. Par exemple, 123 'N1'

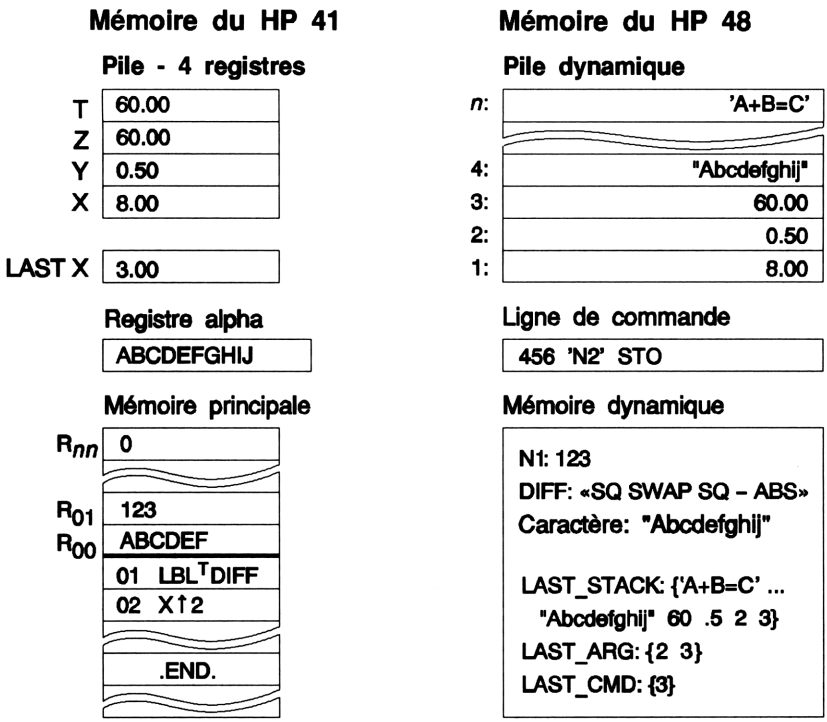
STO ne laisse rien dans la pile : rien ne l'encombre. Si vous désirez conserver une copie d'un des arguments, DUP peut servir à la faire. Par exemple, 123 DUP 'N1' STO leaves 123 dans la pile. (S'il n'y a pas de ligne de commande, vous pouvez appuyer sur ENTER pour copier l'objet du niveau 1.)

Mémoire

Organisation de la mémoire

La mémoire principale du HP 41 est partagée entre les registres de stockage de données et la mémoire de programme. Vous déterminez ce partage avec la commande SIZE. Mais la mémoire excédentaire dans une des sections n'est pas disponible pour l'autre ... De plus, le HP 41 a une pile à quatre niveaux et un registre Alpha qui compte 24 caractères.

La mémoire du HP 48 disponible pour l'utilisateur n'est pas partagée en sections, et elle n'est pas réservée au stockage de types de données variées, même pas aux objets de la pile. La mémoire est distribuée de manière dynamique aux objets que vous introduisez ou stockez : nombres, programmes ou autres types d'objets. Le nombre et la taille des objets ne sont limités que par la quantité totale de mémoire disponible.



Stockage des données

Sur le HP 41 vous stockez des nombres réels (et des données alpha en quantité limitée) dans les registres de stockage en utilisant la commande STO. Chaque registre est identifié par un paramètre à deux chiffres, tel R_{01}. Vous êtes tenu de vous souvenir du contenu de chaque registre.

Sur le HP 48 vous stockez nombres réels, chaînes alpha (aussi longues que nécessaire), nombres complexes et autres types d'objets dans des *variables*. Chacune porte un *nom* que vous choisissez, et elle contient un objet. Cet objet peut être un simple nombre ou un programme complexe—ou tout autre type d'objet. Si vous appuyez sur la touche [VAR], vous lisez les noms des variables que vous avez créées. Ces noms peuvent évoquer le contenu des variables, par exemple *N1*.

Sauvegardons le nombre 123 (dans le registre R_{01} et la variable *N1*).

HP 41	HP 48	HP 48
123 STO 01	123 ' α N1 STO	123 VAR ← N1

Utiliser les données sauvegardées

Sur le HP 41 comme sur le HP 48 vous rappelez et modifiez les données stockées. Le menu VAR du HP 48 offre cependant quelques raccourcis.

Rappelons le nombre stocké plus haut (dans R_{01} ou la variable *N1*).

HP 41	HP 48	HP 48	HP 48
RCL 01	VAR N1	α N1 ENTER	' α N1 → RCL

Effacer la mémoire

Sur le HP 41 vous efacez un registre en y stockant 0. Vous pouvez utiliser CLRG pour stocker la valeur 0 dans tous les registres.

Sur le HP 48 vous utilisez PURGE pour supprimer une ou plusieurs variables ; elles disparaissent du contenu de la mémoire et l'espace qu'elles occupaient est utilisé. CLVAR supprime toutes les variables.

F

Programmation

Contenu des programmes

Un programme sur le HP 41 consiste en une suite de lignes numérotées, contenant une commande chacune. Le programme débute souvent par une instruction LBL et se termine par l'instruction END ou RTN. Certaines commandes qui nécessitent un paramètre apparaissent sur une ligne, par exemple CF 03. Le label de départ sert souvent de « nom » au programme.

Un programme, sur le HP 48, consiste en une suite de commandes, de nombres et d'autres objets mis entre guillemets « ». Les commandes ne sont pas accollées à des paramètres—tous les arguments précèdent la commande, par exemple 3 CF. Un objet-programme ne comporte pas de « nom », mais il en acquiert un au moment où vous le stockez dans une variable, que vous nommez.

Voici trois programmes qui prennent deux nombres *x2* et *x1* dans la pile et calculent $|x1^2 - x2^2|$. Les séquences de touches ont été omises pour la simplicité de la lecture. (Le troisième programme utilise des *variables locales*, qui ne sont pas disponibles sur le HP 41.)

HP 41

```
PRGM
01 LBL'DIFF
02 X↑2
03 X<>Y
04 X↑2
05 -
06 ABS
07 END
PRGM
```

HP 48

```
«
 SQ
 SWAP
 SQ
 -
 ABS
»
' α α
DIFF α STO
```

HP 48

```
«
 → x2 x1
  'ABS(x1^2-x2^2)'
»
' α α
DIFF α STO
```

Exécution de programmes

Sur le HP 41 vous exécutez un programme en exécutant son nom.

Sur le HP 48 vous exécutez un programme en tapant son nom ou en appuyant sur la touche qui porte son nom dans le menu VAR.

Voici la saisie des nombres 5 et 6 et l'exécution d'un programme, *DIFF*.

HP 41

```
5 ENTER 6
XEQ ALPHA
DIFF ALPHA
```

HP 48

```
5 ENTER 6
α α DIFF
ENTER
```

HP 48

```
5 ENTER 6
VAR DIFF
```

Structure des programmes

Un programme, sur le HP 41, peut avoir plusieurs points d'entrée (des commandes LBL) et plusieurs « sorties » (commandes GTO et RTN). Les commandes conditionnelles, GTO, ISG et DSE offrent des possibilités de branchement et de boucles. Les sous-programmes sont introduits par XEQ et RTN.

Sur le HP 48, un programme ne possède qu'un seul point d'entrée, son début, et un seul point de sortie, sa fin. Il n'existe pas de possibilités de « GO-TO ». Toutefois, des *structures* de branchement et de boucle sont disponibles, telles IF...THEN...ELSE...END et FOR...NEXT. Les sous-programmes sont inclus en mentionnant simplement leur nom—et il n'y a pas de limite à leur nombre.

Voici des extraits de programmes qui renvoient la valeur 1 ou 2, selon celle d'un nombre placé dans la pile.

HP 41

```
26 X>0
27 GTO 00
28 2
29 GTO 01
30 LBL 00
31 1
32 LBL 01
```

HP 48

```
« ...
 IF 0 >
 THEN 1
 ELSE 2
 END
... »
```

HP 48

```
« ...
 → x
 'IFTE(x>0,1,2)'
... »
```

Ceux-ci rappellent deux nombres et exécutent le sous-programme *DIFF*.

HP 41

```
14 RCL 08
15 RCL 09
16 XEQ"DIFF
```

HP 48

```
« ...
 X Y DIFF
... »
```

Ces extraits de programmes calculent $\sum_{j=1}^{10} j^2$. (Les deux premiers utilisent une boucle—le troisième utilise la fonction de sommation.)

HP 41

```
32 1.010
33 STO 00
34 CLX
35 LBL 00
36 RCL 00
37 INT
38 X^2
39 +
40 ISG 00
41 GTO 00
```

HP 48

```
« ...
 0
 1 10
 FOR j
  j SQ +
 NEXT
... »
```

HP 48

```
« ...
'Σ(j=1,10,SQ(j))'
EVAL
... »
```

Stockage de programmes

Sur le HP 41 les programmes sont stockés dans la mémoire de programme.

Sur le HP 48 vous stockez les programmes dans des variables—comme tous les autres types d'objets. Vous pouvez aussi laisser les objets-programmes dans la pile—un programme occupe un seul niveau de la pile.

Gestion des programmes

Sur le HP 41, c'est à vous de gérer la mémoire de programme—en utilisant l'instrcution PACK pour augmenter l'espace disponible, et SIZE pour modifier la quantité de mémoire programme disponible.

Sur le HP 48 la mémoire est distribuée de manière dynamique—toute la mémoire-utilisateur est disponible pour les programmes et autres types d'objets. Le HP 48 « nettoie » automatiquement la mémoire pour augmenter l'espace disponible.

Gestion des résultats intermédiaires

Un programme, sur le HP 41, prend en considération le nombre de valeurs placées dans la pile. Les valeurs, au-delà de la quatrième, sont perdues. Vous pouvez utiliser les registres de stockage pour compenser les limitations imposées par la pile.

Sur le HP 48, un programme peut utiliser autant d'arguments qu'il en a besoin sur la pile—et il renvoie autant d'objets que nécessaire dans la pile—sans qu'il y ait à se soucier de pertes de données. Ceci vous permet de créer des programmes qui exécutent des tâches précises et échangent des données dans la pile.

Utiliser les indicateurs

Le HP 41 offre 56 indicateurs. Ceux qui sont numérotés 00 à 10 sont d'utilité générale ; de 11 à 56, ce sont les indicateurs système. Vous pouvez armer ou désarmer les indicateurs 00 à 29.

Le HP 48 offre 128 indicateurs (−1 à −64 et 1 à 64). Les numéros 1 à 64 sont d'utilité générale ; de −1 à −64, ce sont les indicateurs système. Vous avez libre accès à tous les indicateurs.

Indentifier les sorties

Sur le HP 41 un programme peut identifier ses sorties grâce à ARCL, pour combiner un nombre avec un libellé alpha. (Ce qui résulte en une chaîne alpha inutilisable directement dans un autre calcul.)

Sur le HP 48 un programme peut afficher ses sorties sous forme de chaîne alpha. Ou bien il peut « étiqueter » un résultat numérique avec un libellé alpha, et le résultat peut être utilisé comme *nombre* dans un autre calcul.

Ces trois extraits de programme montrent le nombre 3 avec l'étiquette « X ». (Les deux premiers renvoient un résultat alpha—le troisième renvoie un résultat numérique,qui peut être utilisé dans un autre calcul.)

F

HP 41

```
53 FIX 2
54"X=
55 3
56 ARCL X
57 AVIEW
```

HP 48

```
« ...
 2 FIX
 "X="
 3 →STR
 +
 ... »
```

HP 48

```
« ...
 2 FIX
 3 "X" →TAG
 ... »
```

G

Index des opérations

Cet index contient des informations de référence pour toutes les opérations du HP 48. Pour chaque opération, cet index indique :

- **Nom, touche ou libellé.** C'est le nom, la touche ou le libellé de menu associé à l'opération. Les noms des opérations sont imprimés sous forme de touches ou de libellés de menus (selon la convention adoptée pour ce manuel).
- **Description.** Le rôle de l'opération (ou sa valeur s'il s'agit d'une unité).
- **Type.** Chaque type d'opération est identifié par l'un des codes suivants :

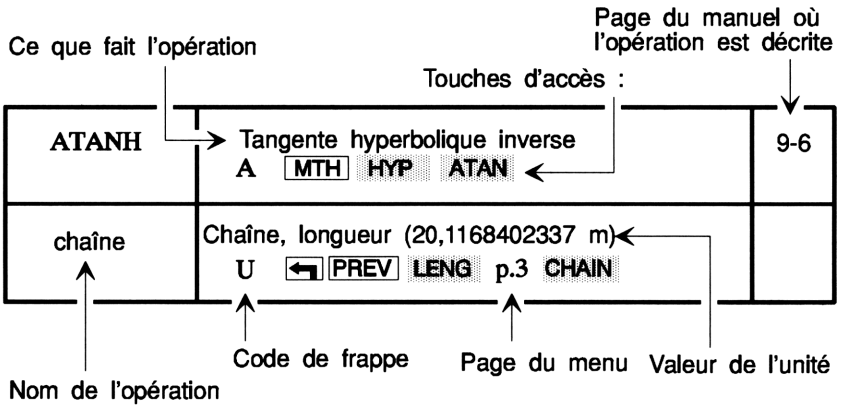
Code	Description
O	**Opération.** Une opération ne pouvant être utilisée ni dans la ligne de commande, ni dans un programme, ni dans une expression algébrigue.
C	**Commande.** Une opération pouvant être utilisée dans des programmes mais *pas* dans des expressions algébriques.
F	**Fonction.** Une commande pouvant être utilisée dans des expressions algébriques.
A	**Fonction analytique.** Une fonction pour laquelle le HP 48 fournit l'inverse et la dérivée.
U	**Unité.**

- **Touches.** Les touches permettant d'effectuer l'opération. Les séquences de touches précédées de « ... » sont accessibles par plusieurs menus—pour connaître les touches référencées par les « ... », consultez, dans l'index, l'opération quit suit immédiatement

les « ... ». Pour les opérations figurant dans des menus à plusieurs pages, le numéro de page du menu considéré est mentionné. Les opérations non accessibles directement par touches portent la mention « A saisir au clavier ».

- **Page.** Dans cette colonne figure le numéro de le page du manuel dans laquelle est décrite l'opération considérée.

Le contenu de cet index est organisé de la façon suivante :



Les opérations dont les noms contiennent à la fois des caractères alphabétiques et des caractères spéciaux sont classées par ordre alphabétiques. Les opérations dont les noms ne contiennent que des caractères spéciaux figurent à la fin de l'index.

G

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
a	Are, unité de surface (100 m^2). U ◀ UNITS AREA p.2 A	D-6
A	Ampère, courant électrique (1 A). U ◀ UNITS p.2 ELEC A	D-6
Å	Angstrom, unité de longueur (1×10^{-10} m). U ◀ UNITS LENG p.4 A	D-6
←A	Association à gauche. O ◀ EQUATION ◀ RULES ←A	22-16
▶ ←A	Exécute ←A jusqu'à ce que la sous-expression ne change plus. O ◀ EQUATION ◀ RULES ▶ ←A	22-19
A→	Association à droite. O ◀ EQUATION ◀ RULES →A	22-16
▶ A→	Exécute A→ jusqu'à ce que la sous-expressions ne change plus. O ◀ EQUATION ◀ RULES ▶ A→	22-19
ABS	Valeur absolue. MTH PARTS ABS MTH MATR p.2 ABS F MTH VECTR ABS	9-14
ACK	Accuse réception d'une alarme échue affichée. C ◀ TIME ACK	24-7
ACKALL	Accuse réception de toute les alarmes échues. C ◀ TIME ACKA	24-7
ACOS	Arc cosinus. A ◀ ACOS	9-9
ACOSH	Arc cosinus hyperbolique. A MTH HYP ACOSH	9-6

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
acre	Acre, unité de surface (4046,87260987 m^2). U ◀ UNITS AREA p.2 ACRE	D-6
ADJST	Sélectionne le menu TIME ADJST (modification de l'heure). O ◀ TIME ADJST	D-5
AF	Effectue une addition de fractions. O ◀ EQUATION ◀ RULES AF	22-18
◀ ALGEBRA	Sélectionne le menu ALGEBRA. O ◀ ALGEBRA	D-5
▶ ALGEBRA	Sélectionne le catalogue d'équations. O ▶ ALGEBRA	17-7
ALOG	Antilogarithme décimal (base 10). A ◀ 10^x	9-6
ALRM	Sélectionne le menu TIME ALRM (alarmes). O ◀ TIME ALRM	D-5
AND	ET binaire ou logique. MTH BASE p.4 AND F PRG TEST AND	14-5 26-4
ANGL	Sélectionne le menu UNITS ANGL. O ◀ UNITS p.3 ANGL	D-6
APPLY	Renvoie une ou plusieurs expression(s) évaluées comme argument(s) d'un nom local non évalué. F ◀ ALGEBRA p.2 APPLY	
ARC	Trace un arc dans *PICT* de θ_1 à θ_2 , dont le centre est sur (x,y) et dont le rayon est r. C PRG DSPL ARC	19-26
ARCHIVE	Effectue une copie de sauvegarde du répertoire HOME. C ◀ MEMORY p.3 ARCHI	34-20

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
arcmin	Minute d'arc, angle dans le plan. ($4{,}62962962963 \times 10^{-5}$) U ◀ UNITS p.3 ANGL ARCMI	D-6
arcs	Seconde d'arc, angle dans le plan. ($7{,}71604938272 \times 10^{-7}$) U ◀ UNITS p.3 ANGL ARCS	D-6
AREA	Calcule et affiche l'aire située sous la courbe d'une fonction entre deux valeurs x spécifiées par la marque et par le curseur ; renvoie cette aire dans la pile. O ... FCN AREA	18-28
AREA	Sélectionne le menu UNITS AREA. O ◀ UNITS AREA	D-6
ARG	Renvoie l'angle polaire θ. F MTH PARTS ARG	11-11
ARG	Active/désactive la reprise LASTARG. O ◀ MODES p.2 ARG	15-12
ARRY→	Renvoie des éléments de tableau dans la pile. C A saisir au clavier.	
→ARRY	Combine des nombres dans un tableau. C PRG OBJ →ARR	4-13
ASCII	Passe du mode ASCII au mode binaire. O ◀ I/O SETUP ASCII	33-4
ASIN	Arc sinus. A ◀ ASIN	9-9
ASINH	Arc sinus hyperbolique. A MTH HYP ASINH	9-6
ASN	Effectue une seule affectation de touche-utilisateur. C ▶ MODES ASN	15-6
ASR	Décalage à droite de 1 bit en arithmétique. C MTH BASE p.3 ASR	14-5

G

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
ATAN	Arc tangente. A ◀ ATAN	9-9
ATANH	Arc tangente hyperbolique. A MTH HYP ATAN	9-6
atm	Atmosphère, unité de pression (101325 $kg/m \cdot s^2$) U ◀ UNITS p.2 PRESS ATM	D-6
ATTACH	Attache la bibliothèque spécifiée au répertoire en cours. C ◀ MEMORY p.2 ATTAC	34-22
ATTN (ON)	Met fin à l'exécution du programme, annule la ligne de commande ; quitte tout environnement spécial ; efface les messages. O ON	2-7
AU	Unité d'astronomie, unité de longueur ($1{,}495979 \times 10^{11}$ m). U ◀ UNITS LENG p.2 AU	D-6
AUTO	Choisit une échelle automatique pour l'axe Y. ... PLOTR AUTO C ▶ PLOT AUTO	18-16
AUTO	Choisit une échelle automatique pour l'axe Y ; puis trace l'équation. equation. ... PLOTR AUTO O ▶ PLOT AUTO	18-16
AXES	Spécifie les coordonnées de l'intersection des axes ; stocke les libellés d'axes. ... PLOTR p.3 AXES C ▶ PLOT p.3 AXES	19-3
▶ AXES	Rappelle l'intersection des axes dans la pile. ... PLOTR p.3 ▶ AXES O ▶ PLOT p.3 ▶ AXES	19-5

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
A/PM	Passe l'horloge du mode AM au mode PM et vice versa. O ◀ TIME SET A/PM Passe l'heure de l'alarme du mode AM au mode PM et vice versa. O ◀ TIME ALRM A/PM	24-2
b	Barn, unité de surface (1×10^{-28} m^2). U ◀ UNITS AREA B	D-6
bar	Bar, unité de pression (100000 $kg/m \cdot s^2$). U ◀ UNITS p.2 PRESS BAR	D-6
BAR	Sélectionne le type de tracé BAR. C ... PTYPE BAR	19-13
BARPLOT	Trace un diagramme à barres des données contenues dans ΣDAT. C ◀ STAT p.3 BARPL	21-20
BASE	Sélectionne le menu MTH BASE. O MTH BASE	D-3
BAUD	Valide l'une des quatres vitesses de transmission disponibles. C ◀ I/O SETUP BAUD	33-4
bbl	(*Barrel*) Tonneau, unité de volume (0,158987294928 m^3). U ◀ UNITS VOL p.4 BBL	D-6
BEEP	Commande l'avertisseur sonore. C PRG CTRL p.3 BEEP	29-13
BEEP	Active/désactive l'avertissement sonore de BEEP en cas d'erreur. O ◀ MODES BEEP	15-12
BESTFIT	Sélectionne le modèle statistique présentant le coefficient de corrélation le plus élevé (en valeur absolue) et exécute LR. C ◀ STAT p.4 MODL BEST	21-12

G

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
BIN	Active la base binaire. MTH BASE BIN C ◀ MODES p.4 BIN	14-2
BINS	Trie en $N + 2$ blocs les éléments d'une colonne de variable indépendante dans la matrice ΣDAT (jusq'à un maximum de 1048573 blocs). C ◀ STAT p.2 BINS	21-10
BLANK	Creé un objet graphique vierge. C PRG DSPL p.3 BLAN	19-29
BOX	Trace une fenêtre dont les angles opposés sont définis par des coordonnées spécifiées. C PRG DSPL BOX	19-26
BOX	Trace une fenêtre dont les angles opposés sont définis par la marque et par le curseur. ... DRAW p.2 BOX ... AUTO p.2 BOX O ◀ GRAPH p.2 BOX	19-23
Bq	Becquerel, unité d'activité (1 1/s). U ◀ UNITS p.3 RAD BQ	D-6
BRCH	Sélectionne le menu PRG BRCH (branchement de programme). O PRG BRCH	D-3
Btu	Unité internationale d'énergie (1055,05585262 kg·m^2/s^2). U ◀ UNITS p.2 ENRG BTU	D-6
bu	Bushel, unité de volume (0,03523907 m^3). U ◀ UNITS VOL p.4 BU	D-6
BUFLEN	Renvoie un nombre de caractères dans la mémoire tampon série. C ◀ I/O p.3 BUFLE	33-22

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
BYTES	Renvoie la taille d'un objet (en octets) et la totalisation de cet objet. C ◀ MEMORY BYTES	5-2
B→R	Conversion binaire-à-réel. C MTH BASE p.2 B→R	14-5
c	Vitesse de la lumière (299 792 458 m/s). U ◀ UNITS SPEED p.2 c	D-6
C	Coulomb, charge électrique (1 A·s). U ◀ UNITS p.2 ELEC C	D-6
°C	Degrés Celsius, unité de température. U ◀ UNITS p.2 TEMP °C	D-6
cal	Calorie, unité d'énergie (4,186 $kg \cdot m^2/s^2$) U ◀ UNITS p.2 ENRG CAL	D-6
CASE	Commence une structure CASE. C PRG BRCH CASE	26-7
◀ CASE	Tape CASE THEN END. O PRG BRCH ◀ CASE	26-8
▶ CASE	Tape THEN END. O PRG BRCH ▶ CASE	26-8
CAT	Sélectionne le catalogue d'équations. ◀ PLOT CAT ◀ SOLVE CAT O ▶ ALGEBRA	17-7
	Sélectionne le catalogue STAT. O ◀ STAT CAT	21-6
	Sélectionne le catalogue des alarmes. ◀ TIME CAT O ▶ TIME	24-12
cd	Candela, intensité lumineuse (1 cd). U ◀ UNITS p.3 LIGHT p.2 CD	D-6
CEIL	Renvoie l'entier suivant le plus grand. F MTH PARTS p.3 CEIL	9-14

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
CENT	Retrace le graphe, son centre étant à la position du curseur. ... DRAW CENT ... AUTO CENT O ◀ GRAPH CENT	18-24
CENTR	Positionne le centre de l'affichage du tracé aux coordonnées (x, y) spécifiées. ... PLOTR p.2 CENT C ▶ PLOT p.2 CENT	18-10
▶ CENT	Rappelle dans la pile les coordonnées du centre du tracé. ... PLOTR p.2 ▶ CENT O ▶ PLOT p.2 ▶ CENT	18-17
CF	Désarme l'indicateur spécifié. PRG TEST p.3 CF C ▶ MODES p.2 CF	28-2
%CH	Renvoie la variation en % du niveau 2 au niveau 1. F MTH PARTS p.2 %CH	9-7
chain	Chaîne, unité de longueur (20.1168402337 m). U ◀ UNITS LENG p.3 CHAIN	D-6
CHR	Convertit un code de caractère en une chaîne d'un caractère. C PRG OBJ p.3 CHR	4-13
Ci	Curie, unité d'activité ($3{,}7 \times 10^{10}$ 1/s). U ◀ UNITS p.3 RAD CI	D-6
CIRCL	Trace un cercle dont le centre est sur la marque et le rayon égal à la distance séparant le curseur de la marque. ... DRAW p.2 CIRCL ... AUTO p.2 CIRCL O ◀ GRAPH p.2 CIRCL	19-23

G

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
CKSM	Sélectionne l'un des trois schémas disponibles de détection d'erreur par totalisation. C ◀ I/O SETUP CKSM	33-4
CLEAR	Efface la pile. C ▶ CLR	3-5
CLR	En mode de saisie EquationWriter, efface l'écran. O ◀ EQUATION ▶ CLR Efface *PICT*. ... DRAW ▶ CLR ... AUTO ▶ CLR O ◀ GRAPH ▶ CLR	16-3 18-22
CLK	Passe du mode actif au mode inactif pour l'heure en tops d'horloge, et vice versa. O ◀ MODES p.2 CLK	15-12
CLKADJ	Ajoute un nombre spécifié de tops d'horloge à l'heure système. C ◀ TIME ADJST p.2 CLKA	24-4
CLLCD	Vide l'affichage de la pile. C PRG DSPL p.4 CLLCD	29-20
CLOSEIO	Ferme le port d'E/S. C ◀ I/O p.2 CLOSE	33-19
CLΣ	Supprime les données statistiques de *ΣDAT*. C ◀ STAT CLΣ	21-2
CLUSR	Supprime toute les variables-utilisateur. C A saisir au clavier.	
CLVAR	Supprime toutes les variables-utilisateur. C ▶ PURGE	6-10

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
cm	Centimètre, unité de longueur (0,01 m). U ◀ UNITS LENG CM	D-6
CMD	Active/désactive la dernière reprise de la ligne de commande. O ◀ MODES p.2 CMD	15-12
cm^2	Centimètre carré, unité de surface (1×10^{-4} m^2). U ◀ UNITS AREA CM^2	D-6
cm^3	Centimètre cube, unité de volume (1×10^{-6} m^3). U ◀ UNITS VOL CM^3	D-6
cm/s	Centimètres par seconde, vitesse (0,01 m/s). U ◀ UNITS SPEED CM/S	D-6
CNCT	Passe le remplissage de courbe du mode actif au mode inactif et vice versa. O ◀ MODES p.2 CNCT	18-15
CNRM	Calcule la norme de colonne d'un tableau. C MTH MATR p.2 CNRM	20-18
+COL	Insère une ligne de zéros au niveau de la colonne en cours dans MatrixWriter. O ▶ MATRIX p.2 +COL	20-8
-COL	Supprime la colonne en cours dans MatrixWriter. O ▶ MATRIX p.2 -COL	20-8
COLCT	Regroupe les termes identiques de l'expression. C ◀ ALGEBRA COLCT	22-9
COLCT	Regroupe les termes identiques dans la sous-expression spécifiée. O ◀ EQUATION ◀ RULES COLCT	22-15
COLΣ	Spécifie les colonnes dépendantes et indépendantes dans ΣDAT. C A saisir au clavier.	

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
COMB	Renvoie le nombre de combinaisons de n objets prélevés par quantités de m. F (MTH) PROB COMB	9-13
CON	Crée un tableau de constantes. C (MTH) MATR CON	20-18
CONIC	Sélectionne le type de tracé CONIC. C ... PTYPE CONIC	19-12
CONJ	Renvoie le conjugué complexe. F (MTH) PARTS CONJ	11-11
CONT	Continue l'éxecution d'un programme arrêté. C (◀) (CONT)	29-19
CONVERT	Convertit un objets-unités en dimensions exprimées dans une unité compatible. C (▶) (UNITS) CONV	13-9
COORD	Affiche les coordonnées du curseur en bas et à gauche de l'affichage. ... DRAW COORD ... AUTO COORD O (◀) (GRAPH) COORD	18-21
CORR	Calcule le coefficient de corrélation des données statistiques de ΣDAT. C (◀) (STAT) p.4 CORR	21-13
COS	Cosinus. A (COS)	9-9
COSH	Cosinus hyperbolique. A (MTH) HYP COSH	9-6
COV	Calcule la covariance des données statistiques de ΣDAT. C (◀) (STAT) p.4 COV	21-13
CR	Impose à l'imprimante un retour chariot/saut de ligne. C (◀) (PRINT) CR	32-8

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
CRDIR	Crée un répertoire. C ◀ MEMORY CRDIR	7-3
CROSS	Produit vectoriel de vecteurs à 2 ou 3 élements. C MTH VECTR CROSS	20-11
CST	Sélectionne le menu CST (personnalisation utilisateur). O CST	15-2
CST	Renvoie le contenu de la variable *CST*. O ▶ MODES CST	15-2
ct	Carat, unité de masse (0,0002 kg). U ◀ UNITS MASS p.2 CT	D-6
CTRL	Sélectionne le menu PRG CTRL (contrôle de programme). O PRG CTRL	D-3
cu	Cup (US), unité de volume (2,365882365 × 10^{-4} m^3). U ◀ UNITS VOL p.3 CU	D-6
C→PX	Convertit en pixels des coordonnées exprimées en unités-utilisateur. C PRG DSPL p.2 C→PX	19-9
C→R	Sépare un nombre complexe en deux nombres réels. C PRG OBJ pg.2 C→R	4-13
d	Jour, mesure de temps (86400 s). U ◀ UNITS TIME D	D-6
2D	Assemble ou sépare un nombre complexe ou un vecteur à deux dimensions. O ◀ 2D	12-4
3D	Assemble ou sépare un vecteur à 3 dimensions. O ▶ 3D	12-4

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
←D	Distribue à gauche. O ◀ EQUATION ◀ RULES ←D	22-17
▶ ←D	Exécute ←D jusqu'à ce que la sous-expression ne change plus. O ◀ EQUATION ◀ RULES ▶ ←D	22-19
D→	Distribue à droite. O ◀ EQUATION ◀ RULES D→	22-17
▶ D→	Exécute D→ jusqu'à ce que la sous-expression ne change plus. O ◀ EQUATION ◀ RULES ▶ D→	22-19
DATE	Renvoie la date système. C ◀ TIME p.2 DATE	24-17
DATE+	Renvoie une nouvelle date en fonction d'une date spécifiée et d'un nombre donné de jours. C ◀ TIME p.2 DATE+	24-17
→DATE	Active la date système spécifiée. C ◀ TIME SET →DAT	24-2
>DATE	Active la date d'alarme spécifiée. O ◀ TIME ALRM >DATE	24-5
DAY	Définit à *n* jours l'intervalle de répétition de l'alarme. O ◀ TIME ALRM RPT DAY	24-5
DBUG	Arrête l'exécution du programme avant le premier objet. O PRG CTRL DBUG	25-25
DDAYS	Renvoie le nombre de jours entre deux dates. C ◀ TIME p.2 DDAYS	24-17
DEC	Active la base décimale. MTH BASE DEC C ◀ MODES p.4 DEC	14-2

G

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
DECR	Décrémente la valeur de la variable spécifiée. C (→)(MEMORY) DECR	27-13
DEFINE	Crée une variable ou une fonction-utilisateur. C (←)(DEF)	6-3 10-1
→DEF	Développe des fonctions trigonométriques et hyperboliques en termes de EXP et de LN. O (←)(EQUATION)(◀) RULES →DEF	22-19
DEG	Active Degrés mode. C (←)(MODES) p.3 DEG	9-8
(DEL)	Supprime le caractère à la position du curseur. O (DEL)	3-16
DEL	Efface la zone dont les angles opposés sont définis par la marque et par le curseur. ... DRAW p.3 DEL ... AUTO p.3 DEL O (←)(GRAPH) p.3 DEL	19-24
←DEL	Supprime tous les caractères à partir de la position du curseur jusqu'au début du mot. (←)(EDIT) ←DEL O ... EDIT ←DEL	3-9
(→) ←DEL	Supprime tous les caractères à partir de la position du curseur jusqu'au début de la ligne. (←)(EDIT)(→) ←DEL O ... EDIT (→) ←DEL	3-9

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
DEL→	Supprime tous les caractères à partir de la position du curseur jusqu'au début du mot suivant. ◀ EDIT DEL→ O ... EDIT DEL→	3-9
▶ DEL→	Supprime tous les caractères à partir de la position du curseur jusqu'à la fin de la ligne. ◀ EDIT ▶ DEL→ O ... EDIT ▶ DEL→	3-9
DELALARM	Supprime une alarme de la liste des alarmes du système. C ◀ TIME ALRM p.2 DELAL	24-16
DELAY	Valide l'intervalle de transmission des lignes à l'imprimante. C ◀ PRINT p.2 DELAY	32-7
DELKEYS	Efface l'affectation de touche-utilisateur spécifiée. C ▶ MODES DELK	15-9
DEPND	Spécifie le nom d'une variable de tracé dépendante. ... PLOTR p.2 DEPN C ▶ PLOT p.2 DEPN	19-2
▶ DEPN	Rappelle dans la pile la variable de tracé dépendante. ... PLOTR p.2 ▶ DEPN O ▶ PLOT p.2 ▶ DEPN	19-5
DEPTH	Renvoie dans la pile le nombre d'objets. C PRG STK DEPTH	3-18
DET	Déterminant d'une matrice. C MTH MATR DET	20-18
DETACH	Détache du répertoire en cours une bibliothèque spécifiée. C ◀ MEMORY p.2 DETAC	34-23

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
DINV	Double inversion. O ◀ EQUATION ◀ RULES DINV	22-14
DISP	Affiche un objet dans la ligne d'affichage spécifiée. PRG DSPL p.4 DISP C PRG CTRL p.2 DISP	29-4
DNEG	Double signe moins. O ◀ EQUATION ◀ RULES DNEG	22-14
DO	Commence une bouche indéfinie. C PRG BRCH DO	27-10
◀ DO	Introduit DO UNTIL END. O PRG BRCH ◀ DO	27-11
DOERR	Met fin à l'exécution du programme et affiche le message spécifié. C PRG CTRL p.3 DOERR	30-3
DOT	Produit scalaire de deux vecteurs. C MTH VECTR DOT	20-11
DOT+	Allume les pixels lorsque le curseur se déplace. ... DRAW p.2 DOT+ ... AUTO p.2 DOT+ O ◀ GRAPH p.2 DOT+	19-23
DOT-	Eteint les pixels lorsque le curseur se déplace. ... DRAW p.2 DOT- ... AUTO p.2 DOT- O ◀ GRAPH p.2 DOT-	19-23
DRAW	Trace une équation sans axes. ... PLOTR DRAW C ▶ PLOT DRAW	18-16
DRAW	Trace une équation avec des axes. ... PLOTR DRAW O ▶ PLOT DRAW	18-16

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
DRAX	Trace les axes. ... PLOTR p.3 DRAX C ↷ PLOT p.3 DRAX	19-6
DROP	Elimine l'objet du niveau 1 ; décale d'un niveau tous les autres objets. C ↶ DROP	3-5
DROPN	Elimine *n* objets de la pile. C PRG STK pg.2 DRPN	3-19
DRPN	Elimine tous les objets de la pile, au niveau du pointeur et au-dessous. below pointer. O ... ↑STK p.2 DRPN	3-12
DROP2	Elimine les deux premiers objets de la pile. C PRG STK pg.2 DROP2	3-18
DSPL	Sélectionne le menu PRG DSPL (affichage programme). O PRG DSPL	D-3
DTAG	Retire toutes les étiquettes d'objets. C PRG OBJ pg.2 DTAG	4-13
DUP	Copie l'objet du niveau 1. C PRG STK pg.2 DUP	3-5
DUPN	Copie *n* objets dans la pile. C PRG STK pg.2 DUPN	3-19
DUPN	Copie touts les objets dans la pile, de la position du pointeur au niveau 1 de la pile. O ... ↑STK p.2 DUPN	3-12
DUP2	Copie des objets dans le niveau 1 et dans le niveau 2. C PRG STK pg.2 DUP2	3-19
dyn	Dyne, unité de force (0,00001 kg·m/s^2). U ↶ UNITS p.2 FORCE DYN	D-6
D→R	Conversion de degrés en radians. F MTH VECTR p.2 D→R	9-11

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
e	Constante symbolique *e* (2,71828182846). F (α) (←) (E)	9-15
ECHO	Copie dans la ligne de commande l'objet situé dans le niveau en cours. O ... ↑STK ECHO	3-11
EDEQ	Renvoie le contenu de *EQ* dans la ligne de commande à des fins de modification. (←) (PLOT) EDEQ O (←) (SOLVE) EDEQ	17-11
(EDIT)	Lorsque la ligne de commande n'est pas active, copie l'objet du niveau 1 dans la ligne de commande et sélectionne le menu EDIT. Lorsque la ligne de commande est active, sélectionne le menu EDIT. O (←) (EDIT) Sélectionne le menu EDIT. O (→) (MATRIX) (←) (EDIT) Renvoie une équation dans la ligne de commande et sélectionne le menu EDIT. O (←) (EQUATION) (←) (EDIT) Modifie le niveau en cours de la pile. O ... ↑STK (←) (EDIT)	3-7 3-8 20-8 16-17 3-12

G

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
EDIT	Copie une équation sélectionnée dans la ligne de commande et sélectionne le menu EDIT. ◀ PLOT CAT EDIT ◀ SOLVE CAT EDIT O ▶ ALGEBRA EDIT	17-8
	Copie une sous-expression dans la ligne de commande et sélectionne le menu EDIT. O ◀ EQUATION ◀ EDIT	16-19
	Copie la matrice sélectionnée dans l'application MatrixWriter. O ◀ STAT CAT EDIT	21-7
	Modifie une cellule de la matrice en cours. O ▶ MATRIX EDIT	20-8
	Affiche une alarme sélectionnée et sélectionne le menu ALRM (alarmes). O ◀ TIME CAT EDIT	24-12
EDITΣ	Copie les données statistiques de ΣDAT dans l'application MatrixWriter. O ◀ STAT EDITΣ	21-4
EEX	Introduit E ou place le curseur sur un exposant figurant dans la ligne de commande. O EEX	2-8
ELEC	Sélectionne le menu UNITS ELEC (électricité). O ◀ UNITS p.2 ELEC	D-6
erg	Erg, unité d'énergie (0,0000001 $kg \cdot m^2/s^2$). U ◀ UNITS p.2 ENRG ERG	D-6
ELSE	Commence une clause ELSE. C PRG BRCH p.3 ELSE	26-6
END	Termine des structures de programme. C PRG BRCH p.2 END	26-5

G

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
ENG	Définit le mode d'affichage « Ingénieur ». C ◀ MODES ENG	2-16
ENRG	Sélectionne le menu UNITS ENRG (unités d'énergie). O ◀ UNITS p.2 ENRG	D-6
ENTER	Valide le contenu de la ligne de commande. Si aucune ligne de commande n'est présente, exécute DUP. O ENTER	3-2
ENTRY	Passe du mode algèbre au mode de saisie des programmes, et vice versa. O ▶ ENTRY	3-17
EQUATION	Sélectionne l'application EquationWriter. O ◀ EQUATION	16-4
EQ+	Ajoute une équation sélectionnée à la liste figurant dans *EQ*. ◀ PLOT CAT EQ+ ◀ SOLVE CAT EQ+ O ▶ ALGEBRA EQ+	17-27
◀ EQ+	Retire la dernière entrée de la liste *EQ*. ◀ PLOT CAT ◀ EQ+ ◀ SOLVE CAT ◀ EQ+ O ▶ ALGEBRA ◀ EQ+	17-27
EQ→	Sépare une équation en deux membres : gauche et droit. C PRG OBJ EQ→	4-13
ERASE	Efface *PICT*. ... PLOTR ERASE C ▶ PLOT ERASE	18-16
ERRM	Renvoie le dernier message d'erreur. C PRG CTRL p.3 ERRM	30-3

G

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
ERRN	Renvoie le dernier numéro d'erreur. C (PRG) CTRL p.3 ERRN	30-3
ERR0	Efface le dernier numéro d'erreur. C (PRG) CTRL p.3 ERR0	30-3
eV	Electron volt, unité d'énergie ($1{,}60219 \times 10^{-19}$ kg·m^2/s^2) U (◀)(UNITS) p.2 ENRG p.2 EV	D-6
EVAL	Evalue un objet. C (EVAL)	4-20
EXEC	Active l'action d'exécution de l'alarme. O (◀)(TIME) ALRM EXEC	24-11
(▶) EXEC	Rappelle dans la pile l'action d'exécution de l'alarme. O (◀)(TIME) ALRM (▶) EXEC	24-11
EXECS	Affiche l'action d'exécution de l'alarme. (◀)(TIME) CAT EXECS O (▶)(TIME) EXECS	24-14
EXIT	Quitte l'environnement de sélection. O (◀)(EQUATION)(◀) EXIT	22-13
	Quitte FCN (fonction). O ... FCN EXIT	18-28
	Quitte ZOOM. O ... ZOOM EXIT	18-24
EXP	Constante *e* élevée à la puissance de l'objet du niveau 1. A (◀)(e^x)	9-6
EXPAN	Développe un objet algébrique. C (◀)(ALGEBRA) EXPA	22-9
EXPFIT	Définit le modèle d'ajustement exponentiel. C (◀)(STAT) p.4 MODL EXP	21-12

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
EXPM	Puissance de *e* moins 1 ($e^x - 1$). A (MTH) HYP p.2 EXPM	9-6
EXPR	Met en surbrillance une sous-expression pour laquelle l'objet spécifié est une fonction de haut niveau. O (↰)(EQUATION)(◀) EXPR	16-23 22-12
EXPR=	Renvoie la valeur de l'expression ou les valeurs d'une équation. O ... SOLVR EXPR=	17-16
EXTR	Déplace le curseur graphique vers l'extremum le plus proche, affiche les coordonnées, et les renvoie dans la pile. O ... FCN EXTR	18-28
E^	Remplace un produit de puissances par une puissance de puissance. O (↰)(EQUATION)(◀) RULES E^	22-18
E()	Remplace une puissance de puissance par un produit de puissances. O (↰)(EQUATION)(◀) RULES E()	22-18
F	Farad, unité de capacité (1 $A^2 \cdot s^4/kg \cdot m^2$). U (↰)(UNITS) p.2 ELEC F	D-6
°F	Degrés Fahrenheit, unité de température. U (↰)(UNITS) p.2 TEMP °F	D-6
FAST	Fait passer l'affichage de noms d'équations uniquement à l'affichage de ces noms plus le contenu des équations, et vice versa. O ... CAT p.2 FAST	17-8
fath	Fathom, unité de longueur (1,82880365761 m). U (↰)(UNITS) LENG p.3 FATH	D-6
fbm	Board foot, unité de volume (0,002359737216 m^3). U (↰)(UNITS) VOL p.4 FBM	D-6

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
fc	Lumen par pied carré, unité d'éclairement (0,856564774909 cd/m^2) U ◀ UNITS p.3 LIGHT FC	D-6
FCN	Sélectionne le menu GRAPHICS FCN (fonction). ... DRAW FCN ... AUTO FCN O ◀ GRAPH FCN Plots statistical model. ◀ STAT p.3 SCATR FCN	D-4 21-15
FC?	Teste si l'indicateur spécifié est désarmé. PRG TEST p.3 FC? C ▶ MODES p.3 FC?	28-2
FC?C	Teste si l'indicateur spécifié est désarmé, puis l'efface. PRG TEST p.3 FC?C C ▶ MODES p.3 FC?C	28-2
Fdy	Faraday, charge électrique (96487 A·s). U ◀ UNITS p.2 ELEC p.2 FDY	D-6
fermi	Fermi, unité de longueur (1 × 10^{-15} m). U ◀ UNITS LENG p.4 FERMI	D-6
FINDALARM	Renvoie la première alarme échue après le délai spécifié. C ◀ TIME ALRM p.2 FINDA	24-16
FINISH	Met fin au mode serveur Kermit. C ◀ I/O FINIS	33-19
FIX	Sélectionne le mode d'affichage Fix. C ◀ MODES FIX	2-16
flam	Pied-lambert, luminance (3.42625909964 cd/m^2) U ◀ UNITS p.3 LIGHT FLAM	D-6

G

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
FLOOR	Plus petit entier suivant. F (MTH) PARTS p.3 FLOOR	9-14
FM,	Passe du mode virgule au mode point comme séparateur décimal. O (◀) MODES p.4 FM,	2-16
FOR	Commence une boucle finie. C (PRG) BRCH FOR	27-6
(◀) FOR	Introduit FOR NEXT. O (PRG) BRCH (◀) FOR	27-7
(▶) FOR	Introduit FOR STEP. O (PRG) BRCH (▶) FOR	27-9
FORCE	Sélectionne le menu UNITS FORCE. O (◀) (UNITS) p.2 FORCE	D-6
FP	Renvoie la partie décimale d'un nombre. F (MTH) PARTS p.3 FP	9-14
FREE	Remplace l'objet dans la RAM par une nouvelle copie de cet objet. C (◀) (MEMORY) p.3 FREE	34-12
FREEZE	Gèle une ou plusieurs des trois zones de l'affichage. C (PRG) DSPL p.4 FREEZ	19-30 29-4
FS?	Teste si l'indicateur spécifié est armé. (PRG) TEST p.3 FS? C (▶) (MODES) p.3 FS?	28-2
FS?C	Teste si l'indicateur spécifié est armé, puis l'efface. (PRG) TEST p.3 FS?C C (▶) (MODES) p.3 FS?C	28-2
ft	Pied international, unité de longueur (0,3048 m). U (◀) (UNITS) LENG FT	D-6

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
ft^2	Pied carré, unité de surface (0,09290304 m^2). U ◀ (UNITS) AREA FT^2	D-6
ft^3	Pied cube, unité de volume (0,028316846592 m^3). U ◀ (UNITS) VOL FT^3	D-6
ftUS	Pied Survey, unité de longueur (0,304800609601 m). U ◀ (UNITS) LENG p.3 FTUS	D-6
ft/s	Pieds/seconde, vitesse (.3048 m/s). U ◀ (UNITS) SPEED FT/S	D-6
ft*lbf	Pied-poundf, unité d'énergie (1.35581794833 $kg \cdot m^2/s^2$). U ◀ (UNITS) p.2 ENRG FT*LB	D-6
FUNCTION	Sélectionne le type de tracé FUNCTION. C ... PTYPE FUNC	19-12
F(X)	Affiche la valeur de la fonction pour une valeur de x spécifiée par le curseur. Renvoie la valeur de la fonction dans la pile. O ... FCN p.2 F(X)	18-28
F'	Trace la première dérivée de la fonction, retrace la fonction et ajoute la dérivée à *EQ*. O ... FCN p.2 F'	18-29
g	Gramme, unité de masse (0,001 kg). U ◀ (UNITS) MASS G	D-6
ga	Chute libre standard, accélération (9,80665 m/s^2). U ◀ (UNITS) SPEED p.2 GA	D-6
gal	Gallon US, unité de volume (0,003785411784 m^3). U ◀ (UNITS) VOL p.2 GAL	D-6

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
galC	Gallon canadien, unité de volume (0,00454609m^3). U ◀ UNITS VOL p.2 GALC	D-6
galUK	Gallon GB, unité de volume (0,004546092 m^3). U ◀ UNITS VOL p.2 GALU	D-6
GET	Prend un élément dans un tableau ou dans une liste. C PRG OBJ p.4 GET	4-14
GETI	Prend un élément dans un tableau ou dans une liste et incrémente l'index. C PRG OBJ p.4 GETI	4-14
gf	Gramme-force (0,00980665 kg·m/s^2). U ◀ UNITS p.2 FORCE GF	D-6
GOR	Superpose un objet graphique sur un autre objet graphique. C PRG DSPL p.3 GOR	19-29
GO↓	Définit le mode de saisie de haut en bas. O ▶ MATRIX GO↓	20-8
GO→	Définit le mode de saisie de gauche à droite. O ▶ MATRIX GO→	20-8
GRAD	Sélectionne le mode Grades. C ◀ MODES p.3 GRAD	9-8
grad	Grade, unité d'angle dans le plan (0,0025). U ◀ UNITS p.3 ANGL GRAD	D-6
grain	Grain, unité de masse (0,00006479891 kg). U ◀ UNITS MASS p.2 GRAIN	D-6
GRAPH	Accède à l'environnement graphique. C ◀ GRAPH	18-20

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
GRAPH	Appelle le mode défilement. ◀ EQUATION ◀ GRAPH ... DRAW ◀ GRAPH ... AUTO ◀ GRAPH O ◀ GRAPH ◀ GRAPH	 16-3 18-22
→GROB	Convertit un objet en objet graphique. C PRG DSPL p.3 →GRO	19-29
GXOR	Superpose un objet graphique inversé sur un autre objet graphique. C PRG DSPL p.3 GXOR	19-29
Gy	Gray, unité d'absorption (1 m^2/s^2). U ◀ UNITS p.3 RAD GY	D-6
h	Heure, mesure de temps (3600 s). U ◀ UNITS TIME H	D-6
H	Henry, inductance (1 $kg \cdot m^2/A^2 \cdot s^2$). U ◀ UNITS p.2 ELEC p.2 H	D-6
*H	Ajuste l'échelle verticale du tracé. C ... PLOTR p.3 *H	19-6
ha	Hectare, unité de surface (10 000 m^2). U ◀ UNITS AREA p.2 HA	D-6
HALT	Arrête l'exécution du programme. C PRG CTRL HALT	25-25 29-4
HEX	Active la base hexadécimale. MTH BASE HEX C ◀ MODES p.4 HEX	14-2
HISTPLOT	Trace l'histogramme des données de ΣDAT. C ◀ STAT p.3 HISTP	21-20
HISTOGRAM	Sélectionne le type de tracé HISTOGRAM. C ... PTYPE p.2 HIST	19-13

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
HMS+	Effectue une addition en format HMS. C ◀ TIME p.3 HMS+	9-11 24-20
HMS−	Effectue une soustraction en format HMS. C ◀ TIME p.3 HMS−	9-11 24-20
HMS→	Convertit des heures du format HMS au format décimal. C ◀ TIME p.3 HMS→	9-11 24-20
→HMS	Convertit un nombre en base 10 au format HMS. C ◀ TIME p.3 →HMS	9-11 24-19
HOME	Sélectionne le répertoire *HOME*. C ▶ HOME	7-5
HOUR	Définit à *n* heures l'intervalle de répétition d'une alarme. O ◀ TIME ALRM RPT HOUR	24-5
hp	Cheval-vapeur, unité de puissance (745,699871582 $kg \cdot m^2/s^3$). U ◀ UNITS p.2 POWR HP	D-6
HR+	Avence l'heure d'une heure. O ◀ TIME ADJST HR+	24-4
HR−	Retarde l'heure d'une heure. O ◀ TIME ADJST HR−	24-4
HYP	Sélectionne le menu MTH HYP (hyperboles mathématiques). menu. O MTH HYP	D-3
Hz	Hertz, unité de fréquence (1/s). U ◀ UNITS TIME HZ	D-6
i	Constante symbolique *i*. F α ◀ CST	9-15
IDN	Crée une matrice unité d'une taille spécifiée. C MTH MATR IDN	20-18

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
IF	Commence une clause de test. C (PRG) BRCH IF	26-5
↩ IF	Introduit IF THEN END. O (PRG) BRCH ↩ IF	26-5
↪ IF	Introduit IF THEN ELSE END. O (PRG) BRCH ↪ IF	26-6
IFERR	Commence une clause de test. C (PRG) BRCH p.3 IFERR	30-4
↩ IFERR	Introduit IFERR THEN END. O (PRG) BRCH p.3 ↩ IFERR	30-4
↪ IFERR	Introduit IFERR THEN ELSE END. O (PRG) BRCH p.3 ↪ IFERR	30-5
IFT	Commande IF-THEN. C (PRG) BRCH p.3 IFT	26-6
IFTE	Fonction IF-THEN-ELSE. F (PRG) BRCH p.3 IFTE	26-7
IM	Renvoie la partie imaginaire d'un nombre ou d'un tableau complexe. F (MTH) PARTS IM	11-11
in	Pouce, unité de longueur (0,0254 m). U ↩(UNITS) LENG IN	D-6
in^2	Pouce carré, unité de surface (0,00064516 m^2). U ↩(UNITS) AREA IN^2	D-6
in^3	Pouce cube, unité de volume (0,000016387064 m^3). U ↩(UNITS) VOL IN^3	D-6
INCR	Incrémente la valeur d'une variable spécifiée. C ↪(MEMORY) INCR	27-13

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
INDEP	Spécifie la variable indépendante dans un tracé. ... PLOTR INDEP C ▶ PLOT INDEP	18-17
▶ INDEP	Rappelle une variable indépendante dans la pile. ... PLOTR ▶ INDEP O ▶ PLOT ▶ INDEP	18-17
inHg	Pouces de mercure, unité de pression (3386,38815789 kg/m·s^2). U ◀ UNITS p.2 PRESS p.2 INHG	D-6
inH2O	Pouces d'eau, unité de pression (248,84 kg/m·s^2). U ◀ UNITS p.2 PRESS p.2 INH2O	D-6
INPUT	Suspend l'exécution d'un programme, affiche un message et attend des données. C PRG CTRL p.2 INPUT	29-5
INS	Passe du mode insertion au mode remplacement de caractère, et vice versa. O ◀ EDIT INS	3-9
INV	Réciproque. A 1/x	9-3
◀ I/O	Sélectionne le menu I/O (entrées-sorties). O ◀ I/O	D-4
▶ I/O	Sélectionne le serveur Kermit. O ▶ I/O	33-19
IP	Partie entière d'un nombre réel. F MTH PARTS p.3 IP	9-14
IR/W	Passe du mode IR au mode Wire pour la transmission des données, et vice versa. O ◀ I/O SETUP IR/W	33-4

G

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
ISECT	Place le curseur graphique sur l'intersection la plus proche dans un tracé de deux fonctions, affiche les coordonnées de l'intersection et renvoie ces coordonnées dans la pile. O ... FCN ISECT	18-28
ISOL	Isole une variable dans l'un des membres de l'équation. C ◀ (ALGEBRA) ISOL	22-2
J	Joule, unité d'énergie (1 $kg \cdot m^2/s^2$). U ◀ (UNITS) p.2 ENRG J	D-6
K	Kelvin, unité de température (1 K). U ◀ (UNITS) p.2 TEMP K	D-6
kcal	Kilocalorie, unité d'énergie (4186 $kg \cdot m^2/s^2$) U ◀ (UNITS) p.2 ENRG KCAL	D-6
KEEP	Efface tous les niveaux au dessus du niveau en cours. O ... +STK p.2 KEEP	3-12
KERRM	Renvoie le texte du paquet d'erreur KERMIT le plus récent en réception. C ◀ (I/O) p.2 KERR	33-19
KEY	Renvoie le numéro identifiant la dernière touche pressée. C (PRG) CTRL p.2 KEY	29-15
KEYS	Retire les libellés de menu. ... DRAW p.3 KEYS ... AUTO p.3 KEYS O ◀ (GRAPH) p.3 KEYS	18-21
kg	Kilogramme, unité de masse (1 kg). U ◀ (UNITS) MASS KG	D-6

G

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
KGET	Prend des données sur un autre périphérique. C ◀ I/O KGET	33-18
KILL	Met fin à tous les programmes suspendus. C PRG CTRL KILL	25-25
kip	Kilopound-force (4448,22161526 kg·m/s^2). U ◀ UNITS p.2 FORCE KIP	D-6
km	Kilomètre, unité de longueur (1 km). U ◀ UNITS LENG p.2 KM	D-6
km^2	kilomètre carré, unité de surface (1 km^2). U ◀ UNITS AREA p.2 KM^2	D-6
knot	Noeuds (miles nautiques/heure), vitesse (0,514444444444 m/s). U ◀ UNITS SPEED KNOT	D-6
kph	Kilomètres/heure, vitesse (0,277777777778 m/s). U ◀ UNITS SPEED KPH	D-6
l	Litre, unité de volume (0,001 m^3). U ◀ UNITS VOL p.2 L	D-6
LABEL	Libelle les axes avec les noms de variables et les gammes de valeurs. ... PLOTR p.3 LABEL C ▶ PLOT p.3 LABEL	19-3
LABEL	Libelle les axes avec les noms de variables et les gammes de valeurs. ... DRAW LABEL ... AUTO LABEL O ◀ GRAPH LABEL	18-21
lam	Lambert, luminance (3183,09886184 cd/m^2). U ◀ UNITS p.3 LIGHT p.2 LAM	D-6

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
LAST	Renvoie dans la pile un ou des argument(s) précédent(s). C A saisir au clavier.	
LASTARG	Renvoie dans la pile un ou des argument(s) précédents. C → LAST ARG	3-6
LAST CMD	Affiche le contenu précédent de la ligne de commande. O ← LAST CMD	3-18
LAST MENU	Sélectionne la dernière page affichée du menu précédent. O → LAST MENU	2-14
LAST STACK	Restocke la pile précédente. O ← LAST STACK	3-6
lb	Livre de poids, unité de masse (0,45359237 kg). U ← UNITS MASS LB	D-6
lbf	Livre-force (4,44822161526 kg·m/s^2). U ← UNITS p.2 FORCE LBF	D-6
lbt	Livre Troy, unité de masse (0,3732417 kg). U ← UNITS MASS LBT	D-6
LCD→	Renvoie un objet graphique dans la pile représentant l'affichage de la pile. C PRG DSPL p.4 LCD→	19-30
→LCD	Affiche un objet graphique spécifié dans l'affichage de la pile. C PRG DSPL p.4 →LCD	19-30
LENG	Sélectionne le menu UNITS LENG (unités de longueur). O ← UNITS LENG	D-6

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
LEVEL	Entre le nombre du niveau en cours dans le niveau 1. O ... ↑STK p.2 LEVEL	3-12
LIBRARY	Sélectionne le menu LIBRARY. O ◀ LIBRARY	34-17 34-24
LIBS	Liste toutes les bibliothèques attachées au répertoire en cours. C ◀ MEMORY p.2 LIBS	34-25
LIGHT	Sélectionne le menu UNITS LIGHT (unités de luminance). O ◀ UNITS p.3 LIGHT	D-6
LINE	Trace une droite joignant les coordonnées figurant dans les niveaux 1 et 2. C PRG DSPL LINE	19-26
LINE	Trace une droite joignant la marque et le curseur. ... DRAW p.2 LINE ... AUTO p.2 LINE O ◀ GRAPH p.2 LINE	19-23
ΣLINE	Renvoie la droite d'ajustement des données de ΣDAT selon le modèle statistique choisi. C ◀ STAT p.3 ΣLINE	21-12
LINFIT	Définit l'ajustement linéaire pour la courbe. C ◀ STAT p.4 MODL LIN	21-12
LIST→	Renvoie des éléments de liste dans la pile. C A saisir au clavier.	
→LIST	Combine des objets spécifiés en une liste. C PRG OBJ →LIST	4-14
→LIST	Combine en une liste les objets figurant au niveau 1 dans le niveau en cours. O ... ↑STK →LIST	3-12

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
lm	Lumen, unité de flux lumineux ($7{,}95774715459 \times 10^{-2}$ cd). U ◀ UNITS p.3 LIGHT LM	D-6
LN	Logarithme naturel (base e). A ▶ LN	9-6
LNP1	Logarithme naturel de (*argument* + 1). A MTH HYP p.2 LNP1	9-6
LOG	Logarithme décimal (base 10). A ▶ LOG	9-6
LOGFIT	Définit le modèle d'ajustement logarithmique. C ◀ STAT p.4 MODL LOG	21-12
LR	Calcule la régression linéaire. C ◀ STAT p.4 LR	21-12
lx	Lux, unité d'éclairement ($7{,}95774715459 \times 10^{-2}$ cd/m^2). U ◀ UNITS p.3 LIGHT LX	D-6
lyr	Année-lumière, unité de longueur ($9{,}46052840488 \times 10^{15}$ m). U ◀ UNITS LENG p.2 LYR	D-6
L*	Remplace un log de puissance par un produit de logs. O ◀ EQUATION ◀ RULES L*	22-18
L()	Remplace un produit de logs par un log de puissance. O ◀ EQUATION ◀ RULES L()	22-18
←M	Fusion de facteurs à gauche. O ◀ EQUATION ◀ RULES ←M	22-17
▶ ←M	Exécute ←M jusqu'à ce que la sous-expression ne change plus. O ◀ EQUATION ◀ RULES ▶ ←M	22-19

G

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
M→	Fusion de facteurs à droite O ◀ EQUATION ◀ RULES M→	22-17
▶ M→	Exécute M→ jusqu'à ce que la sous-expression ne change plus. O ◀ EQUATION ◀ RULES ▶ M→	22-19
m	Mètre, unité de longueur (1 m). U ◀ UNITS LENG M	D-6
m^2	Mètre carré, unité de surface (1 m^2). U ◀ UNITS AREA M^2	D-6
m^3	Mètre cube (stère), unité de volume (1 m^3). U ◀ UNITS VOL M^3	D-6
MANT	Mantisse (partie décimale) d'un nombre. F MTH PARTS p.3 MANT	9-14
MARK	Définit la marque à la position du curseur. ... DRAW p.3 MARK ... AUTO p.3 MARK O ◀ GRAPH p.3 MARK	18-21
MASS	Sélectionne le menu UNITS MASS (masse). O ◀ UNITS MASS	D-6
↑MATCH	Correspondance et remplacement, en commençant par des sous-expressions. C ◀ ALGEBRA p.2 ↑MAT	22-25
↓MATCH	Correspondance et remplacement, en commençant par l'expression de plus haut niveau. C ◀ ALGEBRA p.2 ↓MAT	22-25
MATR	Sélectionne le menu MTH MATR (matrices mathématiques). O MTH MATR	D-3
MATRIX	Sélectionne l'application MatrixWriter. O ▶ MATRIX	20-3

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
MAX	Maximum de deux nombres réels. F (MTH) PARTS p.2 MAX	9-14
MAXR	Nombre réel maximum représentable par la machine (9,99999999999E499). F (MTH) PARTS p.4 MAXR	9-15
MAXΣ	Valeurs maximales des colonnes de la matrice statistique ΣDAT. C (↶)(STAT) p.2 MAXΣ	21-9
MEAN	Calcule la moyenne des données statistiques de ΣDAT. C (↶)(STAT) p.2 MEAN	21-9
MEM	Capacité (en octets) de mémoire disponible. C (↶)(MEMORY) MEM	5-2
(↶)(MEMORY)	Sélectionne le menu MEMORY. O (↶)(MEMORY)	D-4
(↷)(MEMORY)	Sélectionne le menu arithmétique MEMORY. O (↷)(MEMORY)	D-4
MENU	Affiche un menu standard ou un menu-utilisateur. (↷)(MODES) MENU C (PRG) CTRL p.2 MENU	15-1 29-20
MERGE	Fusionne la mémoire de la carte RAM enfichable avec la mémoire principale. C (↶)(MEMORY) p.3 MERG	34-11
μ	Micron, unité de longueur (1×10^{-6} m). U (↶)(UNITS) LENG p.4 μ	D-6
MeV	Mega-électron volt, unité d'énergie ($1{,}60219 \times 10^{-13}$ kg·m^2/s^2). U (↶)(UNITS) p.2 ENRG p.2 MEV	D-6

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
mho	Mho, conductance électrique ($1\ A^2 \cdot s^3/kg \cdot m^2$). U ◀ UNITS p.2 ELEC p.2 MHO	D-6
mi	Mille international, unité de longueur (1609,344 m). U ◀ UNITS LENG p.2 MI	D-6
mi^2	Mille carré international, unité de surface ($2589988{,}11034\ m^2$). U ◀ UNITS AREA p.2 MI^2	D-6
mil	Mil, unité de longueur (0,0000254 m). U ◀ UNITS LENG p.4 MIL	D-6
min	Minute, unité de temps (60 s). U ◀ UNITS TIME MIN	D-6
MIN	Minimum de deux nombres réels. F MTH PARTS p.2 MIN	9-14
MIN	Définit en minutes l'intervalle de répétition d'une alarme. O ◀ TIME ALRM RPT MIN	24-5
MINR	Nombre réel minimum représentable (1,00000000000E−499). F MTH PARTS p.4 MINR	9-15
MIN+	Avance l'heure système d'une minute. O ◀ TIME ADJST MIN+	24-4
MIN−	Retarde l'heure système d'une minute. O ◀ TIME ADJST MIN−	24-4
MINΣ	Cherche les valeurs minimales des colonnes de la matrice statistique ΣDAT. C ◀ STAT p.2 MINΣ	21-9
miUS	Mille US, unité de longueur (1609,34721869 m). U ◀ UNITS LENG p.3 MIUS	D-6

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
miUS^2	Mille US carré, unité de surface (2589998,47032 m^2). U ◀ (UNITS) AREA p.2 MIUS^	D-6
mm	Millimètre, unité de longueur (0,001 m). U ◀ (UNITS) LENG MM	D-6
mmHg	Millimètre de mercure (torr), unité de pression (133,322368421 $kg/m \cdot s^2$). U ◀ (UNITS) p.2 PRESS MMH	D-6
ml	Millilitre (centimètre cube), unité de volume (1×10^{-6} m^3). U ◀ (UNITS) VOL p.3 ML	D-6
ML	Passe de l'affichage multi-lignes à l'affichage mono-ligne, et vice versa. O ◀ (MODES) p.2 ML	15-12
MOD	Modulo. F (MTH) PARTS p.2 MOD	9-15
◀ (MODES)	Sélectionne le menu MODES. O ◀ (MODES)	D-4
▶ (MODES)	Sélectionne le menu de personnalisation MODES. O ▶ (MODES)	D-4
MODL	Sélectionne le menu STAT MODL (modèle statistique). O ◀ (STAT) p.4 MODL	21-11
mol	Mole, unité de masse (1 mol). U ◀ (UNITS) MASS p.3 MOL	D-6
Mpc	Megaparsec, unité de longueur ($3,08567818585 \times 10^{22}$ m). U ◀ (UNITS) LENG p.2 MPC	D-6
mph	Miles/heure, unité de vitesse (0,44704 m/s). U ◀ (UNITS) SPEED MPH	D-6

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
MTH	Sélectionne le menu MTH (math). O MTH	D-3
M/D	Passe d'un format de date à l'autre. O ◀ TIME SET M/D	24-2
m/s	Mètres/seconde, unité de vitesse (1 m/s). U ◀ UNITS SPEED M/S	D-6
N	Newton, unité de force (1 kg·m/s^2). U ◀ UNITS p.2 FORCE N	D-6
NΣ	Renvoie le nombre de lignes de ΣDAT. C ◀ STAT p.5 NΣ	21-21
NEG	Signe moins. A +/-	9-3
NEW	Prend dans la pile une expression algébrique ou une matrice, demande un nom, stocke l'expression ainsi baptisée dans EQ, ou la matrice dans ΣDAT. ◀ PLOT NEW ◀ SOLVE NEW O ◀ STAT NEW	 18-5 17-4 21-3
NEWOB	Détache un objet d'une liste ou d'un nom de variable. C ◀ MEMORY p.2 NEWO	
NEXT	Termine une structure de bouche finie. C PRG BRCH p.2 NEXT	27-2 27-6
NEXT	Affiche mais n'exécute pas le ou les deux objets suivants dans le programme suspendu. O PRG CTRL NEXT	25-25
nmi	Mille nautique, unité de longueur (1852 m). U ◀ UNITS LENG p.3 NMI	D-6

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
NONE	Annule un intervalle de répétition d'alarme at ramène au menu TIME ALRM. O ◀ TIME ALRM RPT NONE	24-5
NOT	NON logique ou binaire. PRG TEST NOT F MTH BASE p.4 NOT	 26-4 14-5
NUM	Renvoie le code caractère du premier caractère d'une chaîne. C PRG OBJ p.3 NUM	4-14
→NUM	Evalue une expression algébrique en un nombre. C ▶ →NUM	8-4
NXEQ	Fait pivoter une liste d'équations dans *EQ*. ... SOLVR NXEQ O ... FCN p.2 NXEQ	 17-28 18-29
NXT	Sélectionne la page suivante du menu. O NXT	2-13
OBJ	Sélectionne le menu PRG OBJ (objet programme). O PRG OBJ	D-3
OBJ→	Renvoie les composants de l'objet dans la pile. C PRG OBJ OBJ→	4-15
OCT	Définit la base octale. MTH BASE OCT C ◀ MODES p.4 OCT	14-2
OFF	Met le calculateur hors tension. O ▶ OFF	1-5
OFF	Met le calculateur hors tension. C PRG CTRL p.3 OFF	29-25

G

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
OLDPRT	Redéfinit le jeu de caractères du HP 48 pour qu'il soit compatible avec l'imprimante HP 82240A à liaison infrarouge. C ◀ PRINT p.2 OLDPR	32-2
ON	Met le calculateur sous tension. O ON	1-5
OPENIO	Ouvre le port série. C ◀ I/O p.2 OPENI	33-19
OR	OU logique ou binaire. MTH BASE p.4 OR F PRG TEST OR	 14-5 26-4
ORDER	Trie le menu VAR dans l'ordre spécifié par la liste. C ◀ MEMORY ORDER	6-9
ORDER	Place l'équation sélectionnée en haut de la liste du catalogue d'équations. ◀ PLOT CAT p.2 ORDER ◀ SOLVE CAT p.2 ORDER O ▶ ALGEBRA p.2 ORDER Place les données statistiques sélectionnées en haut de la liste du catalogue statistique. O ◀ STAT CAT p.2 ORDER	17-8 21-7
OVER	Copie l'objet du niveau 2 dans le niveau 1. C PRG STK OVER	3-19
oz	Once, unité de masse (0,028349523135 kg). U ◀ UNITS MASS OZ	D-6
ozfl	Once liquide US, unité de volume ($2{,}95735295625 \times 10^{-5}$ m^3). U ◀ UNITS VOL p.3 OZFL	D-6

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
ozt	Once Troy, unité de masse (0,031103475 kg). U ◀ UNITS MASS p.2 OZT	D-6
ozUK	Once liquide GB, unité de volume ($2{,}8413075 \times 10^{-5}$ m^3). U ◀ UNITS VOL p.3 OZUK	D-6
P	Poise, unité de viscosité dynamique (0,1 kg/m·s) U ◀ UNITS p.3 VISC P	D-6
Pa	Pascal, unité de pression (1 $kg/m \cdot s^2$) U ◀ UNITS p.2 PRESS PA	D-6
PARAMETRIC	Sélectionne le type de tracé PARAMETRIC. C ... PTYPE PARA	19-13
PARITY	Sélectionne l'un des cinq paramétrages de parité. C ◀ I/O SETUP PARIT	33-4
PARTS	Sélectionne le menu MTH PARTS. O MTH PARTS	D-3
PATH	Renvoie une liste contenant le chemin du répertoire en cours. C ◀ MEMORY PATH	7-3
pc	Parsec, unité de longueur ($3{,}08567818585 \times 10^{16}$ m). U ◀ UNITS LENG p.2 PC	D-6
PDIM	Change la taille de *PICT*. ... PLOTR p.3 PDIM C ▶ PLOT p.3 PDIM	19-9
▶ PDIM	Rappelle dans la pile la taille de *PICT*. ... PLOTR p.3 ▶ PDIM O ▶ PLOT p.3 ▶ PDIM	19-6

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
pdl	Poundal, unité de force (0,138254954376 kg·m/s^2). U ◀ (UNITS) p.2 FORCE PDL	D-6
PERM	Permutations. F (MTH) PROB PERM	9-13
PGDIR	Efface le répertoire spécifié. C ◀ (MEMORY) p.3 PGDIR	7-6
ph	Phot, unité d'éclairement (795,774715459 cd/m^2) U ◀ (UNITS) p.3 LIGHT PH	D-6
PICK	Copie l'objet du niveau *n* dans le niveau 1. C (PRG) STK PICK	3-19
PICK	Copie l'objet du niveau en cours dans le niveau 1. O ... ↑STK PICK	3-11
PICT	Renvoie *PICT* dans le niveau 1. C (PRG) DSPL PICT	19-31
PIXOFF	Eteint dans *PICT* le pixel spécifié. C (PRG) DSPL p.2 PIXOF	19-26
PIXON	Allume dans *PICT* le pixel spécifié. C (PRG) DSPL p.2 PIXON	19-26
PIX?	Teste si le pixel spécifié de *PICT* est allumé ou éteint. C (PRG) DSPL p.2 PIX?	19-26
pk	Peck, unité de volume (0,0088097675 m^3). U ◀ (UNITS) VOL p.4 PK	D-6
PKT	Envoie des commandes KERMIT à un serveur. C ◀ (I/O) p.2 PKT	33-19

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
◀ PLOT	Sélectionne le menu PLOT. O ◀ PLOT	D-5
▶ PLOT	Sélectionne le menu PLOT PLOTR. O ▶ PLOT	D-5
PLOT	Fait de l'entrée sélectionnée la matrice statistique en cours et affiche la troisième page du menu STAT. O ◀ STAT CAT PLOT	21-7
PLOTR	Sélectionne le menu PLOT PLOTR. ◀ PLOT PLOTR ◀ PLOT CAT PLOTR ▶ ALGEBRA PLOTR O ◀ SOLVE CAT PLOTR	D-5
PMAX	Définit les coordonnées supérieures droites du tracé. C A saisir au clavier.	
PMIN	Définit les coordonnées inférieures gauches du tracé. C A saisir au clavier.	
POLAR	Passe des coordonnées rectangulaires aux coordonnées polaires, et vice versa. O ▶ POLAR	11-2
POLAR	Sélectionne le type de tracé POLAR. C ... PTYPE POLAR	19-12
POS	Renvoie la position d'une sous-chaîne dans une chaîne ou d'un objet dans une liste. C PRG OBJ p.3 POS	4-15
POWR	Sélectionne le menu UNITS POWR (unités de puissance). O ◀ UNITS p.2 POWR	D-6
PREDV	Valeur prévue. C A saisir au clavier.	

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
PREDX	Renvoie la valeur prévue d'une variable indépendante, étant donnée la valeur d'une variable dépendante. C ◀ STAT p.4 PREDX	21-13
PREDY	Renvoie la valeur prévue d'une variable dépendante, étant donnée la valeur d'une variable indépendante. C ◀ STAT p.4 PREDY	21-13
PRESS	Sélectionne le menu UNITS PRESS (unités de pression). O ◀ UNITS p.2 PRES	D-6
◀ PREV	Sélectionne la page précédente du menu. O ◀ PREV	2-13
▶ PREV	Sélectionne la première page du menu. O ▶ PREV	2-13
PRG	Sélectionne le menu PRG (programme). O PRG	D-3
PRINT	Sélectionne le menu PRINT. O ◀ PRINT	D-4
PRLCD	Imprime l'affichage. C ◀ PRINT PRLCD O Appuyez simultanément sur ON et MTH	32-4
PROB	Sélectionne le menu MTH PROB (probabilités). O MTH PROB	D-3
PROMPT	Affiche la chaîne de demande de saisie dans la zone d'état et arrête l'exécution du programme. C PRG CTRL p.2 PROM	29-2
PRST	Imprime tous les objets de la pile. C ◀ PRINT PRST	32-4

G

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
PRSTC	Imprime tous les objets de la pile dans un petit format. C ◀ PRINT PRSTC	32-4
PRVAR	Imprime le nom et le contenu d'une ou plusieurs variables (y compris les noms des ports). C ◀ PRINT PRVAR	32-4
PR1	Imprime l'objet du niveau 1. ◀ PRINT PR1 C ▶ PRINT	32-4
psi	Pounds par pouce carré, unité de pression (6894,75729317 kg/m·s^2). U ◀ UNITS p.2 PRESS PSI	D-6
pt	Pint, unité de volume (0,000473176473 m^3). U ◀ UNITS VOL p.2 PT	D-6
PTYPE	Sélectionne le menu PLOT PTYPE. ◀ PLOT PTYPE ... PLOTR p.2 PTYPE O ▶ PLOT p.2 PTYPE	D-5
PURGE	Supprime une ou plusieurs variables spécifiées. C ◀ PURGE	6-9
PURGE	Supprime une ou plusieurs variables spécifiées. Si une seule variable est spécifiée sans étiquette, sauvegarde le contenu précédent pour une reprise ultérieure par LASTARG. O ◀ PURGE	6-10

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
PURG	Supprime l'équation sélectionnée. ◀ SOLVE CAT p.2 PURG ▶ PLOT CAT p.2 PURG O ▶ ALGEBRA CAT p.2 PURG	17-8
	Supprime la matrice statistique sélectionnée. O ◀ STAT CAT p.2 PURG	21-7
	Supprime l'alarme sélectionnée. ◀ TIME CAT PURG O ▶ TIME PURG	24-12
PUT	Remplace un élément de tableau ou de liste. C PRG OBJ p.4 PUT	4-16
PUTI	Remplace un élément de tableau ou de liste et incrémente l'index. C PRG OBJ p.4 PUTI	4-16
PVARS	Renvoie à un port la liste des objets et bibliothèques de sauvegarde en cours. C ◀ MEMORY p.2 PVARS	34-18
PVIEW	Affiche *PICT* avec le pixel spécifié dans l'angle supérieur gauche de l'affichage . C PRG DSPL PVIEW	19-28
PWRFIT	Définit le modèle d'ajustement de puissance pour une courbe. C ◀ STAT p.4 MODL PWR	21-12
PX→C	Convertit des coordonnées exprimées en pixels en unités-utilisateur. C PRG DSPL p.2 PX→C	19-9
→Q	Convertit un nombre en son équivalent fractionnaire. C ◀ →Q	9-5

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
QUAD	Cherche des solutions à un polynôme du premier ou du second degré. C ◀ (ALGEBRA) QUAD	22-3
QUOTE	Renvoie l'expression de l'argument sans évaluation. F ◀ (ALGEBRA) p.2 QUOT	8-2
qt	Quart, unité de volume (0,000946352946 m^3). U ◀ (UNITS) VOL p.2 QT	D-6
→Qπ	Calcule et compare les équivalents fractionnaires d'un nombre et de ce nombre divisé par π. C ◀ (ALGEBRA) p.2 →Qπ	9-5
r	Radian, unité d'angle dans le plan (0,1591549343092). U ◀ (UNITS) p.3 ANGL R	D-6
R	Roentgen, unité d'exposition aux radiations (0,000258 A·s/kg). U ◀ (UNITS) p.3 RAD p.2 R	D-6
°R	Degrés Rankine, unité de température. U ◀ (UNITS) p.2 TEMP °R	D-6
rad	Rad, unité de dosage d'absorption (0,01 m^2/s^2). U ◀ (UNITS) p.3 RAD RAD	D-6
RAD	Spécifie le mode Radians. C ◀ (MODES) p.3 RAD	9-8
(RAD)	Passe du mode Radians au mode Degrés et vice versa. O ◀ (RAD)	9-8
RAD	Sélectionne le menu UNITS RAD (unités de radiation). O ◀ (UNITS) p.3 RAD	D-6

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
RAND	Renvoie un nombre aléatoire. C (MTH) PROB RAND	9-13
RATIO	Forme préfixe de / utilisée par l'application EquationWriter. F A saisir au clavier.	
RCEQ	Renvoie dans le niveau 1 l'équation figurant dans *EQ*. (◀)(PLOT)(▶) STEQ (◀)(SOLVE)(▶) STEQ ... PLOTR (▶) DRAW C (▶)(PLOT)(▶) DRAW	17-11
RCL	Rappelle dans la pile l'objet stocké dans la variable spécifiée. C (▶)(RCL)	6-5
(RCL)	Insère une expression algébrique du niveau 1 dans EquationWriter. O (▶)(RCL)	16-21
RCLALARM	Rappelle l'alarme spécifiée de la liste des alarmes systèmes. C (◀)(TIME) ALRM p.2 RCLAL	24-16
RCLF	Renvoie un entier binaire représentant les états des indicateurs système. C (▶)(MODES) p.2 RCLF	28-4
RCLKEYS	Renvoie la liste des affectations de touches-utilisateur en cours. C (▶)(MODES) RCLK	15-10
RCLMENU	Renvoie le numéro de menu du menu en cours. C (▶)(MODES) p.2 RCLM	29-21
RCLΣ	Rappelle la matrice statistique en cours dans *ΣDAT*. C (◀)(STAT)(▶) STOΣ	21-6

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
RCWS	Rappelle la taille de mot d'un entier binaire. C (MTH) BASE RCWS	14-2
rd	Rod, unité de longueur (5,0292100584 m). U (←)(UNITS) LENG p.3 RD	D-6
RDM	Redimensionne un tableau. C (MTH) MATR RDM	20-18
RDZ	Définit un nombre-source de nombres aléatoires. C (MTH) PROB RDZ	9-13
RE	Renvoie la partie réelle d'un nombre ou d'un tableau complexe. F (MTH) PARTS RE	11-12
RECN	Attend des données spécifiées par la pile, en provenance d'une unité à distance exécutant le logiciel Kermit. C (←)(I/O) p.2 RECN	33-19
RECV	Attend des données spécifiées par l'émetteur, en provenance d'une unité à distance exécutant le logiciel Kermit. C (←)(I/O) RECV	33-18
rem	Rem, équivalent dosage (0,01 m^2/s^2). U (←)(UNITS) p.3 RAD REM	D-6
REPEAT	Commence une clause REPEAT. C (PRG) BRCH p.2 REPEA	27-12
REPL	Remplace une portion d'objet par un autre objet de même nature. (PRG) OBJ p.3 REPL C (PRG) DSPL p.3 REPL	 4-17 19-29

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
REPL	Remplace une portion de *PICT* par un objet graphique du niveau 1. ... DRAW p.3 REPL ... AUTO p.3 REPL O ◀ GRAPH p.3 REPL	19-27
REPL	Remplace la sous-expression spécifiée par une expression algébrique de la pile. O ◀ EQUATION ◀ REPL	16-23
RES	Définit l'espacement entre les points tracés. ... PLOTR p.2 RES C ▶ PLOT p.2 RES	19-4
▶ RES	Rappelle l'espacement des points dans la pile. ... PLOTR p.2 ▶ RES O ▶ PLOT p.2 ▶ RES	19-5
RESET	Réinitialise à leur état par défaut les paramètres de tracé *PPAR* dans le répertoire en cours at efface et redimensionne *PICT*. ... PLOTR p.2 RESET O ▶ PLOT p.2 RESET	18-17
RESTORE	Remplace le répertoire *HOME* par sa copie de sauvegarde. C ◀ MEMORY p.3 RESTO	34-20

G

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
REVIEW	Affiche les données statistiques de ΣDAT. O ◀ STAT ◀ REVIEW Affiche l'équation en cours et les paramètres de tracé. ... PLOTR ◀ REVIEW ▶ PLOT ◀ REVIEW ... DRAW ◀ REVIEW ... AUTO ◀ REVIEW O ◀ GRAPH ◀ REVIEW Affiche l'équation en cours. O ◀ SOLVE ◀ REVIEW ◀ PLOT ◀ REVIEW Affiche l'équation en cours ainsi que les valeurs des variables SOLVR. O ... SOLVR ◀ REVIEW Affiche les noms des unités correspondant au menu sélectionné. O ◀ UNITS ... ◀ REVIEW Affiche une alarme imminente. O ◀ TIME ◀ REVIEW Dans d'autres menus : liste les noms et les types d'opérations. O ◀ REVIEW	21-6 18-17 18-22 17-11 18-7 17-13 13-6 24-5 6-8
RL	Effectue une rotation d'un bit à gauche. C MTH BASE p.2 RL	14-5
RLB	Effectue une rotation d'un octet à gauche. C MTH BASE p.2 RLB	14-5
RND	Arrondit la partie décimale d'un nombre ou d'un nom. F MTH PARTS p.4 RND	9-15
RNRM	Calcule la norme de ligne d'un tableau. C MTH MATR p.2 RNRM	20-18

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
ROLL	Déplace un objet du niveau (n + 1) au niveau 1. C (PRG) STK ROLL	3-19
ROLL	Fait passer au niveau 1 l'objet du niveau en cours. O ... ↑STK ROLL	3-11
ROLLD	Place l'objet du niveau 2 dans le niveau n. C (PRG) STK ROLLD	3-20
ROLLD	Place l'objet du niveau 1 dans le niveau en cours. O ... ↑STK ROLLD	3-11
ROOT	Résout l'équation pour l'inconnue. C (◀) (SOLVE) ROOT	17-11
ROOT	Place le curseur graphique sur l'intersection du tracé d'une fonction et de l'axe X, affiche la valeur de la racine, renvoie cette valeur dans la pile. O (◀) (GRAPH) FCN ROOT	18-28
ROT	Place l'objet du niveau 3 dans le niveau 1. C (PRG) STK ROT	3-20
+ROW	Insère une ligne de zéros sur la ligne en cours. O (▶) (MATRIX) p.2 +ROW	20-8
-ROW	Supprime la ligne en cours. O (▶) (MATRIX) p.2 -ROW	20-8
RPT	Sélectionne le menu TIME ALRM RPT (répétition d'alarmes). O (◀) (TIME) ALRM RPT	D-5
RR	Effectue une rotation d'un bit à droite. C (MTH) BASE p.2 RR	14-6
RRB	Effectue une rotation d'un octet à droite. C (MTH) BASE p.2 RRB	14-6

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
RSD	Calcule la validité d'une solution d'un système d'équations. C (MTH) MATR RSD	20-19
RULES	Active le menu des transformations RULES pour l'objet spécifié. O ◀ (EQUATION) ◀ RULES	22-13
R→B	Conversion réel-à-binaire. C (MTH) BASE p.2 R→B	14-5
R→C	Conversion réel-à-complexe. C (PRG) OBJ pg.2 R→C	4-17
R→D	Conversion de radians en degrés. F (MTH) VECTR p.2 R→D	9-11
R∠Z	Sélectionne le mode polaire/cylindrique. (MTH) VECTR R∠Z O ◀ (MODES) p.3 R∠Z	12-3
R∠∠	Sélectionne le mode polaire-sphérique. (MTH) VECTR R∠∠ O ◀ (MODES) p.3 R∠∠	12-3
s	Seconde, unité de temps (1 s). U ◀ (UNITS) TIME S	D-6
S	Siemens, conductance électrique ($1\ A^2 \cdot s^3/kg \cdot m^2$). U ◀ (UNITS) p.2 ELEC p.2 S	D-6
SAME	Teste si deux objets sont égaux. C (PRG) TEST SAME	26-2
sb	Stilb, luminance ($10000\ cd/m^2$) U ◀ (UNITS) p.3 LIGHT SB	D-6
SBRK	Envoie une rupture série. C ◀ (I/O) p.3 SBRK	33-22

G

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
SCALE	Définit l'échelle des axes PLOT. ... PLOTR p.2 SCALE C ↱(PLOT) p.2 SCALE	18-10
↱SCALE	Rappelle l'échelle dans la pile. ... PLOTR p.2 ↱SCALE O ↱(PLOT) p.2 ↱SCALE	18-17
SCATRPLOT	Trace un nuage de points des données statistiques de ΣDAT. C ↰(STAT) p.3 SCATR	21-20
SCATTER	Sélectionne le type de tracé SCATTER. C ... PTYPE p.2 SCATT	19-13
SCI	Sélectionne le mode d'affichage scientifique. C ↰(MODES) SCI	2-16
SCLΣ	Met les données de ΣDAT automatiquement à l'échelle pour les tracés en nuages de points. C A saisir au clavier.	
SCONJ	Conjuge le contenu d'une variable. C ↱(MEMORY) p.2 SCON	6-11
SDEV	Calcule l'écart-type. C ↰(STAT) p.2 SDEV	21-9
SEC	Définit à *n* secondes un intervalle de répétition d'alarme. O ↰(TIME) ALRM RPT SEC	24-5
SEC+	Avance l'heure en cours de 1 seconde. O ↰(TIME) ADJST SEC+	24-4
SEC-	Retarde l'heure en cours de 1 seconde. O ↰(TIME) ADJST SEC-	24-4
SEND	Renvoie le contenu d'une variable à un autre périphérique. C ↰(I/O) SEND	33-18

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
SERVER	Définit le mode serveur Kermit pour le HP 48. ◀ I/O SERV C ▶ I/O	33-18
SET	Sélectionne le menu TIME SET. O ◀ TIME SET	D-5
SET	Arme une alarme. O ◀ TIME ALRM SET	24-5
SETUP	Sélectionne le menu I/O SETUP. O ◀ I/O SETUP	D-4
SF	Arme l'indicateur spécifié. PRG TEST p.3 SF C ▶ MODES p.2 SF	28-2
SHOW	Reconstruit l'expression pour résoudre un nom de variable implicite. C ◀ ALGEBRA SHOW	22-7
SIGN	Renvoie le signe d'un nombre. F MTH PARTS SIGN	9-15
SIN	Sinus. A SIN	9-9
SINH	Sinus hyperbolique. A MTH HYP SINH	9-6
SINV	Remplace le contenu d'une variable par son inverse. C ▶ MEMORY p.2 SINV	6-11
SIZE	Cherche les dimensions d'une liste, d'un tableau, d'une chaîne, d'un objet algébrique ou d'un objet graphique. PRG OBJ p.3 SIZE C PRG DSPL p.2 SIZE	4-17 19-28
←SKIP	Place le curseur à gauche de la rupture logique suivante. ◀ EDIT ←SKIP O ... EDIT ←SKIP	3-9

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
SKIP→	Place le curseur à droite de la rupture logique suivante. ◀ EDIT SKIP→ O ... EDIT SKIP→	3-9
SL	Décale d'un bit à gauche. C MTH BASE p.3 SL	14-6
SLB	Décale d'un octet à gauche. C MTH BASE p.3 SLB	14-6
SLOPE	Calcule et affiche la pente d'une fonction à la position du curseur et renvoie la pente dans la pile. O ... FCN SLOPE	18-28
slug	Slug, unité de masse (14,5939029372 kg). U ◀ UNITS MASS SLUG	D-6
SNEG	Affecte le signe moins au contenu d'une variable. C ▶ MEMORY p.2 SNEG	6-11
◀ SOLVE	Sélectionne le menu SOLVE. O ◀ SOLVE	17-11
▶ SOLVE	Sélectionne le menu SOLVR. O ▶ SOLVE	17-18
SOLVR	Sélectionne le menu SOLVR. ◀ SOLVE SOLVR ◀ SOLVE CAT SOLVR ▶ SOLVE ◀ PLOT CAT SOLVR O ▶ ALGEBRA SOLVR	17-18
SPC	Introduit un espace dans la ligne de commande. O SPC	3-3
SPEED	Sélectionne le menu UNITS SPEED. O ◀ UNITS SPEED	D-6

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
SQ	Renvoie le carré de l'objet du niveau 1. A ◀ x^2	9-3
SR	Décale d'un bit à gauche. C MTH BASE p.3 SR	14-6
sr	Stéradian, unité d'angle volumique ($7{,}95774715459 \times 10^{-2}$). U ◀ UNITS p.3 ANGL SR	D-6
SRB	Décale d'un octet à droite. C MTH BASE p.3 SRB	14-6
SRECV	Lit le nombre spécifié de caractères sur le port d'E/S. C ◀ I/O p.3 SRECV	33-21
SST	Progresse pas-à-pas à travers le programme suspendu. O PRG CTRL SST	25-25
SST↓	Progresse pas-à-pas à travers le programme suspendu et ses sous-programmes. O PRG CTRL SST↓	25-25
st	Stère, unité de volume (1 m^3). U ◀ UNITS VOL ST	D-6
St	Stokes, unité de viscosité en cinématique ($0{,}0001\ m^2/s$) U ◀ UNITS p.3 VISC ST	D-6
START	Commence une boucle finie. C PRG BRCH START	27-2
◀START	Introduit START NEXT. O PRG BRCH ◀START	27-3
▶START	Introduit START STEP. O PRG BRCH ▶START	27-5

G

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
◀ STAT	Sélectionne le menu STAT (statistiques). O ◀ STAT	D-5
▶ STAT	Sélectionne la page 2 du menu STAT. O ▶ STAT	D-5
STD	Sélectionne le mode d'affichage standard. C ◀ MODES STD	2-16
STEP	Termine une boucle finie. C PRG BRCH p.2 STEP	27-4 27-8
STEQ	Stocke l'équation du niveau 1 dans *EQ*. ◀ PLOT STEQ ... PLOTR ◀ DRAW ▶ PLOT ◀ DRAW C ◀ SOLVE STEQ	17-5
STIME	Définit la temporisation de la transmission/réception. C ◀ I/O p.3 STIME	33-21
STK	Sélectionne le menu PRG STK (pile de programme). O PRG STK	D-3
STK	Active/désactive la reprise de la dernière pile. O ◀ MODES p.2 STK	15-12
↑STK	Sélectionne la pile interactive. ... EDIT ↑STK ◀ EDIT ↑STK ▶ VISIT ↑STK O ▶ MATRIX p.2 ↑STK	3-10 20-8

G

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
→STK	Copie l'équation sélectionnée dans le niveau 1. ... CAT p.2 →STK O ▶ ALGEBRA p.2 →STK	17-8
	Copie la matrice sélectionnée dans le niveau 1. O ◀ STAT CAT →STK	21-7
	Copie l'alarme sélectionnée dans le niveau 1. ◀ TIME CAT →STK O ▶ TIME →STK	24-14
	Copie l'élément de matrice sélectionné dans le niveau 1. O ▶ MATRIX p.2 →STK	20-8
STO	Stocke un objet dans une variable. C STO	6-3
STO	Stocke un objet dans une variable et sauvegarde le contenu précédent de la variable pour une reprise ultérieure par LASTARG. O STO	6-10
	Renvoie l'équation de EquationWriter ou *PICT* dans la pile. O STO	16-3 18-22
STOALARM	Stocke l'alarme du niveau 1 dans la liste des alarmes système. C ◀ TIME ALRM p.2 STOAL	24-16
STOF	Définit l'état des indicateurs-système et utilisateur. C ▶ MODES p.2 STOF	28-4
STOKEYS	Effectue des affectations de touches utilisateur multiples. C ▶ MODES STOK	15-7

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
STO+	Ajoute le nombre ou le tableau spécifié au contenu de la variable spécifiée. C (→)(MEMORY) STO+	6-11
STO−	Soustrait le nombre ou le tableau spécifié du contenu de la variable spécifiée. C (→)(MEMORY) STO−	6-11
STO*	Multiplie le contenu de la variable spécifiée par le nombre spécifié. C (→)(MEMORY) STO*	6-11
STO/	Divise le contenu de la variable spécifiée par le nombre spécifié. C (→)(MEMORY) STO/	6-11
STOΣ	Stocke la matrice statistique en cours dans *ΣDAT*. C (←)(STAT) STOΣ	21-5
STR→	Convertit une chaîne en plusieurs objets constitutifs. C A saisir au clavier.	
→STR	Convertit un objet en une chaîne. C (PRG) OBJ →STR	4-18
STWS	Spécifie la taille de mot d'un entier binaire. C (MTH) BASE STWS	14-1
SUB	Extrait une portion spécifiée d'une liste, d'une chaîne ou d'un objet graphique. (PRG) OBJ p.3 SUB C (PRG) DSPL p.3 SUB	 4-18 19-29
SUB	Renvoie dans la pile une portion spécifiée de *PICT*. ... DRAW p.3 SUB ... AUTO p.3 SUB O (←)(GRAPH) p.3 SUB	19-27

G

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
SUB	Renvoie dans la pile la sous-expression spécifiée. O ◀ EQUATION ◀ SUB	22-13
Sv	Sievert, équivalent de dosage (0,01 m^2/s^2) U ◀ UNITS p.3 RAD SV	D-6
SWAP	Permute les objets des niveaux 1 et 2. C ◀ SWAP	3-4
SYM	Passe du mode de résultat symbolique ou mode de résultat numérique, et vice versa. O ◀ MODES SYM	9-16
SYSEVAL	Evalue un objet-système. *A n'utiliser que conformément aux applications HP.* C A saisir au clavier.	
t	Tonne métrique, unité de masse (1000 kg). U ◀ UNITS MASS p.2 T	D-6
T	Tesla, unité de flux magnétique (1 kg/As^2). U ◀ UNITS p.2 ELEC p.2 T	D-6
←T	Déplace un terme à gauche. O ◀ EQUATION ◀ RULES ←T	22-15
▶ ←T	Exécute ←T jusqu'à ce que la sous-expression ne change plus. O ◀ EQUATION ◀ RULES ▶ ←T	22-19
T→	Déplace un terme à droite. O ◀ EQUATION ◀ RULES T→	22-15
▶ T→	Exécute T→ jusqu'à ce que la sous-expression ne change plus. O ◀ EQUATION ◀ RULES ▶ T→	22-19
%T	Renvoie, en pourcentage, la fraction que représente le niveau 1 par rapport au niveau 2. F MTH PARTS p.2 %T	9-7

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
→TAG	Combine les objets des niveaux 1 et 2 pour créer un objet identifié par une étiquette. C (PRG) OBJ →TAG	4-18
TAN	Tangente. A (TAN)	9-9
TANH	Tangente hyperbolique. A (MTH) HYP TANH	9-6
TAYLR	Calcule un polynôme de Taylor. C (↰) (ALGEBRA) TAYLR	23-8
tbsp	Tablespoon, unité de volume ($1{,}47867647813 \times 10^{-5}$ m^3). U (↰) (UNITS) VOL p.3 TBSP	D-6
TEMP	Sélectionne le menu UNITS TEMP (unités de température). O (↰) (UNITS) p.2 TEMP	D-6
TEST	Sélectionne le menu PRG TEST (test de programme). O (PRG) TEST	D-3
TEXT	Affiche la pile. C (PRG) DSPL p.4 TEXT	19-30
THEN	Commence une clause THEN. C (PRG) BRCH p.2 THEN	26-5
therm	EEC therm, unité d'énergie (105506000 $kg \cdot m^2/s^2$) U (↰) (UNITS) p.2 ENRG p.2 THER	D-6
TICKS	Renvoie l'heure système sous la forme d'un entier binaire exprimé en tops d'horloge. C (↰) (TIME) p.2 TICKS	24-19
TIME	Renvoie l'heure en cours sous la forme d'un nombre. C (↰) (TIME) p.2 TIME	24-19

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
◀ TIME	Sélectionne le menu TIME. O ◀ TIME	D-5
▶ TIME	Sélectionne le catalogue des alarmes. O ▶ TIME	24-12
TIME	Sélectionne le menu UNITS TIME. O ◀ UNITS TIME	D-6
→TIME	Définit l'heure système. C ◀ TIME SET →TIM	24-2
>TIME	Définit l'heure de l'alarme. O ◀ TIME ALRM >TIME	24-5
TLINE	Commute les pixels sur la droite définie par les coordonnées des niveaux 1 et 2. C PRG DSPL TLINE	19-26
TLINE	Commute les pixels sur la droite joignant la marque et le curseur. ... DRAW p.2 TLINE ... AUTO p.2 TLINE O ◀ GRAPH p.2 TLINE	19-23
TMENU	Affiche un menu dédini par une liste mais ne change pas le contenu de *CST*. C ▶ MODES p.2 TMEN	29-20
ton	Petite tonne (GB), unité de masse (907,18474 kg). U ◀ UNITS MASS p.2 TON	D-6
tonUK	Grosse tonne (GB), unité de masse (1016,0469088 kg). U ◀ UNITS MASS p.2 TONU	D-6
torr	Torr (mmHg), unité de pression ($133{,}322368421$ kg/ms^2). U ◀ UNITS p.2 PRESS TORR	D-6

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
TOT	Effectue la somme de chaque colonne de la matrice figurant dans ΣDAT. C ◀ STAT p.2 TOT	21-9
TRANSIO	Sélectionne l'un des trois paramètres de traduction des caractères. C ◀ I/O SETUP TRAN	33-4
TRG*	Développe des fonctions trigonométriques et hyperboliques de sommes et de différences. O ◀ EQUATION ◀ RULES TRG*	22-19
→TRG	Replace exponential with trigonometric functions. O ◀ EQUATION ◀ RULES →TRG	22-18
TRN	Transpose une matrice. C MTH MATR TRN	20-19
TRNC	Tronque (en arrondi inférieur) le nombre du niveau 2 comme spécifié dans le niveau 1. F MTH PARTS p.4 TRNC	9-15
TRUTH	Sélectionne le type de tracé TRUTH. C ... PTYPE TRUTH	19-13
tsp	*Teaspoon*, unité de volume ($4{,}92892159375 \times 10^{-6}$ m^3). U ◀ UNITS VOL p.3 TSP	D-6
TSTR	Convertit la date et l'heure d'une forme numérique en forme de chaîne. C ◀ TIME p.2 TSTR	24-17
TVARS	Renvoie les variables contenant le type d'objet spécifié. C ◀ MEMORY p.2 TVARS	4-20

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
TYPE	Renvoie le numéro de type d'un objet-argument. PRG OBJ p.2 TYPE C PRG TEST TYPE	4-19
u	Masse atomique (1,66057 × 10^{-27} kg). U ◀ UNITS MASS p.3 U	D-6
UBASE	Convertit un objet-unités en unités du système métrique. F ▶ UNITS UBASE	13-11
UFACT	Factorise une unité composée spécifiée. C ▶ UNITS UFACT	13-13
→UNIT	Combine des objets des niveaux 1 et 2 pour créer un objet-unités. PRG OBJ p.2 →UNIT C ▶ UNITS →UNIT	4-18
◀ UNITS	Sélectionne le menu-catalogue UNITS. O ◀ UNITS	D-6
▶ UNITS	Sélectionne le menu des commandes UNITS. O ▶ UNITS	D-6
UNTIL	Commence une clause UNTIL. C PRG BRCH p.2 UNTIL	27-10
UPDIR	Fait du répertoire père le répertoire en cours. C ◀ UP	7-5
USR	Active/désactive le mode User. O ◀ USR	15-5
UTPC	Renvoie la probabilité qu'une variable aléatoire khi-carré soit supérieure à x. C MTH PROB p.2 UTPC	21-22
UTPF	Renvoie la probabilité qu'une variable aléatoire F de Snedecor soit supérieure à x. C MTH PROB p.2 UTPF	21-22

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
UTPN	Renvoie la probabilité pour qu'une variable aléatoire normale soit supérieure à x. C (MTH) PROB p.2 UTPN	21-22
UTPT	Renvoie la probabilité pour qu'une variable aléatoire t de Student soit supérieure à x. C (MTH) PROB p.2 UTPT	21-22
UVAL	Renvoie le scalaire de l'objet-unités spécifié. F (→) (UNITS) UVAL	13-23
V	Volt, unité de potentiel électrique (1 $kg \cdot m^2/A \cdot s^3$). U (←) (UNITS) p.2 ELEC V	D-6
VAR	Calculates variance of statistical data columns in ΣDAT. C Must be typed in.	21-10
(VAR)	Sélectionne le menu VAR (variables). O (VAR)	6-3
1-VAR	Fait de l'entrée sélectionnée la matrice statistique en cours et affiche la seconde page du menu STAT. O (←) (STAT) CAT 1-VAR	21-7
2-VAR	Fait de l'entrée sélectionnée la matrice statistique en cours et affiche la quatrième page du menu STAT. O (←) (STAT) CAT 2-VAR	21-7
VARS	Renvoie une liste de variables dans le répertoire en cours. C (←) (MEMORY) VARS	6-9
VEC	Passe du mode vecteurs ou mode tableaux, et vice versa. O (→) (MATRIX) VEC	20-8
VECTR	Sélectionne le menu MTH VECTR (vecteurs mathématiques). O (MTH) VECTR	D-3

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
VIEW	Copie l'objet du niveau 1 dans l'environnement approprié pour le visualiser. ▲ VIEW O ... →STK VIEW	3-11
	Affiche l'équation sélectionnée. O ... CAT VIEW	17-8
	Affiche la matrice sélectionnée. O ◀ STAT CAT VIEW	21-7
	Affiche l'alarme sélectionnée. O ◀ TIME CAT VIEW	24-12
▶ VIEW	Copie l'objet stocké dans la variable du niveau en cours dans l'environnement approprié pour la visualiser. O ... →STK ▶ VIEW	3-11
VISC	Sélectionne le menu UNITS VISC (unités de viscosité). O ◀ UNITS p.3 VISC	D-6
VISIT	Si l'argument est un nom, copie le contenu de la variable associée dans la ligne de commande à des fins de modification. Si l'argument est un nombre d'in niveau de la pile, copie l'objet de ce niveau dans la ligne de commande pour modification. O ▶ VISIT	3-7
VOL	Sélectionne le menu UNITS VOL (unités de volume). O ◀ UNITS VOL	D-6
VTYPE	Renvoie le numéro du type de l'objet stocké dans un nom local ou global. C PRG OBJ p.2 VTYPE	4-19
→V2	Combine deux nombres réels en un vecteur à 2 dimensions ou en un nombre complexe. C MTH VECTR p.2 →V2	12-14

G

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
→V3	Combine trois nombres réels en un vecteur à 3 dimensions. C (MTH) VECTR p.2 →V3	12-14
V→	Sépare un vecteur de 2 ou de 3 éléments en fonction du mode d'angle en vigueur. C (MTH) VECTR p.2 V→	12-14
W	Watt, unité de puissance (1 $kg \cdot m^2/s^3$) (◀) (UNITS) p.2 POWR W U (◀) (UNITS) p.2 ELEC W	D-6
*W	Ajuste l'échelle horizontale du tracé. C ... PLOTR p.3 *W	19-6
WAIT	Arrête l'exécution du programme pendant le nombre de secondes ou jusqu'à la pression sur une touche. C (PRG) CTRL p.2 WAIT	29-18
Wb	Weber, unité de flux magnétique (1 $kg \cdot m^2/A \cdot s^2$). U (◀) (UNITS) p.2 ELEC p.2 WB	D-6
WEEK	Définit à *n* semaines l'intervalle de répétition d'une alarme. O (◀) (TIME) ALRM RPT WEEK	24-5
WHILE	Commence une boucle indéfinie. C (PRG) BRCH WHILE	27-12
(◀)WHILE	Introduit WHILE REPEAT END O (PRG) BRCH (◀)WHILE	27-13
WID→	Augmente la largeur des colonnes et diminue le nombre de colonnes. O (▶) (MATRIX) WID→	20-8
←WID	Diminue la largeur des colonnes et augmente le nombre de colonnes. O (▶) (MATRIX) ←WID	20-8
X	Sélectionne le zoom sur l'axe X. O ... ZOOM X	18-24

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
ΣX	Renvoie la somme des données d'une colonne indépendante de ΣDAT. C ◀ STAT p.5 ΣX	21-21
ΣX^2	Renvoie la somme des carrés des données d'une colonne indépendante de ΣDAT. C ◀ STAT p.5 ΣX^2	21-21
XAUTO	Sélectionne le zoom sur l'axe X en échelle automatique. O ... ZOOM XAUTO	18-24
XCOL	Spécifie une colonne de variable indépendante dans la matrice ΣDAT. C ◀ STAT p.3 XCOL	21-11
▶ XCOL	Rappelle dans la pile le numéro de colonne de variable indépendante. O ◀ STAT p.3 ▶ XCOL	21-12
XMIT	Sans protocole Kermit, effectue une transmission série d'une chaîne. C ◀ I/O p.3 XMIT	33-21
XOR	OU exlusif logique ou binaire. MTH BASE p.4 XOR F PRG TEST XOR	 14-6 26-4
XPON	Renvoie l'exposant d'un nombre. F MTH PARTS p.3 XPON	9-15
XRNG	Spécifie la gamme d'affichage de l'axe X. ... PLOTR XRNG C ▶ PLOT XRNG	18-9
▶ XRNG	Rappelle dans la pile la gamme d'affichage de l'axe X. ... PLOTR ▶ XRNG O ▶ PLOT ▶ XRNG	18-16
XROOT	Renvoie au niveau 1 la racine du niveau 2. A ▶ $\sqrt[x]{y}$	9-3

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
XY	Sélectionne le zoom sur les axes X et Y. O ... ZOOM XY	18-24
XYZ	Sélectionne le mode de coordonnées rectangulaires. (MTH) VECTR XYZ O ◀ (MODES) p.3 XYZ	12-3
ΣX*Y	Renvoie la somme de produits de données des colonnes indépendantes et dépendantes de ΣDAT. C ◀ (STAT) p.5 ΣX*Y	21-21
Y	Sélectionne le zoom sur l'axe Y. O ... ZOOM Y	18-24
ΣY	Renvoie la somme des données de la colonne dépendante de ΣDAT. C ◀ (STAT) p.5 ΣY	21-21
ΣY^2	Renvoie la somme des carrés des données de la colonne dépendante de ΣDAT. C ◀ (STAT) p.5 ΣY^2	21-21
YCOL	Sélectionne la colonne indiquée de ΣDAT comme colonne de variable dépendante pour effectuer des statistiques sur deux variables. C ◀ (STAT) p.3 YCOL	21-11
▶ YCOL	Rappelle dans la pile le numéro de colonne de variable dépendante. O ◀ (STAT) p.3 ▶ YCOL	21-12
yd	Yard international, unité de longueur (0,9144 m). U ◀ (UNITS) LENG YD	D-6
yd^2	Yard carré, unité de surface (0,83612736 m^2). U ◀ (UNITS) AREA YD^2	D-6

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
yd^3	Yard cube, unité de volume (0,764554857984 m^3). U ◀ UNITS VOL YD^3	D-6
yr	Année, unité de temps (31556925,9747 s). U ◀ UNITS TIME YR	D-6
YRNG	Spécifie la gamme d'affichage de l'axe Y. ... PLOTR YRNG C ▶ PLOT YRNG	18-9
▶ YRNG	Rappelle dans la pile la gamme d'affichage de l'axe Y. ... PLOTR ▶ YRNG O ▶ PLOT ▶ YRNG	18-16
Z-BOX	Effectue un zoom de grossissement dans la fenêtre dont les angles opposés sont définis par la marque et par le curseur. ... DRAW Z-BOX ... AUTO Z-BOX O ◀ GRAPH Z-BOX	18-36
◀ Z-BOX	Effectue un zoom dans la fenêtre, avec l'échelle automatique pour l'axe Y. ... DRAW ◀ Z-BOX ... AUTO ◀ Z-BOX O ◀ GRAPH ◀ Z-BOX	18-36
ZOOM	Sélectionne le menu GRAPHICS ZOOM. ... DRAW ZOOM ... AUTO ZOOM O ◀ GRAPH ZOOM	18-24
+	Ajoute deux objets. A +	4-12 9-3

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
[+/−]	Si le curseur est positionné sur un nombre, change le signe de la mantisse ou de l'exposant de ce nombre. sinon, a la même action que la touche NEG. C [+/−]	2-8
+⁄−	Fait passer le curseur de son style superposition à sa forme de croix inversée. ... DRAW p.3 +⁄− ... AUTO p.3 +⁄− O [◀] [GRAPH] p.3 +⁄−	18-21
+1−1	Ajoute et soustrait 1. O [◀] [EQUATION] [◀] RULES +1−1	22-14
−	Soustrait deux objets. A [−]	9-3
−( )	Affectue un double signe moins et distribue. O [◀] [EQUATION] [◀] RULES −( )	22-17
*	Multiplie deux objets. A [×]	9-3
*1	Multiplie par 1. O [◀] [EQUATION] [◀] RULES *1	22-14
/	Divise deux objets. A [÷]	9-3
⁄1	Divise par 1. O [◀] [EQUATION] [◀] RULES ⁄1	22-14
^	Elève un nombre à la puissance spécifiée. A [y^x]	9-3
^1	Elève à la puissance 1. O [◀] [EQUATION] [◀] RULES ^1	22-14
<	Comparaison « inférieur à ». [PRG] TEST p.2 < F [α] [◀] [2]	26-2

G

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
≤	Comparaison « inférieur ou égal à ». PRG TEST p.2 ≤ F α ◀ 3	26-2
>	Comparaison « supérieur à ». PRG TEST p.2 >` F α ▶ 2	26-2
≥	Comparaison « supérieur ou égal à ». PRG TEST p.2 ≥ F α ▶ 3	26-2
=	Fonction « égal à ». A ◀ =	8-6
==	Comparaison d'égalité. PRG TEST p.2 == F α ◀ 1	26-2
≠	Comparaison « différent de ». PRG TEST p.2 ≠ F α ◀ 0	26-2
α	Active/désactive le mode de saisie alphabétique. O α	2-9
{}	Active/désactive les parenthèses implicites. O ◀ EQUATION ◀ {}	16-11
" "	Renvoie l'équation dans la pile sous la forme d'une chaîne. O ◀ EQUATION ▶ " "	16-3
°	Degré, angle dans le plan ($2{,}77777777778 \times 10^{-3}$). U ◀ UNITS p.3 ANGL °	D-6
!	Factorielle. MTH PROB ! F α ◀ DEL	9-13

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
$\int$	Intégrale. A ▶ ∫	23-11
∂	Dérivée. A ▶ ∂	23-1
Ω	Ohm, unité de résistance électrique (1 $kg \cdot m^2/A^2 \cdot s^3$). U ◀ UNITS p.2 ELEC Ω	D-6
%	Renvoie le pourcentage du niveau 2 par rapport au niveau 1. A MTH PARTS p.2 %	9-7
π	Constante symbolique π (3.14159265359). F ◀ π	9-15
Σ	Sommation. F ▶ Σ	23-5
$\Sigma+$	Ajoute un point de données à la matrice située dans ΣDAT. C ◀ STAT Σ+	21-2
$\Sigma-$	Soustrait un point de données de la matrice située dans ΣDAT. C ◀ STAT ◀ Σ+	21-4
$\sqrt{}$	Renvoie la racine carrée de l'objet du niveau 1. A √x	9-3
|	Ajoute un nom local ou une variable d'intégration et sa valeur à l'expression évaluée. F ◀ ALGEBRA p.2 |	22-27
1/( )	Effectue une double inversion et distribue. O ◀ EQUATION ◀ RULES 1/( )	22-17
12/24	Passe du format 12 heures au format 24 heures, et vice versa. O ◀ TIME SET 12/24	24-2

G

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
(( ))	Parenthèses rapprochées. O ◀ EQUATION ◀ RULES (( ))	22-16
(←	Développe la sous-expression vers la gauche. O ◀ EQUATION ◀ RULES (←	22-16
▶ (←	Exécute (← jusqu'à ce que la sous-expression ne change plus. O ◀ EQUATION ◀ RULES ▶ (←	22-19
→( )	Distribue une fonction préfixe. O ◀ EQUATION ◀ RULES →( )	22-17
→)	Développe une sous-expression vers la droite. O ◀ EQUATION ◀ RULES →)	22-16
▶ →)	Exécute →) jusqu'à ce que la sous-expression ne change plus. O ◀ EQUATION ◀ RULES ▶ →)	22-19
←→	Commute des arguments. O ◀ EQUATION ◀ RULES ←→	22-16
→	Crée des variables locales. C ▶ →	25-13
◀	Touche shiftée-gauche. O ◀	2-6
▶	Touche shiftée-droite. O ▶	2-6
◀	En l'absence de ligne de commande, élimine l'objet du niveau 1.	3-5
	En ligne de commande, supprime le caractère situé à la gauche de curseur. O ◀	2-7
	Supprime le contenu du niveau de pile en cours. O ... ↑STK ◀	3-12

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
▲	En l'absence de ligne de commande, ou avec une ligne de commande à ligne unique : active la pile interactive.	3-10
	En ligne de commande à plusieurs lignes : remonte le curseur d'une ligne.	3-16
	En pile interactive : remonte le pointeur d'un niveau.	3-12
	Dans l'environnement graphique : remonte le curseur d'un pixel.	18-21
	En mode défilement : remonte la fenêtre d'un pixel.	16-3
	Dans l'application MatrixWriter : remonte le curseur de cellule d'une ligne.	20-7
	Dans l'application EquationWriter : commence le numérateur.	16-3
	Dans l'environnement de sélection : remonte le curseur d'un objet.	22-12
	Dans les catalogues : remonte le pointeur d'une entrée. O ▲	
↩ ▲	Dans les catalogues : déplace le pointeur d'une page vers le haut.	
	En pile interactive : déplace le pointeur de 4 niveaux vers le haut. O ↩ ▲	3-12

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
▶▲	En ligne de commande à plusieurs lignes : place le curseur sur la ligne supérieure.	3-16
	En pile interactive : place le pointeur sur le niveau de pile de numéro le plus élevé.	3-12
	Dans l'environnement graphique : place le curseur sur le bord supérieur de *PICT*.	18-21
	Dans l'application MatrixWriter : place le curseur de cellule sur l'élément le plus haut de colonne en cours.	20-7
	Dans l'environnement de sélection : place le curseur sur l'objet le plus haut.	22-13
	Dans les catalogues : place le pointeur au début de la liste.	
	O ▶▲	
▼	En l'absence de ligne de commande ou avec une ligne de commande à ligne unique : active l'éditeur approprié.	3-7
	En ligne de commande à plusieurs lignes : descend le curseur d'une ligne.	3-16
	En pile interactive : descend le pointeur d'un niveau.	3-12
	Dans l'environnement graphique : descend le curseur d'un pixel.	18-21
	En mode défilement : descend la fenêtre d'un pixel.	16-3
	Dans l'application MatrixWriter : descend le curseur de cellule d'une ligne.	20-7
	Dans l'application EquationWriter : termine la sous-expression.	16-3
	Dans l'environnement de sélection : descend le curseur d'un objet.	22-12
	Dans les catalogues : descend le pointeur d'une entrée.	
	O ▼	

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
◀▼	Dans les catalogues : déplace le pointeur d'une page vers le bas.	
	En pile interactive : descend le pointeur de 4 niveaux.	3-12
	O ◀▼	
▶▼	En ligne de commande à plusieurs lignes : place le curseur sur la ligne inférieure.	3-16
	En pile interactive : place le pointeur sur le niveau 1.	3-12
	Dans l'environnement graphique : place le curseur sur le bord inférieur de *PICT*.	18-21
	Dans l'application MatrixWriter : place le curseur sur le dernier élément de la colonne en cours.	20-7
	Dans l'application EquationWriter : termine toutes les sous-expressions.	16-3
	Dans l'environnement de sélection : place le curseur sur l'objet le plus bas.	22-13
	Dans les catalogues : place le pointeur à la fin de la liste.	
	O ▶▼	

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
◀	En l'absence de ligne de commande : introduit l'environnement graphique.	18-20
	En ligne de commande : déplace le curseur d'un caractère vers la gauche.	3-16
	Dans l'environnement graphique : déplace le curseur d'un pixel vers la gauche.	18-21
	En mode défilement : déplace la fenêtre d'un pixel vers la gauche.	16-3
	Dans l'application MatrixWriter : déplace le curseur de cellule d'une colonne vers la gauche.	20-7
	Dans l'application EquationWriter : active l'environnement de sélection.	22-12
	Dans l'environnement de sélection : déplace le curseur d'un objet vers la gauche. O ◀	22-12
↰◀ (↰GRAPH)	Dans l'application EquationWriter et dans l'environnement graphique : appelle le mode défilement. O ↰◀ (↰GRAPH)	16-3 18-22
↱◀	En ligne de commande : place le curseur au début de la ligne en cours.	3-16
	Dans l'environnement graphique : place le curseur sur le bord gauche de *PICT*.	18-21
	Dans l'application MatrixWriter : place le curseur de cellule sur le premier élément de la ligne en cours.	20-7
	Dans l'environnement de sélection : place le curseur sur l'objet le plus à gauche. O ↱◀	22-13

Nom, touche, ou libellé	Description, type, touches	Page
▶	En l'absence de ligne de commande : permute les objets des niveaux 1 et 2.	3-4
	En ligne de commande : déplace le curseur d'un caractère vers la droite.	3-16
	Dans l'environnement graphique : déplace le curseur d'un pixel vers la droite.	18-21
	En mode défilement : déplace la fenêtre d'un pixel vers la droite.	16-3
	Dans l'application MatrixWriter : déplace le curseur de cellule d'une colonne vers la droite.	20-7
	Dans l'application EquationWriter : termine la sous-expression.	16-3
	Dans l'environnement de sélection : déplace le curseur d'un objet vers la droite.	22-12
	O ▶	
↱▶	En ligne de commande : place le curseur à la fin de la ligne en cours.	3-16
	Dans l'environnement graphique : place le curseur sur le bord droit de *PICT*.	18-21
	Dans l'application MatrixWriter : place le curseur de cellule sur le dernier élément de la ligne en cours.	20-7
	Dans l'application EquationWriter : termine toutes les sous-expressions.	16-3
	Dans l'environnement de sélection : place le curseur sur l'objet le plus à droite.	22-13
	O ↱▶	

Index

Caractères spéciaux

témoins, 2-3, 2-6
α témoin, 1-11, 2-3, 2-8
((•)) témoin, 1-51, 2-3, 24-7, A-3, A-6
⧖ témoin, 2-3
≫ témoin, 2-3
1USR témoin, 2-3, 15-6
RadZ témoin, 11-2, 12-3
RadRad témoin, 11-2, 12-3
curseur, 3-9
curseur, 3-9
@, arobas, 3-15, 25-12
∠ caractère
  nombres complexes, séparateur, 11-6
  séparateur des nombres complexes, 4-2, 11-2
  séparateur des vecteurs, 12-3
= caractère, 1-24, 8-6, 17-3, 18-4
& caractère joker, 22-26, 34-18
... caractère, A-4
▒ imprimé sur une HP 82240A, 32-2
délimiteur, 4-3, 14-1
_ délimiteur, 4-9, 13-2
' ' délimiteurs
  expressions algébriques, 1-21, 1-26, 4-6, 8-1
  noms, 4-5
" " délimiteurs, 4-7
( ) délimiteurs, 4-2
[ ] délimiteurs, 4-4
{ } délimiteurs, 4-7
« » délimiteurs, 4-6
:: délimiteurs, 4-8
C# délimiteur, 4-7
π
  constantes symboliques, 1-21, 9-9, 9-15, A-4
  en conversions de fractions, 9-5
  précision, 9-9
  saisie, 9-9
  valeur numérique, 1-21, 9-9, A-4
Σ. *Voir* Sommations
ΣDAT
  avec Plot, 19-22
  effacement, 21-2
  paramètres statistiques, 21-2
  taille, 21-21
  variable réservée, 6-2
ΣPAR
  avec Plot, 19-22
  paramètres statistiques, 21-24
  variable réservée, 6-2
|. *Voir* Where, Fonction

A

Accents
  comment les introduire, 2-11
Accolades. *Voir* Délimiteurs

Accuser réception d'alarmes, 24-7
ADJST, menu, 24-4
Affichage. *Voir* Affichage de la pile, Affichage graphique
  effacement, 29-20
  format compact, 15-12
  format des nombres, 1-23, 2-15
  gel, 29-4
  impression, 32-4
  ligne de commande, 2-4
  montre l'horloge, 24-1
  niveaux de la pile, 2-4
  nombre de décimales, A-3
  numéros de zones, 29-4
  organisation, 2-1
  régler le contraste, 1-5
  témoins, 2-2
Affichage de la pile
  comment y revenir, 1-10, 2-7, A-1
  organisation, 2-1
  visualisation, 19-30
Affichage graphique
  activation, inactivation, 1-36, 18-20
  effacement, 18-16, 18-22, 19-24
Affichage, modes
  changement, 2-15
  contrôle du format des nombres, 2-15
Aides à la frappe, 15-2
Ajustement de courbe, 21-12, 21-15
A la ligne, 25-6, 29-5
Alarmes
  accuser réception, 24-7
  actions, 24-9, 24-11
  ALRMDAT, 24-12
  ALRM menu, 24-11
  arrêt de la répétition, 24-9
  aucune réponse nécessaire, 24-9
  catalogue, 24-12, 24-14
  contrôle de la tonalité, 24-8
  copie dans la pile, 24-14, 24-16
  dans les programmes, 24-15
  de contrôle, 24-4, 24-8
  définition, 1-50
  de rendez-vous, 24-4, 24-5
  échues, 24-7
  évaluation d'objets, 24-9, 24-11
  examen, 24-12
  exécution d'actions, 24-4
  les passer en revue, 24-5
  menu TIME, 24-10
  modification, 24-12
  numéro d'index, 24-9, 24-16
  options d'affichage, 24-14
  purge, 24-12
  rappel d'objets d'action, 24-11
  reconnaissance, 1-51
  réglage, 24-5, 24-8, 24-16
  répétition, 24-5, 24-8, 24-9
  sans réponse, 24-7
  sauvegarde, 24-7
  suppression, 24-16
  suppression de la répétition, 24-9
  témoin, 1-51, 24-7
  types, 24-4
Alarmes de contrôle, 24-8. *Voir aussi* Alarmes
Alarmes de rendez-vous, 24-5. *Voir aussi* Alarmes
  reconnaissance, 1-51
  témoin, 1-51

Alarmes échues, 24-7
ALGEBRA, menu, 22-8, 22-11
Algèbre
  afficher des variables cachées, 22-7
  développement des termes, 22-9
  développer les termes, 1-29
  équations quadratiques, 22-3
  fonction de recherche, 22-27
  menu RULES, 22-14
  modes de saisie, 3-17
  rassembler les termes, 1-29
  ré-arrangement des équations, 1-29, 22-8, 22-11, 22-25
  regrouper les termes, 22-9
  solutions générales, 22-5
  solutions principales, 22-5
  solutions symboliques, 1-24, 22-1
  transformations Rules, 22-11
  transformations-utilisateur, 22-25
Algébrique
  modes de saisie, 3-16
Algébrique/Mode de saisie de programme, mode, 3-17
ALG témoin, 2-3, 25-11
Alpha—mode de saisie, 2-8
ALRMDAT, 6-2, 24-12
ALRM menu, 24-11
Analyse de fonctions, 1-38, 18-27, 18-34, 18-35, 18-36
Angles
  calculs, 24-19
  conversion, 9-11
  en format HMS, 24-19
  format HMS, 9-11
  unités sans dimension, 13-12, 13-15
Animation, 31-50
Annuler
  les touches utilisateur, 15-9
Apostrophes. *Voir* Délimiteurs
Applications, 29-22
Application Units, 13-1
Approprié
  environnement approprié pour correction, 3-8
Arcs, 19-26
Arguments
  Bad argument type, A-5
  dans la pile, 1-6, 3-2
  définition, 1-6
  multiples, 3-3
  plusieurs, 1-6
  rappel des derniers, 3-6
  symboliques, 1-27, 9-19
  syntaxe algébrique, 8-1
  syntaxe de la pile, 1-6, 1-19, 3-2
  syntaxe d'expression algébrique, 1-21
  trop peu d'arguments, message, A-5
Arguments d'un programme
  les vérifier, 31-31
Arithmétique
  avec des angles, 24-19
  avec des dates, 24-17, 24-18
  avec des unités, 1-46
  avec les tableaux, 20-10
  avec les unités, 13-14, 13-19
  avec les variables, 6-10
  avec tableaux complexes, 20-14
  comparaison avec le HP 41, F-1, F-5
  fonctions, 9-3
Armement des indicateurs, 15-13

Arrêter des programmes, 25-22, 25-23
Arrondir des nombres, 9-15
ASCII mode, 33-5
Assistance calculateurs. *Voir couverture intérieure arrière*
Attendre
  affichage des résultats, 29-18
  de frappes, 29-14, 29-15
Attention, 1-3, 2-6
Auto-test, A-12
Axes
  changement d'échelle, 18-24
  étiquetage, 18-21
  intersection, 19-3
  libellés, 19-3, 19-22
  mise à l'échelle, 1-36, 18-9

B

b (marqueur de base), 4-3, 14-1
Bad arguments
  type d'argument incorrect, A-5
BAR, tracés
  de Plot, 19-13, 19-21
  description, 21-14
  en statistiques, 21-16
  libellés des axes, 19-22
  résolution, 19-4
Base (binaire)
  affichage, 14-1
  définition, 14-2
  frappe, 14-3
  options, 4-3, 14-1, 14-2
BASE, menu, 14-2, 14-4
Bessel, fonctions, 31-36
Bips
  contrôle, 15-12
  utilisation en programmation, 29-13
Blocs, 19-22, 21-19, 25-5
Blocs (BINS), 21-10
Boîtes
  dessin, 19-23, 19-26
Boucle « while », 27-12
Boucles « do », 27-10
Boucles « for », 27-6, 27-8
Boucles « start », 27-2, 27-4
Branchements avec « cas », 26-7
Branchements avec « if », 26-5, 26-6, 26-7, 30-4, 30-5
BRCH, menu, 26-5, 27-1
Break (série), 33-22

C

C‡ délimiteur, 4-7
Câble série, 32-9, 33-11, 33-23
Calcul
  dérivées, 23-1, 23-4
  dérivées de fonctions-utilisateur, 23-4
  dérivées-utilisateur, 23-4
  intégrales, 23-11, 23-15
  polynômes de Taylor, 23-8, 31-38
  sommations, 23-5
Calculateur
  caractéristiques, 1-2
  comparé avec le HP 41, F-1
  environnement, A-6
  fonctionnement général, 1-5
  l'allumer, 1-5
  l'éteindre, 1-5, 29-25
  ne s'allume pas, A-2, A-11
  problèmes d'utilisation, A-3
  questions sur l'utilisation, A-3
  résolution des problèmes, A-1
  service de réparations, A-2
  support. *Voir couverture intérieure arrière*

test, A-11, A-12, A-13, A-14, A-15, A-16
type de piles, A-7
Calculs en série, 1-19, 3-3
Caractères
accumulation dans l'imprimante, 32-8
annulation du remappage, 32-2
avec leurs accents, 2-11
codes, 4-12, 4-14, C-1
contrôle, 32-8, 32-11
dans les chaînes, 4-7
diagramme du clavier alpha, 2-9
impression, 32-5, 32-7
liste, C-1
majuscules et minuscules, 2-8, 2-10
nombre dans la ligne d'impression, 32-11
non imprimables, 32-2
non présents sur le clavier alpha, 32-7
ré-implantation, 32-11
remapper, 32-12
remapper/réimplanter, anciennes imprimantes, 32-2
saisie, 1-11, 2-8, C-1
taille dans les objets graphiques, 19-29
traduction, I/O, 33-6
traductions « anti-slash », 33-8
Caractères accentués, 2-11
Caractères de contrôle, 32-8
Carte RAM
initialisation, 34-7
languette de protection en écriture, 34-5
protection de la mémoire, 34-6
retrait, 34-7
Cartes d'applications
augmentation de la ROM, 34-1
bibliothèques sur ROM, 34-21
expansion de la mémoire morte, 5-1
installation, 34-2, 34-5
retrait, 34-7
utilisation, 34-10
Cartes enfichables. *Voir* Cartes d'applications, Cartes RAM, RAM, cartes
applications, 5-1, 34-1
augmentation de la RAM, 34-2
augmentation de la ROM, 34-1
environnement, A-6
expansion de la mémoire morte, 5-1
expansion de la mémoire vive, 5-1
installation, 34-2, 34-5
non approuvées, 34-2
nouvelles cartes RAM, 34-3
retrait, 34-7
Cartes RAM
augmentation de la mémoire-utilisateur, 34-2, 34-11, 34-15
en tant que mémoire fusionnée, 34-9, 34-15
en tant que mémoire indépendante, 34-9, 34-16
installation, 34-5
languette de protection en écriture, 34-14

libération, 34-12, 34-13
libération avant retrait, 34-8, 34-12
nouvelles, 34-3
pile (remplacement), A-9
piles (première installation), 34-3
piles (préservant leur mémoire), 34-9
placement d'objets dans, 34-13
pour objets de sauvegarde, 34-15
protection de la mémoire, 34-14, 34-15
restaurer la mémoire, 34-20
sauvegarde mémoire, 34-19
test, A-14
transfert d'objets, 34-19
type de piles, A-7
types de mémoire, 34-9, 34-11, 34-19
Cartes ROM. *Voir* Cartes d'applications
Catalogue
statistiques, 21-7
Catalogue d'équations
affiche les équations, 17-6, 17-8, 18-6
création d'une liste d'équations, 17-27, 18-19
opérations, 17-8
personnalisation, 17-26
Catalogue des alarmes, 24-12, 24-14
Catalogue Review, 6-7
Catalogues
alarmes, 24-12, 24-14
Equation, 17-26
équations, 17-6, 17-8, 18-6
Review, 6-7
statistiques, 21-6, 21-7
Centre
d'un graphe ou tracé, définition, 18-10
Cercles, 19-14, 19-23, 19-26
Chaînes
action dans les programmes, 25-2
chaînes comptées, 4-7
combinaison, 4-13
comme résultats des programmes, 29-17
conversion d'objets en, 4-18
créées à partir d'expressions algébriques, 16-3
dans les menus-utilisateur, 15-2
délimiteurs, 4-7
envoi vers un port série, 33-21
exécution, 4-15
impression, 32-5
numéro de type d'objet, 4-19
remplacement de caractères, 4-17
saisie convertie en, 29-6
sous-chaînes, 4-15, 4-18
taille, 4-17
type d'objet, 4-7
Chemins
description, 7-2
évaluation, 7-5
rappel, 7-3
répertoires, 7-2
Chemins de répertoire. *Voir* Répertoire en cours
Clavier
alpha, 1-11, 2-5, 2-8. *Voir aussi* Clavier alpha
annuler la redéfinition des touches, 15-9
bloqué, 15-11, A-11

comparaison avec le HP 41, F-1
dans les programmes, 29-15
diagramme des touches alpha, 2-9
EquationWriter, 16-2
espace arrière, 1-8, 2-7
fonctions mathématiques, 9-3
frappes mises en attente, 2-3
inactivation des touches utilisateur, 15-9
introduction, 1-3
liste de libellés, 1-4
organisation, 2-5
pile interactive, 3-13
principal et shifté, 2-5
programmes, 29-14
redéfinition des touches, 15-6
saisie de caractères, 1-11, 2-8
saisie de délimiteurs, 1-12, 2-12
saisie de nombres, 2-7
saisie d'objets, 1-12, 2-12
six niveaux, 2-5
test du fonctionnement, A-13
touches de menu, 2-12
touches shiftées, 2-5, 2-6
touches utilisateur, 15-5
Clavier alpha
caractères accentués, 2-11
diagramme, 2-9
fonctionnement, 2-5, 2-8
opération, 1-11
verrouillage, 1-11
verrouillage automatique, 29-9
verrouillage en minuscules, 2-10
verrouillage pour frappe de lettres, 2-10
verrouillé automatiquement, 15-13
Code de traduction
choix, 33-6
définition, 33-4, 33-24, 33-25
HP 48—ordinateur, 33-12
Code de transcodage
imprimante série, 32-10
Codes de caractères, 4-12, 4-14
annulation de remappage, 32-2
changés en caractères, C-1
impression, 32-7
liste, C-1
obtenus à partir des caractères eux-mêmes, C-1
ré-implantation, 32-11
remapper, 32-12
remapper/ré-implanter, anciennes imprimantes, 32-2
traductions « anti-slash », 33-8
Combinaisons de *n*, 9-13
Commandes. *Voir Annexe G*
comparaison avec le HP 41, F-2, F-6
conversion en fractions, 9-4
dans les menus-utilisateur, 15-2
dans les programmes, 25-2
HP 48—HP 48, I/O, 33-10
HP 48—ordinateur I/O, 33-14
liste, G-1
mathématiques courantes, 9-3
numéro de type d'objet, 4-19
ordinateur—HP 48 I/O, 33-14
règles générales, 1-5
sous-ensemble des opérations, 4-10

sous-ensembles des fonctions, G-1
sur le clavier, 1-4
syntaxe de la pile, 1-19, 3-2
type d'objet, 4-12
Commandes conditionnelles, 26-5, 26-6, 26-7
Commandes de probabilité. *Voir* Statistiques
Commandes de test
combinaison de résultats, 26-3
dans les structures conditionnelles, 26-1, 26-5
dans les structures de boucles, 27-10, 27-12
fonctions de comparaison, 26-2
fonctions logiques, 26-3
résultats, 26-1, 26-2
syntaxe de la pile, 26-1
syntaxe d'expression algébrique, 26-1
test d'indicateurs, 28-2
types, 26-1
Commandes intégrées. *Voir* Commandes, Fonctions
Commentaires, 3-15, 25-12
Complément à deux, 14-3
Complexe conjugué, 6-11
Compteurs
incrément négatif, 27-5, 27-9, 27-13
pas, 27-13
structures de boucles, 27-2, 27-5, 27-7, 27-9
CONIC, tracés, 19-2, 19-4, 19-13, 19-14
Conjugué, 6-11, 11-11, 20-15
Conjugué complexe, 11-11, 20-15
Constantes. *Voir* Constantes symboliques
Constantes intégrées. *Voir* Constantes symboliques
Constantes symboliques
π, 1-21, 9-9
effet des indicateurs, 15-14
évaluation, 9-16, 9-17
indicateurs, 9-17
noms, 9-15
valeurs numériques, 9-16
Continuer l'exécution, 25-23, 29-5
Contraste (affichage), 1-5
Conversion
affichage de la pile en objets graphiques, 19-30
caractères pendant I/O, 33-6
de dates en chaînes, 24-17
de dates en nombres, 24-17
de décimales en HMS, 9-11, 24-19
degrés en radians, 9-11
d'entiers binaires en nombres réels, 14-5
d'expressions algébriques en chaînes, 16-3
d'expressions algébriques en objets graphiques, 16-3
d'objets en objets graphiques, 19-29
HMS en décimal, 9-11, 24-19
nombre complexe en nombre réel, 11-11
nombres complexes en nombres réels, 11-12
nombres en fractions, 9-4
nombres réels en nombres complexes, 11-12

pixels en unités-utilisateur, 19-9, 19-26
radians en degrés, 9-11
réel en binaire, 14-5
tableaux complexes en tableaux réels, 20-15
tableaux réels en tableaux complexes, 20-15
unités, 1-47, 13-8, 13-9, 13-10, 13-11
unités de température, 13-18
unités of angle, 13-12
unités-utilisateur en pixels, 19-9, 19-26
Coordonnées des pixels, 19-8
Coordonnées en unités-utilisateur, 19-8
Coordonnées (tracé), 19-8, 19-26
Correction
annulation des changements, 3-7
des objets de la pile, 3-7
de variables, 3-7
variables, 6-6
Correction du résidu, 20-19
Corrélation (statistiques), 21-13
Corriger
les redéfinitions des touches utilisateur, 15-10
une erreur, A-1
Covariance (statistiques), 21-11
Crochets. *Voir* Délimiteurs
CST, 6-2, 15-1
CST, menu, 15-1. *Voir aussi* Menus personnalisés
CTRL menu, 25-24
Cumuls
en statistiques, 21-21
Curseur de remplacement, 3-9
Curseur d'insertion, 3-9
Curseur (graphique)
définition du style, 18-21
fixer sa position, 18-22
mise en position, 18-21
placement, 1-38
Curseur (ligne de commande), 3-9, 29-8

D

d (marqueur de base), 4-3, 14-1
Date
affichage, 1-50, 15-12, 24-2
calculs, 24-17
changement de format, 1-49, 24-2
conversion en une chaîne, 24-17
conversion en un nombre, 24-17
définition, 1-49, 24-2
options de format, 24-1
Débit
définition, 33-4
imprimante série, 32-10
Débit, en bauds
définition, 33-25
HP 48—ordinateur, 33-11
Debugging (débogage), 25-22
Décalage arithmétique (entiers binaires), 14-5
Décimales, 2-15
Défilement
dans l'environnement graphique, 18-21
sous EquationWriter, 16-2, 16-3, 16-4
Définir
des fonctions-utilisateur à partir d'équations, 1-40

Définition
fonctions-utilisateur à partir d'équations, 10-1
variables issues d'équations, 6-3
variables provenant d'équations, 8-6
Degrés de liberté, 21-22
Degrés, mode, 9-8
Délimiteurs
évitent l'évaluation des noms, 6-7
liste des objets, 1-13
( ) pour nombres complexes, 4-2
objet graphique, 19-27
pour entiers binaires, 4-3, 14-1
' ' pour expressions algébriques, 1-21, 1-26, 8-1
" " pour les chaînes, 4-7
' ' pour les expr. algéb., 4-6
[ ] pour les matrices, 20-1
' ' pour les noms, 4-5
_ pour les objets-unités, 4-9
« » pour les programmes, 4-6
[ ] pour les tableaux, 4-4, 20-1
[ ] pour les vecteurs, 20-2
{ } pour les listes, 4-7
( ) pour nombres complexes, 11-2, 11-3
:: pour les objets identifiés, 4-8
« » pour programmes, 25-1
DIR END pour répertoires, 7-7
_ pour les objets-unités, 13-2
[ ] pour vecteurs, 12-3, 12-4
saisie, 1-12, 2-12
Déplacer des objets dans la pile, 3-19
Déplacer et copier des objets de la pile, 3-11
Dérivées
dans l'environnement graphique, 18-28, 18-29, 18-36
de fonctions-utilisateur, 23-4
dérivées-utilisateur, 23-4
en une étape, 23-4
fonctions-utilisateur, 10-3
pas à pas, 23-1
règle de différentiation, 23-3
sous EquationWriter, 16-8, 23-2
syntaxe de la pile, 23-4
syntaxe des expressions algébriques, 23-1
variables « der », 6-2, 23-4
Dérivées-utilisateur, 23-4
Dernière ligne de commande
abandon, 15-12
Dernières lignes de commande
rappel, 3-18
Derniers arguments
défaire les changements à une variable, 6-10
rappel, 3-6
Désarmer
indicateurs, 15-13, 28-2
Descriptions de menus
ALGEBRA, 22-8, 22-11
arithmétique avec MEMORY, 6-10
CST, 15-1. *Voir aussi* Menus personnalisés
EDIT, 3-9
GRAPHICS, 18-21, 18-36

GRAPHICS FCN, 18-28
GRAPHICS ZOOM, 18-24
I/O, 33-18, 33-21
I/O SETUP, 33-4
LIBRARY, 34-24
MATRIX, 20-8
MEMORY, 5-2
MODES, 2-16, 15-11
MODES, personnalisation, 15-5
MTH, 9-1
MTH BASE, 14-2, 14-4
MTH HYP, 9-6
MTH MATR, 20-17
MTH PARTS, 9-7, 9-14
MTH PROB, 9-13, 21-21
MTH VECTR, 9-11, 12-3, 12-14
pile interactive, 3-11
PLOT, 18-7
PLOTR, 18-15, 19-5
PRG BRCH, 26-5, 27-1
PRG CTRL, 25-24
PRG OBJ, 4-12
PRG STK, 3-18
PRG TEST, 26-2
PRINT, 32-5
PTYPE, 19-13
RULES, 22-14
SOLVE, 17-11
SOLVE SOLVR, 17-12, 17-18, 17-25, 17-34
STAT, 21-5, 21-9, 21-12, 21-20, 21-21
STAT MODL, 21-13
TIME, 24-3, 24-10
TIME ADJST, 24-4
TIME ALRM, 24-11
TIME ALRM RPT, 24-11
TIME SET, 24-3
UNITS, catalogue, 13-2
UNITS, Catalogue, 13-8
UNITS, commande, 13-1
VAR, 6-7
Détecter les erreurs, 30-1
Déterminants, 20-18
Deux-points. *Voir* Délimiteurs
Développer les termes, 1-29, 22-9
Diagrammes circulaires, 31-43
Différentiation. *Voir* Dérivées
DIR, 7-7
Distribution de Khi carré, 21-22
Distribution de Student, 21-22
Distribution F de Snedecor, 21-22
Distribution normale, 21-22
Données statistiques. *Voir* Statistiques
  corrélation, 21-13
  covariance, 21-11
  dans ΣDAT, 21-2
  données de population, 21-9
  données échantillon, 21-9
  écart-type, 21-9, 21-11
  fréquences, 21-10, 21-19
  modèle, 21-12, 21-13, 21-15
  modification, 21-4
  moyenne, 21-9, 31-14
  placement dans la pile, 21-7
  probabilité à droite, 21-21
  probabilités, 21-21
  saisie, 21-2
  sommations, 21-21
  tests statistiques, 21-21
  tracé, 21-14
  types de tracé, 21-14
  utilisation de MatrixWriter, 21-3, 21-4, 21-5, 21-7
  variance, 21-10
Dupliquer les saisies de la pile, 3-5

E

E (dans les nombres), 1-20, 2-8, A-4
e (constantes symboliques), 9-15
Ecart-type, 21-9, 21-11
Echelle automatique, 18-11, 18-26
Effacer
  affichage, 29-20
  la pile, 1-7, 3-5
  mémoire, 5-3, A-2
  messages, A-1
  variables, 1-17, 6-9
Egalité, 8-6
Ellipses, 19-14
Entiers. *Voir* Entiers binaires, Nombres réels
Entiers binaires
  affichage, 14-2
  affichage personnalisé, 31-7
  bases, 14-1, 14-2
  bits affichés, 14-3
  bits affichés, bits pedus, 14-2
  bits perdus, 14-3
  calculs, 14-3
  comme coordonnées des pixels, 19-8
  comparaison, 26-3
  conversion, 14-5
  décalage, 14-5
  délimiteurs, 4-3, 14-1
  description, 14-1
  numéro de type d'objet, 4-19
  opérations logiques, 14-5
  représentant les indicateurs, 28-4
  représentation, 14-2
  rotation, 14-5
  saisie, 14-3
  taille de mot, 14-1, 26-3
  type d'objet, 4-3
Entrées/sorties. *Voir* I/O
Environnement, A-6
  opérations sur les pixels, 19-26
Environnement de sélection
  mode EquationWriter, 16-2, 16-3
  modification des sous-expressions, 16-19, 16-23
  transformations Rules, 22-12
Environnement graphique. *Voir PICT*
  activation, inactivation, 1-36
  ajout d'éléments, 19-23, 19-25
  analyse de fonction, 1-38
  analyse de fonctions, 18-27, 18-34, 18-35, 18-36
  cacher les labels de menu, 18-22
  connaître la position du curseur, 18-22
  description, 18-3
  disparition des labels de menus, 18-21
  effacement, 18-16, 18-22, 19-24
  effacement d'une région, 19-24
  entrée et sortie, 18-20
  identification des axes, 18-21
  marquage de la position, 18-21, 19-24
  mise en position du curseur, 18-21
  modes, 18-22
  obtenir la position du curseur, 1-38
  opérations, 18-20
  opérations de la pile, 19-27
  résoudre l'équation en cours, 1-38, 18-28

sauvegarde de zones, 19-27
superposition d'images, 19-27
zoom, 18-24, 18-36
Environnements
approprié, 3-11
catalogue d'équations, 17-6, 17-8
catalogue des alarmes, 24-12, 24-14
catalogue statistiques, 21-6, 21-7
EquationWriter, 16-2
graphique, 18-3, 18-20
lors de la modification d'objets, 3-7
MatrixWriter, 20-2
pile interactive, 3-10
sélection, 16-19, 22-12
sortie, 2-6
EQ
équation en cours, 17-2, 17-3, 18-2, 18-5
variable réservée, 6-2
Equation
préparation au traçage, 1-35
Equation en cours
dans *EQ*, 17-2
définition, 17-4, 18-5
in *EQ*, 18-2
menu de variables, 1-31, 17-12, 17-34
modification, 17-11, 18-7
plusieurs racines, 17-17
préparation à la résolution, 1-31
résolution, 1-32, 1-38, 17-12, 17-13, 18-28
spécification, 17-5
un programme la remplace, 17-31
vérification, 17-3, 18-5
Equations. *Voir* Expressions algébriques
approximations polynomiales, 22-3, 23-8, 23-14
catalogue, 1-34, 1-40, 17-6, 17-8
comparées aux expressions, 1-24, 8-6, 17-3, 18-4
création de fonctions-utilisateur, 1-40, 10-1
création de variables à partir d'-, 6-3, 8-6
définition, 1-24, 8-6, 17-3, 18-4
évaluation. *Voir* Expressions algébriques
modification. *Voir* Expressions algébriques
pente, 18-28, 18-29, 18-36
plusieurs racines, 1-33, 17-17
points critiques, 1-38, 18-28
quadratiques, 22-3
ré-arrangement, 1-29, 22-8, 22-11, 22-25
résolution de plusieurs équations, 17-27
résolution de systèmes linéaires, 20-13, 20-19, 20-20
résolution numérique, 1-31, 1-38, 17-1, 17-12, 18-28
résolution par graphique, 1-38, 18-28
résolution symbolique, 1-28, 22-1, 22-2, 22-3
saisie. *Voir* Expressions algébriques
scission, 4-13
servant d'arguments aux fonctions, 8-6
solutions générales, 22-5

solutions principales, 22-5
tracé, 1-36, 18-1
tracé des deux côtés, 18-18, 19-13
tracés de plusieurs, 18-19
Equations linéaires, 20-13, 20-19, 20-20
EquationWriter
création d'équations sous, 1-24, 16-4
création d'objets-unités, 13-5, 16-10
description, 16-2
environnement de sélection, 16-2, 16-3, 16-19, 16-23, 22-12
examen d'expressions algébriques, 16-23
examen d'objets-unités, 16-23
exemples, 16-12
insertion d'objets de la pile, 16-21
lancement, 16-4
mode de défilement, 16-2, 16-3, 16-4
mode de saisie, 16-2
modes, 16-2
modification des sous-expressions, 16-19
modification d'objets-unités, 16-24
modification en ligne de commande, 16-17, 16-19
modification expressions algébriques, 16-24
modification par recul du curseur, 16-16
opérations, 16-3
parenthèses implicites, 16-11
remplacement des sous-expressions, 16-23
saisie de dérivées, 16-8, 23-2
saisie de fractions, 16-5
saisie de la fonction de recherche, 16-10
saisie de nombres, 16-4
saisie de noms, 16-4
saisie de parenthèses, 16-7
saisie de puissances, 16-7
saisie de racines, 16-6
saisie de sommations, 16-9, 23-6
saisie d'exposants, 16-6
saisie d'intégrales, 16-8, 23-12
saisie d'opérateurs mathématiques, 16-4, 16-5
saisie d'unités, 16-10
saisie entre parenthèses, 16-7
sous-expressions, 16-19
transformations Rules, 22-12
Erreurs
actions dans les programmes, 30-2
affichage des messages, 30-2
analyse, 30-2
causes, 30-1
changement de variables, 6-10
contrôle du bip, 15-12
définies par l'utilisateur, 30-2
effacer la dernière, 30-2
erreurs Kermit, 33-18
interception, 30-4, 30-5
I/O série, 33-22
liste des messages, B-1
numéros, 30-2, B-1
rappel des messages, 30-2
série I/O, 33-21
structures conditionnelles, 30-4, 30-5
utilisateur, 30-1

Erreurs de syntaxe, A-1
Erreurs d'utilisation, A-1
Erreurs-utilisateur, 30-1, 30-2
E/S. *Voir* I/O
  test des ports, A-15, A-16
Espace arrière
  en ligne de commande, 3-16
  introduction, 1-3
  sous EquationWriter, 16-16
Estimations (HP Solve), 1-33, 17-17, 17-21, 17-23, 17-33
Evaluation. *Voir Types d'objets individuels*
  clause de tests, 26-5, 26-6, 26-7
  clauses de test, 27-11, 27-12
  constantes symboliques, 9-17
  de constantes symboliques, 9-16
  définition, 4-20
  des chemins de répertoire, 7-5
  des noms de variables, 6-4
  des objets de sauvegarde, 34-17
  de variables locales, 25-15
  d'expressions algébriques, 1-21, 1-30, 8-2, 8-3, 8-5
  évitée pour les noms, 6-7
Examen
  sous EquationWriter, 16-23
Exécution continue, 25-22
Exécution pas à pas, 25-22, 25-23, 25-24
Exemples de programmes
  affichage d'entiers binaires, 31-7
  animation d'un graphique, 31-50
  durée d'exécution, 31-5
  éléments maximum et minimum, 31-25
  fonctions de Bessel, 31-36
  fonctions inverses, 31-49
  impression automatique, 31-47
  moyenne statistique des données, 31-14
  nombres de Fibonacci, 31-2
  polynômes de Taylor, 31-38
  ré-arrangement d'expressions algébriques, 31-21
  tracé de diagrammes circulaires, 31-43
  tri, 31-14
  vérification des arguments, 31-31
Exposants
  format de l'affichage, 2-15
  sous EquationWriter, 16-6
Expression algébrique/mode de saisie de programme, 25-11
Expressions. *Voir* Algèbre
  comparées aux équations, 1-24, 8-6, 17-3, 18-4
  définition, 1-24, 8-6, 17-3, 18-4
  dérivées, 23-1, 23-4
  évaluation. *Voir* Expressions algébriques
  intégration numérique, 23-15
  intégration symbolique, 23-11
  modification. *Voir* Expressions algébriques
  résolution. *Voir* Equations
  saisie. *Voir* Expressions algébriques
  tracé. *Voir* Equations
Expressions algébriques. *Voir* Equations, Expressions

action dans les programmes, 25-2
comparaison, 26-3
comparées aux programmes, 8-2
délimiteurs, 1-21, 1-26, 4-6, 8-1
dérivées, 23-1, 23-4
éléments de tableau, 20-16
en structure de variable locale, 25-3, 25-13
en tant qu'objets graphiques, 16-3
évaluation, 1-21, 1-30, 4-20, 8-2, 8-3, 8-5
évaluation d'une étape, 8-3
examen sous EquationWriter, 16-23
fonctions, 9-1
fonctions de la pile, 1-27
insertion d'objets de la pile, 16-21
intégration numérique, 23-15
intégration symbolique, 23-11
mathématiques symboliques, 1-24
modification dans les programmes, 25-11
modification des sous-expressions, 16-19
modification en ligne de commande, 1-27, 16-17
modification par recul du curseur, 16-16
modification sous EquationWriter, 16-16, 16-24
nombres complexes, 11-8
numéro de type d'objet, 4-19
objets graphiques extraits, 19-29
objets-unités, 13-7
opérations à partir de la pile, 9-19
ordre de priorité des opérateurs, 8-5
ré-arrangement, 1-29
ré-arrangement de programmes, 31-21
remplacent des sous-expressions, 16-23
résolution numérique, 1-31, 1-38, 17-1, 18-28
résolution numériquement, 17-12
résolution par graphique, 1-38, 18-28
résolution symbolique, 1-28, 22-1
résultats numériques, 8-3, 8-4
résultats symboliques, 8-3
saisie, 1-21, 1-24, 1-26, 8-1, 16-4
scission, 4-15
simplification, 8-5
sous-expressions, 16-19
sous forme de chaînes, 16-3
test conditionnel, 26-7
tests, 26-3, 26-4
tracé, 18-1
type d'objet, 4-6
types, 1-24, 8-6, 17-3
valeurs numériques, 1-30, 8-2
Expressions symboliques. *Voir* Expressions, Expressions algébriques
afficher les variables cachées, 22-7
évaluation sélective, 22-7
ré-arrangement, 22-8, 22-11, 22-25

résolution symbolique, 22-2, 22-3
solutions générales, 22-5
solutions principales, 22-5
sous-expressions, 22-8
EXPR, valeur, 17-16
Extracteur de racines
dans l'environnement graphique, 18-35
dans les programmes, 31-49
interruption, 17-33
opération, 17-32
résultats intermédiaires, 17-34
Extremum
dans HP Solve, 17-20
d'un graphe, 1-38
d'un tracé, 18-28

F

Facteur de zoom, 18-24
Factorielles, 9-13
Faux (résultat de test), 26-1, 26-3
FCN, menu, 18-28
F, distribution, 21-22
fichiers
restauration de la mémoire, 33-16
Fichiers
choix de noms, 33-16
HP 48-ordinateur I/O, 33-12
sauvegarde mémoire, 33-14
Fin de ligne (I/O), 32-12
Finies, séries, 23-5
Fonction de recherche
sous EquationWriter, 16-10
Fonction Gamma, 9-13
Fonctions. *Voir Annexe G*, Fonctions-utilisateur
arguments symboliques, 9-19
arguments symboliques pour, 1-27
conversion d'angles, 9-11
conversion en fractions, 9-4
dans les expressions algébriques, 9-1
définies par l'utilisateur, 1-40, 10-1, 19-20
de pourcentage, 9-7
équations en tant qu'arguments, 8-6
exponentielles, 9-6
hyperboliques, 9-6
liste, G-1
logarithmique, 9-6
mathématiques courantes, 9-3
numéro de type d'objet, 4-19
parties de nombres, 9-14
sous-ensemble des commandes, 4-10
sous-ensembles des commandes, G-1
trigonométriques, 9-8, 13-15, A-4
type d'objet, 4-12
Fonctions analytiques, 4-10, G-1
Fonctions de comparaison, 26-2, 26-3
Fonctions de pourcentage, 9-7
Fonctions exponentielles, 9-6
Fonctions hyperboliques, 9-6
Fonctions logarithmiques, 9-6
Fonctions logiques, 14-5, 26-2, 26-3, 26-4
Fonctions trigonométriques, 9-8, 13-15, A-4
Fonctions-utilisateur
arguments, 1-40, 1-41, 10-1, 10-2

création, 1-40, 10-1
dérivées, 10-3, 23-4
description, 10-1
évaluation, 1-40, 10-2
imbriquées, 10-4
structure interne, 10-6, 25-17
tracé, 19-20
Fractions
conversion, 9-4
sous EquationWriter, 16-5
Frappe. *Voir* Clavier
Frappes
comme données pour un programme, 29-14
Frappes au clavier
mémorisées en liste d'attente, 2-3
Frappes de touches
comme saisie dans un programme, 29-15
Frobenius, norme de, 20-17
FUNCTION, tracés, 1-35, 18-1, 19-4, 19-13

G

Gamme d'affichage, 19-2
définition, 18-9
Gammes de tracé
préparation, 1-36
Garantie, A-17
Grades, mode, 9-8
GRAD témoin, 9-8
GRAPHICS FCN, menu, 18-28
GRAPHICS, menu, 18-21, 18-36
GRAPHICS, menu ZOOM, 18-24
Graphiques. *Voir* Environnement graphique, Tracés
Grecques, lettres, 2-5, 33-8, C-1
GROB, 19-27
Guillemets. *Voir* Délimiteurs

H

h (marqueur de base), 4-3, 14-1
HALT, témoin, 29-5, A-5
HALT témoin, 2-3, 25-22
Heure
affichage, 1-50, 15-12, 24-2
calculs, 24-18
changement de format, 1-49, 24-2
conversion de formats, 24-19
définition, 1-49
en tops, 24-19
format HMS, 24-19
options de format, 24-1
réglage, 24-2, 24-3
réglage dans des programmes, 24-4
temps écoulé, 24-20
HISTOGRAM, tracés
définition des blocs, 19-22
de Plot, 19-13, 19-21
description, 21-14
en statistiques, 21-18
résolution, 19-4
HMS, format
angles, 9-11
calculs de temps, 24-19
pour les angles, 24-19
HOME, répertoire
restauration, 34-20
sauvegarde, 33-14, 34-19
Horloge
affichage, 1-50, 15-12, 24-2
changement de format, 1-49, 24-2
menu TIME, 24-3
options de format, 24-1
réglage, 1-49, 24-2, 24-3

réglage dans des programmes, 24-4
tops, 24-4, 24-15, 24-19
HP 41 comparaison, F-1
%%HP, en-tête, 33-6, 33-23, 33-24
HP Solve
catalogue d'équations, 1-34, 17-6
chercher les valeurs, 1-32
chercher plusieurs solutions, 1-33
comparée à Plot, 17-22
définition de l'équation en cours, 17-4
description, 17-2, 17-32
équation en cours dans *EQ*, 17-2
équation suivante, 17-28
estimations, 1-33, 17-17, 17-23, 17-33
extracteur de racines numérique, 17-32
interpréter des résultats, 17-19
interruption, 17-33
mauvaises estimations, 17-21
menu SOLVR, 17-12, 17-18, 17-25, 17-34
messages, 17-3, 17-19
modification de l'équation en cours, 17-11
objets-unités, 1-48, 17-23
passer en revue les valeurs, 1-34, 17-18
plusieurs équations, 17-27
plusieurs racines, 17-17
préparation de l'équation, 1-31
rappel des valeurs, 17-13
recherche, rappel des valeurs, 17-18
résolution de l'équation en cours, 17-12
résolution de programmes, 17-3, 17-31
résultats intermédiaires, 17-34
solutions, 17-3
SOLVE, menu, 17-11
spécification de l'équation en cours, 17-5
stockage des valeurs, 1-31, 17-13, 17-18
trouver leurs valeurs, 17-13
types d'« équations », 17-3
variables de garde, 17-35
vérification de l'équation en cours, 17-3
vérification des solutions, 17-16
Humidité ambiante, A-6
Hyperboles, 19-14
HYP, menu, 9-6

I

i
constantes symboliques, 9-15
dans les expressions algébriques, 11-6, 11-8
Identification de bibliothèque, 34-23
Identifications de sauvegarde, 34-16, 34-17
IERR (incertitude d'intégration), 23-16, 23-21
Implanter un jeu de caractères (imprimante), 32-11
Impression
impression automatique, 31-47
vitesse, A-5

Imprimantes
fin de ligne, 32-12
impression automatique, 31-47
impression objets, 32-3
longueur de ligne, 32-12
tampon d'impression, 32-8
vitesse, A-5
Imprimantes à infrarouges
impression, 32-3
installation, 32-1
jeu de caractères ancien, 32-2
vitesse, A-6
Imprimantes série, 32-3, 32-9
Imprimer
accumulation des données, 32-8
affichage, 32-4
caractères, 32-5, 32-7
caractères de contrôle, 32-8
chaînes, 32-5
définition du délai d'attente, 32-7, 32-11
double inerligne, 32-7
fin de ligne, 32-9, 32-12
longueur de ligne, 32-12
objets, 32-3
objets graphiques, 32-5
pile, 32-4
PRTPAR, 32-11
régler le délai, 32-11
séquences d'échappement, 32-8
utilisation des piles, 32-4
variables, 32-4
vers un port série, 32-9
Inconnues (résolution), 17-13
Indicateurs
alarmes à répétition non re-programmées (−43), 24-9
armement, 15-13
comparaison avec le HP 41, F-14
comportement de contrôle, 28-1
connaissance de leur état, 28-4
constantes symboliques (−2), 9-17, 15-14
continuité de la courbe (−31), 18-15
contrôle des programmes, 28-1
définition des modes, 15-12
désarmement, 15-13
écrasement de RECV (−36), 33-9, 33-12, 33-16
état par défaut, E-1
exception de résultat infini, 20-20
format de données I/O (−35), 33-4
forme d'entier binaire, 28-4
impression à double interligne (−37), 32-7
les armer, 28-2
les désarmer, 28-2
les réinitialiser tous, A-2
mode complexe (−19), 11-3, 11-5, 11-12, 12-4, 12-5, 12-14
périphérique d'impression (−34), 32-10
périphériques, unités I/O (−33), 32-10
répétition d'alarmes non re-programmées (−43), 24-8
réponse aux alarmes sauvegardées (−44), 24-9

résultats numériques (−3), 6-4, 8-4, 9-9, 9-17
rétablir l'état, 28-4
saut de ligne (*Line-Feed* −38), 32-9
sauvegarde dans l'objet-sauvegarde, 34-20
sauvegarde des alarmes reconnues (−44), 24-7
sauvegarde sur ordinateur, 33-15
solution principale (−1), 22-6
stockage des états, 28-4
système, 28-1, 28-4, E-1
témoins, 28-2
test, 15-13, 26-2, 28-2
tonalité d'alarme (−57), 24-8
tracés de fonctions (−30), 18-18, 19-13
types, 28-1
unité I/O (−33), 33-4
utilisateur, 28-1, 28-4
verrouillage en mode alpha (−60), 15-13
verrouillage en mode User (−61), 15-6, 15-13
Intégrales
avec les polynômes de Taylor, 23-14
dans l'environnement graphique, 18-28, 18-36
IERR contient l'incertitude, 23-16, 23-21
incertitude numérique, 23-16, 23-19
la syntaxe de la pile, 23-12
numériques, 23-15
opération, 23-19
précision numérique, 23-16, 23-19
sous EquationWriter, 16-8, 23-12
symbolique, 23-11, 23-19
syntaxe de la pile, 23-16
syntaxe d'expression algébrique, 23-11, 23-16
Intégrales définies
numériques, 23-15
symboliques, 23-11
Intégration. *Voir* Intégrales
Intersections, 1-38, 18-28, 18-36
Introduire une nouvelle ligne, 1-42
Inverse
de fonctions, 22-2
des matrices, 20-11
de variables, 6-11
I/O
ASCII mode, 33-5
câblage série, 33-23
calculateurs avec IR, 33-17
code de traduction, 33-4, 33-6, 33-24, 33-25
code de transcodage, 32-10
commandes Kermit, 33-17, 33-18
commandes non-Kermit, 33-20
commandes pour ordinateur, 33-14
commandes série, 33-20
configuration local/local, 33-3
configuration local/serveur, 33-3
connexion ordinateur, 33-11
conversion de caractères, 33-6
débit, 32-10, 33-4, 33-25
définition des paramètres, 33-3
erreurs, 33-18, 33-21, 33-22
fichiers utilisés, 33-2

HP 48, commandes, 33-10
HP 48—HP 48, 33-2, 33-8
HP 48—ordinateur, 33-11, 33-12, 33-14
IOPAR, 33-25
menu, 33-18, 33-21
mode ASCII, 33-4, 33-23
mode binaire, 33-4, 33-5
mode de transfert, 33-5, 33-23
mode local, 33-3
modes de transfert, 33-4
nommer des fichiers, 33-16
options, ports, 33-4
paramètres pour imprimante série, 32-9
parité, 32-10, 33-4, 33-5, 33-25
piles, 33-12
ports infrarouges, 33-9
protection des variables, 33-9, 33-12, 33-16
protocole de transfert de fichiers Kermit, 33-1
régulation XON/XOFF, 32-10, 33-20
restauration de la mémoire, 33-16
sauvegarde mémoire, 33-14
tampon de réception, 33-22
tampon de réception des données, 33-21
total de contrôle, 33-4, 33-25
transfert de données, 33-1
types de données autorisés, 33-2
utilisation des piles, 33-9
vers un ordinateur, 33-2
XON/XOFF, régulation, 33-25
I/O, menu SETUP, 33-4
IOPAR, 6-2, 33-25
ISO 8859, C-1

J

Jokers
objets de sauvegarde, 34-18
transformations-utilisateur, 22-25, 22-26

K

Kermit
envoyer des commandes, 33-17
erreurs, 33-18
fichiers, 33-2
paquets, 33-17
protocole de transfert de fichiers, 33-1

L

Labels de menu. *Voir aussi* Libellés de menu
barre indique un sous-menu, 1-10, 2-13, 7-3
blanc, pour HP Solve, 1-31, 17-12
dans l'environnement graphique, 18-21, 18-22
introduction, 1-3
partie inférieure de l'affichage, 2-4, 2-12
personnalisés, 15-4
Languette de protection en écriture, 34-5, 34-14
LAST-MENU, 2-14
Last Stack
pas de sauvegarde, 15-12
« der », noms, 6-2, 23-4
LEFT, valeur, 17-16
Lettres
avec leurs accents, 2-11

majuscules et minuscules, 2-8, 2-10
Lettres majuscules
saisie, 2-8
Lettres minuscules
saisie, 2-8
Libération de mémoire fusionnée, 34-13
LIBRARY, menu, 34-24
Ligne de commande
commentaires, 3-15
correction d'erreurs, 2-7, 3-16
environnement pour modification d'objets, 3-8
fonctionnement, 1-7, 2-4, 3-15
insertion d'un objet de la pile, 3-14
insertion et remplacement, 3-9
introduction, 1-3
les arguments se logent dans la pile, 3-2
modes de saisie, 3-16
modifications, 1-8
pendant la saisie du programme, 29-8
plusieurs arguments, 1-6, 3-3
plusieurs objets, 3-15
saisie d'équations, 1-26
saisie d'objets, 2-12
suppression, 1-7, 2-6
touches curseur, 3-16
traitement, 3-16
utilisation sous EquationWriter, 16-17, 16-19
Lignes, 19-23, 19-26
Lignes de commande
rappel, 3-18
Listes
action dans les programmes, 25-2
combinaison, 4-13
création, 4-14
délimiteurs, 4-7
des noms des variables, 6-9
éléments, 4-14
évaluation, 4-20
mode de saisie, 3-17
numéro de type d'objet, 4-19
remplacement d'éléments, 4-15, 4-17
saisie, 2-12
scission, 4-15
sous-ensembles, 4-18
taille, 4-17
trouver des objets dans des, 4-15
type d'objet, 4-7

M

Majuscules
dans les unités, 13-4
saisie, 2-10
Mantisses, 2-15
Mapper (caractères d'imprimante), 32-12
Marque, 18-21, 19-24
Marque de fraction
changement, 15-12
changer le point en virgule, A-4
influence les nombres complexes, 11-2
nombres complexes, 11-9
MATH, menu. *Voir* MTH, menu

Matrices. *Voir* Tableaux
à une colonne, 20-2, 20-8
à une ligne, 20-2, 20-8
calculs, 20-11, 20-13
déterminants, 20-18
données statistiques, 21-1
inverses, 20-11, 20-20
norme de Frobenius, 20-17
normes, 20-17
redimensionnement, 20-18
singulières, 20-20
transposée, 20-18
type de tableau, 20-1
Matrice statistique, 21-2, 21-5, 21-6
MATRIX, menu, 20-8
MatrixWriter
données statistiques, 21-3, 21-4, 21-5, 21-7
insertion de colonnes, 20-8
insertion de lignes, 20-8
largeur des cellules, 20-4, 20-8
menu MATRIX, 20-8
modification de tableaux, 20-7
opération, 20-2
ordre de saisie des cellules, 20-8
saisie de tableaux, 20-3
saisie de vecteurs, 20-8
suppression de colonnes, 20-8
suppression de lignes, 20-8
visualiser les tableaux, 20-7
MATR, menu, 20-17
Maximum
dans HP Solve, 17-20
d'un graphe, 1-38
du tracé, 18-28
MAXR, 9-15
Mémoire
augmentation, 34-1, 34-2, 34-9, 34-11, 34-15
cartes enfichables, 5-1, 34-1
comparaison avec le HP 41, F-8
conditions, 5-4
définition de la mémoire morte, ou ROM, 5-1
définition de la mémoire-utilisateur, 5-1
définition de la mémoire vive ou RAM, 5-1
effacement, 5-3, A-2
expansion, 5-1
fusionnée. *Voir* Mémoire fusionnée
illustration, F-9
indépendante. *Voir* Mémoire indépendante
nettoyage automatique, 5-1, A-5
objets de sauvegarde, 34-15
out-of-memory, 5-5
protection, 34-6, 34-14, 34-15
quantité disponible, 5-2, A-3
récupération, 5-4, 34-8, 34-12
restauration à partir de l'ordinateur, 33-16
restauration à partir d'un objet-sauvegarde, 34-20
sauvegarde dans un objet-sauvegarde, 34-19
sauvegarde vers ordinateur, 33-14
somme de contrôle, 5-2
stockage d'objets, 1-14
totalisation de contrôle, 5-2
utilisée par les objets, 5-2

Mémoire fusionnée
augmentation, 34-15
pas de protection en écriture, 34-6, 34-14, 34-15
Mémoire indépendante
augmentation, 34-9
bibliothèques, 34-22
configuration, 34-16
objets de sauvegarde, 34-15
placement d'objets dans, 34-13
port 0, 34-10, 34-15
Mémoire insuffisante, 5-4
Mémoire-utilisateur
augmentation, 34-2, 34-9, 34-11, 34-15
description, 5-1
MEMORY, menu, 5-2
MEMORY, menu arithmétique, 6-10
Menu de Catalogue UNITS, 13-2, 13-8
Menu de commande UNITS, 13-1
Menu EDIT, 3-9
Menus. *Voir* Labels de menu, Libellés de menu, Touches de menu
affichage, 1-10, 2-13
affichage dans les programmes, 29-14, 29-21, 29-22
affichage différé, 29-14, 29-21
affichages dans les programmes, 29-20
de fonctions des bibliothèques, 34-24
des bibliothèques, 29-20
et la reprise des programmes arrêtés, 29-22
exécutant des programmes, 29-22
introduire des données dans les programmes, 29-21
labels blancs, 1-31, 17-12
labels dans l'affichage, 2-4
LAST-MENU, 2-14
liste des menus, D-1
menu précédent, 29-21
numéros, 29-20, 29-21, D-1
organigrammes, D-3
pages, 1-10, 2-13, 29-21
personnalisés, 15-1, 29-20, 29-21, 29-22
personnalisés, dans les programmes, 29-20, 29-21
pour ports d'enfichage, 34-17
rappel des numéros, 29-21
utilisation, 1-10, 2-15
utilisation en programmation, 29-20
Menus personnalisés
applications fondées sur des menus, 29-22
menu SOLVR, 17-25
unités, 13-10
unités-utilisateur, 13-22
Menus-utilisateur
actions dépendantes des objets, 15-2
aides à la frappe, 15-2
création, 15-1
labels personnalisés, 15-4
liste d'objets, 15-1
objets, 15-2
passage de l'un à l'autre, 15-3
peuvent exister dans chaque répertoire, 15-3
touches shiftées, 15-4
Menu VAR
affichage des répertoires, 7-3

Messages
affichés dans la zone d'état, 2-1
dans HP Solve, 17-3, 17-19
dans Plot, 18-5, 18-8
effacement, A-1
en statistiques, 21-1, 21-6, 21-11, 21-13, 21-19, 21-20
liste, B-1
mémoire insuffisante, 5-4
numéros, B-1, B-12
sollicitation, 29-2
Minimum
dans HP Solve, 17-20
d'un graphe, 1-38
du tracé, 18-28
MINR, 9-15
Minuscules
dans les unités, 13-4
noms de variables locales, 25-13
saisie, 2-10
Mise à l'échelle, 18-10, 18-24
Mise à l'échelle automatique, 1-36
Mise au point, 25-23
Mode
angle, changement, 9-8
Mode coordonnées
rectangulaires, 11-2
Mode d'affichage
changement, 1-23
contrôle du format des nombres, 1-23
fixe, 2-16
ingénieur, 2-16
scientifique, 2-16
standard, 2-16
Mode d'angles
effet sur les nombres complexes, 11-2
influence les fonctions trigonométriques, A-4
pour I/O, 33-24
Mode de coordonnées
changement, 11-2, 12-3
cylindriques, 11-2, 12-2
effet sur les nombres complexes, 11-2, 11-5
influencent les vecteurs, 12-1, 12-5
polaires, 11-2, 12-1
rectangulaires, 12-1
sphériques, 11-2, 12-2
témoins, 2-3
Mode Degrés, 1-22
Mode de résultats numériques
évaluation d'expressions algébriques, 8-3
influence les constantes symboliques, 9-16
Mode de résultats symboliques
évaluation d'expressions algébriques, 8-3
influence les constantes symboliques, 9-16
Mode de saisie
algébrique, 3-16
changement manuel, 3-17
de programme, 3-17, 25-6, 25-11
immédiate, 3-16
ligne de commande, 3-16
témoins, 2-3
Mode de saisie alpha. *Voir* Clavier alpha
Mode de saisie (EquationWriter), 16-2
Mode d'impression automatique, 31-47
Modèle (statistique), 21-12, 21-13, 21-15

Mode résultats
  évaluation d'expressions algébriques, 8-3
  influence les constantes symboliques, 9-16
Modes
  angle, 33-24
  angle, changement, 1-22
  angle, description, 9-8
  angle, influencent les fonctions trig, 9-9
  angle, influencent les tracés polaires, 19-16
  angle, influencent les vecteurs, 12-3
  angle, témoins, 2-3
  ASCII, 33-4, 33-23
  binaire, 33-4, 33-5
  coordonnées, 11-2, 12-1
  dans l'environnement graphique, 18-22
  définition, 15-11, 15-12, 25-11
  format d'affichage, 2-15
  format de l'affichage, 1-23
  infrarouges, 33-4
  les réinitialiser tous, A-2
  local, 33-3
  remise à zéro, 5-3
  résultats types, 9-16
  saisie de programme, 25-6, 25-11
  saisie en ligne de commande, 3-16
  serveur, 33-3, 33-10, 33-14
  sous EquationWriter, 16-2
  unité I/O, 33-4
  Wire, 33-4
Modes d'affichage
  déterminent la précision des conversions en fractions, 9-5
  influencent l'arrondi, 9-15
  influencent les intégrales numériques, 23-16
  tronquer des nombres, 9-15
Modes de transfert
  ASCII, 33-5, 33-23
  binaire, 33-5
  choix, 33-5
  HP 48—HP 48, 33-8
  HP 48—ordinateur, 33-11
  sélection, 33-4
MODES, menu, 2-16, 15-11
MODES, menu de personnalisation, 15-5
Modes, noms
  Algébrique/saisie de programme, 3-17
  fixe, 2-16
  ingénieur, 2-16
  résultats numériques, 8-3
  résultats symboliques, 8-3
  scientifique, 2-16
  Standard, 2-16
Modes-utilisateur
  activation, 15-5
  annuler la redéfinition des touches, 15-9
  comment débloquer le clavier, 15-11
  fonctionnement, 15-5
  inactivation des touches, 15-9
  redéfinition des touches, 15-6
  témoins, 2-3
  verrouillage automatique, 15-6
  verrouillé automatiquement, 15-13
Modification
  alarmes, 24-12
  données statistiques, 21-4

équation en cours, 17-11, 18-7
expressions algébriques, 1-27, 16-16
insertion d'objets dans les expressions algébriques, 16-21
objets de la pile, 1-9, 1-27
programmes, 1-45, 25-11
redéfinitions des touches utilisateur, 15-10
sous EquationWriter, 16-16, 16-24
sous-expressions, 16-19, 16-23, 22-13
sous MatrixWriter, 20-7
tableaux, 20-7
variables, 1-16
MODL, menu, 21-13
Moyenne (statistique), 21-9
MTH BASE, menu, 14-2, 14-4
MTH HYP, menu, 9-6
MTH MATR, menu, 20-17
MTH, menu, 9-1
MTH PARTS, menu, 9-7, 9-14
MTH PROB, menu, 9-13, 21-21
MTH VECTR, menu, 9-11, 12-3, 12-14

N

n1
solutions générales (entier), 1-29, 22-4, 22-6
variable réservée, 6-2
Négatif
de nombres, 11-11
des variables, 6-11
Négatifs
exposants, 2-8
nombres, 2-8
Niveaux. *Voir* Pile
Nombres. *Voir* Entiers binaires, Nombres complexes, Nombres réels, Objets
action dans les programmes, 25-2
arrondi, 9-15
aspect, 1-23, 2-15
avec les unités, 13-2
calculs, 1-18
conversion en fractions, 9-4
forme exponentielle, 1-20
négatifs, 2-7
nombre de décimales, A-3
plage de valeurs réelles, 4-2
représentation interne, 1-23, 2-15
saisie, 2-7
sous forme exponentielle, 2-8
tri, 31-14
tronquer, 9-15
utilisation avec des unités, 1-45
Nombres complexes
affichage, 11-2
à partir de calculs sur des nombres réels, 11-10
calculs, 11-6, 11-11
comparaison avec le HP 41, F-5
composants polaires, 11-2
composants rectangulaires, 11-2
conjugués, 11-11
création, 4-17
dans les expressions algébriques, 11-6, 11-8
délimiteurs, 4-2, 11-2, 11-3, 12-3
en tableaux, 20-14
i (constante symbolique), 11-6, 11-8

mise en forme, 11-5, 11-12
mode coordonnées, 4-2, 11-2
normalisés, 11-3
numéro de type d'objet, 4-19
ou vecteurs bidimensionnels, 11-13
représentation interne, 11-2, 11-3
saisie, 11-3
scission, 4-13, 4-15
séparation, 11-5, 11-11, 11-12
type d'objet, 4-2
Nombres de Fibonacci, 31-2
Nombres réels
conversion en binaire, 14-5
conversion en chaînes, 4-18
conversion en fractions, 9-4
numéro de type d'objet, 4-19
plage de valeurs, 4-2
résultats complexes, 11-10
type d'objet, 4-2
Noms
action dans les programmes, 25-2
dans le menu-utilisateur, 15-2
délimiteurs, 4-5
doublons, 7-5
évaluation, 4-20, 6-4, 6-7
éviter l'évaluation, 6-7
menu, 6-7
noms de variables, 4-5
numéro de type d'objets, 4-19
recherche, 7-4
remise en ordre dans le menu VAR, 6-9
restrictions, 1-14, 6-1
saisie, 6-7
type d'objet, 4-5
Noms de bibliothèque, 34-23
Noms de modes
1-User, 15-5
ASCII, 33-4, 33-5, 33-23
binaire, 33-4, 33-5
cylindrique, 11-2, 12-2
défilement (EquationWriter), 16-2
défilement (graphiques), 18-22
Degrés, 9-8
expression algébrique/saisie de programme, 25-11
Grades, 9-8
infrarouges, 33-4
local, 33-3
polaire, 11-2, 12-1
Radians, 9-8
rectangulaire, 11-2, 12-1
saisie algébrique, 3-16, 29-9
saisie alpha, 15-13
saisie de programme, 3-17, 25-6, 25-11
saisie (EquationWriter), 16-2
saisie immédiate, 3-16
sélection (EquationWriter), 16-2
serveur, 33-3
sphérique, 11-2, 12-2
User, 15-13
Wire, 33-4
Noms globaux, 4-19
Noms locaux, 4-19
Norme de Frobenius, 20-17
Normes (matrices), 20-17
Numéro de type d'objet, 4-19, 26-4
Numéro d'index (alarmes), 24-9, 24-16
Numéros d'emplacement des touches, 29-15

O

o (marqueur de base), 4-3, 14-1
Objets. *Voir* Types d'objets
  actions dans les programmes, 25-2
  association, 4-13
  conversion en chaînes, 4-18
  conversion en objets graphiques, 19-29
  créés à partir de la ligne de commande, 3-16
  dans la pile, 1-7
  dans les menus-utilisateur, 15-2
  définition, 4-1, A-4
  évaluation, 4-20
  évalués par les alarmes, 24-9, 24-11
  HP 48-HP 48, I/O, 33-8
  HP 48-ordinateur I/O, 33-12
  impression, 32-3
  introduction dans les programmes, 1-42
  leurs délimiteurs, 1-13
  manipulation, 4-12
  mémoire utilisée, 5-2
  modification, 1-9, 1-27, 3-7
  numéros de types, 4-19, 26-4
  saisie, 1-12, 2-12
  saisie dans les programmes, 25-6, 25-7
  sauvegarde, 34-16
  scission, 4-15
  somme de contrôle, 5-2
  stockage dans les variables, 1-14, 1-15, 6-3, 6-6, 6-8
  suppression, 1-7, 3-5
  types, 4-1, 4-19
  types de tests, 26-4
  visualisation, 3-7
Objets algébriques. *Voir* Expressions algébriques
  dans une structure de variable locale, 1-43
Objets-bibliothèque
  association, 34-22, 34-23
  commandes, 34-25
  comparés aux programmes, 34-21
  configuration, 34-22
  contenant des objets, 34-21
  création, 34-21
  détachement, 34-23
  en mémoire indépendante, 34-22
  identification, 34-23
  jeu de commandes étendu, 34-21
  limitation de l'accès, 34-23
  menu des fonctions, 34-24
  noms, 34-23
  numéro de type d'objet, 4-19
  placement dans le port 0, 34-12
  provenant de cartes d'applications, 34-10
  purge, 34-23
  sur RAM ou ROM, 34-21
  type d'objet, 4-12
Objets de sauvegarde
  création, 34-16
  dans le port 0, 34-15
  dans les menus-utilisateur, 15-2
  déplacement vers la carte RAM, 34-13
  en mémoire indépendante, 34-15
  évaluation, 34-17
  identification, 34-16, 34-17
  jokers, 34-18

liste, 34-18
menu, 34-17
numéro de type d'objet, 4-19
placement dans le port 0, 34-12
purge, 34-18
rappel, 34-17
répertoires, 34-16
restauration de la mémoire, 34-20
toute la mémoire-utilisateur, 34-19
type d'objet, 4-12
Objets étiquetés
saisie, 2-12
Objets graphiques
créés à partir d'expressions algébriques, 16-3
créés à partir d'objets, 19-29
dans la pile, 19-27, 19-28
délimiteur, 19-27
extraction d'images, 19-29
impression, 32-3, 32-4, 32-5
numéro de type d'objet, 4-19
obtenus de *PICT*, 18-4
superposition, 19-29
taille, 4-17, 19-28
taille des caractères, 19-29
type d'objet, 4-8
visualisation, 19-30
Objets identifiés
comme sorties de programme, 29-16
création, 4-18
délimiteurs, 4-8
numéro de type d'objet, 4-19
séparation, 4-15
suppression de l'étiquette, 4-13
type d'objet, 4-8
Objets-sauvegardes. *Voir* Objets de sauvegarde
Objets-unités. *Voir* Unités de mesure
calculs, 1-46, 13-14
calculs avec températures, 13-19
conversion d'unités, 1-47, 13-8, 13-9, 13-10, 13-11
conversion d'unités d'angles, 13-12
conversion d'unités de température, 13-18
création, 1-45, 4-18, 13-3, 13-4, 13-5, 13-10, 13-23
création sous EquationWriter, 16-10
dans HP Solve, 1-48, 17-23
dans les expressions algébriques, 13-7
dans les menus-utilisateur, 15-2
délimiteurs, 4-9, 13-2
examen sous EquationWriter, 16-23
factorisation des unités, 13-13
inverse d'unités, 13-3, 13-10
modification sous EquationWriter, 16-24
numéro de type d'objet, 4-19
objets graphiques, extraits, 19-29
partie numérique, 1-48, 13-23
préfixes des unités, 13-6, 13-23
priorité des délimiteurs, 13-8
priorité des opérateurs, 13-6
résolution, 1-48, 17-23
scission, 4-15
sous EquationWriter, 13-6
tracés, 19-21

type d'objet, 4-9
unités homogènes, 1-46, 13-15, 17-23
unités inverses, 1-45, 16-10
unités-utilisateur, 13-22
OBJ, menu, 4-12
Octets
de mémoire disponible, A-3
de mémoire intégrée, 5-1, 34-1
mémoire disponible, 5-2
utilisés par les objets, 5-2
Opérations. *Voir Annexe G*
catégories, 4-10, G-1
liste, G-1
Opérations mathématiques, 9-1, 9-3
Opposé
de nombres, 1-20
exposants, 1-20
tableaux, 20-15
Ordinateur
afficher les données HP 48, 33-23
connexion au HP 48, 33-11
création de bibliothèques, 34-21
création de programmes, 25-12
I/O avec HP 48, 33-12
noms de fichiers, 33-16
restauration HP 48 mémoire, 33-16
y afficher des données HP 48, 33-5
Organigrammes de menu, D-3
Où, fonction
dans les intégrales, 23-12
out-of-memory, 5-5

P

Pages (menus), 1-10, 2-13
Paquets (Kermit), 33-17
Paraboles, 19-14
Paramètres de tracé
définition, 18-8, 19-6
examen, 18-17, 18-22
redéfinition, 18-11, 19-7
PARAMETRIC, tracés, 19-2, 19-4, 19-13, 19-17
Parenthèses. *Voir* Délimiteurs
dans les expressions algébriques, 1-21, 8-1, 8-6, 11-8
implicites, 16-11
nombres complexes, 11-2, 11-3
sous EquationWriter, 16-7, 16-11
Parenthèses implicites, 16-11
Parité
choix, 33-5
définition, 33-4, 33-25
HP 48—ordinateur, 33-11
imprimante série, 32-10
Partie entière, 9-14
Partie fractionnaire, 9-14
Partie imaginaire
des nombres complexes, 4-13, 11-11
des tableaux complexes, 20-15
Partie réelle
des nombres complexes, 4-13, 11-12
de tableaux complexes, 20-15
PARTS, menu, 9-7, 9-14
Pente, 18-28, 18-29, 18-36
Permutations, 9-13
Permuter les niveaux de la pile, 1-19, 3-4

PICT
changement de taille, 19-6
changer de taille, 19-9
contient le tracé, 18-2, 18-3
contient l'objet graphique, 18-4
copie, 19-27
dans l'environnement graphique, 18-20
effacement, 18-16, 18-22, 19-24, 19-31
mise dans la pile, 19-31
placé dans la pile, 18-22
redéfinition, 18-11, 19-7
saisie du nom, 19-31
sauvegarde de zones, 19-27
stockage d'un objet dans, 19-31
visualisation, 19-28
Pile. *Voir* Pile interactive
affichage, 1-10, 2-7, A-1
affichage abrégé, 15-12
calculs, 3-2, 25-4, 25-18
calculs en chaîne, 1-19, 3-3
comparaison avec le HP 41, F-2
déplacement d'objets, 3-11, 3-18, 3-19
duplication des saisies, 3-5
fonctionnement, 1-7, 2-4, 3-1, 3-2
impression, 32-4
insertion d'objets dans les expressions algébriques, 16-21
introduction, 1-3
manipulation, 3-11, 3-18
manipulation programmée, 25-18
mettre des objets dans des expressions symboliques, 22-13
objets graphiques, 19-27, 19-28
permutation de deux niveaux, 1-19, 3-4
pile interactive, 3-10
placement d'objets dans des expressions algébriques, 16-23
rappel des derniers arguments, 3-6
restauration à partir d'une variable, 5-3
retrouver l'état antérieur, 3-6
sauvegarde dans une variable, 5-3
sauvegarde en tant qu'objets graphiques, 19-30
suppression d'objets, 1-7, 3-5, 3-11, 3-18
taille, 3-18
taille changeante, 2-4, 3-1
travailler avec *PICT*, 19-30
visualisation, 3-10
Pile interactive
clavier, 3-13
environnement de correction, 3-10
fonctionnement, 3-10, 3-11
menu, 3-11
pointeur, 3-10
Piles
avec les I/O, 33-9, 33-12
calculateur, A-6
cartes RAM, A-6
conservent la mémoire des cartes RAM, 34-9
faibles, avertissement, A-6
impression, 32-4

nouvelles cartes RAM, 34-3
quand les remplacer, A-6
que faire des piles usées, A-8, A-10
remplacement, 34-5
remplacement (calculateur), A-7
remplacement (carte RAM), A-9
types, A-7
Pixels, 19-26
Plot. *Voir* Environnement graphique
catalogue d'équations, 17-6
comparée à HP Solve, 17-22
comparée avec Statistiques, 19-21
environnement graphique. *Voir* Environnement graphique
PLOT, menu, 18-7
PLOT, menu PLOTR, 18-15, 19-5
PLOT, menu PTYPE, 19-13
PLOTR, menu, 18-15, 19-5
Point
séparateur décimal US, 2-16, 15-12
Pointeur (pile interactive), 3-10
Points critiques, 1-38, 18-28
Point-virgule (nombres complexes), 11-2, 11-9
POLAR, tracés, 19-2, 19-4, 19-13, 19-15
Polynômes
comme approximations, 23-8, 23-14
de Taylor, 23-8, 23-14
en tant qu'approximations, 22-3
sous EquationWriter, 16-11
Taylor, 31-38
Taylor, tracé, 31-38
Port 0
bibliothèques, 34-22
mémoire indépendante intégrée, 34-10, 34-15
restaurer la mémoire, 34-20
sauvegarde mémoire dans, 34-19
y placer des objets, 34-12
Port infrarouges
sélection, 33-4
test, A-15
Ports d'enfichage
installation de cartes, 34-2
jokers, 34-18
liste des objets de sauvegarde, 34-18
menu d'objets, 34-17
pour cartes enfichables, 34-1
recherche, 34-18
retrait de cartes, 34-7
test, A-14
types de mémoire, 34-11, 34-19
Port série
câblage, 33-23
connexion d'une imprimante, 32-9
pour impression, 32-9
pour I/O, 33-4
sélection, 33-4
test, A-16
Poursuite de l'exécution, 29-2
PPAR
paramètres de tracé, 19-6
redéfinition, 19-7
variable réservée, 6-2
Précision, 1-23
de π, 9-9
des fonctions trig, 9-9

des intégrales, 23-16, 23-19
de solutions linéaires, 20-19
Précision interne, 2-15
PRG BRCH, menu, 26-5, 27-1
PRG CTRL menu, 25-24
PRG OBJ, menu, 4-12
PRG STK, menu, 3-18
PRG témoin, 2-3, 25-6, 25-11
PRG TEST, menu, 26-2
PRINT, menu, 32-5
Priorité
opérateurs d'unités, 13-6, 13-8
opérateurs symboliques, 8-5
Probabilité à droite, 21-21
Probabilité, commandes, 9-13, 21-21
Problèmes
résolution, 1-18
Problèmes d'utilisation, A-1, A-3
PROB, menu, 9-13, 21-21
Procédure de définitions
structure de variables locales, 25-13
variables locales, 25-16
Produit scalaire, 12-8, 20-11
Produits vectoriels, 12-8, 20-11
Program Development Link, 25-12, 31-1, 32-9, 33-6, 33-10, 33-11, 33-14, 33-23
Programmation structurée, 25-5
Programmes
actions pour chaque type d'objet, 25-2
affichage de menus, 29-14, 29-20, 29-21, 29-22
affichage des résultats, 29-16, 29-17, 29-18, 29-19
alarmes, 24-15
arrêt, 2-6, 25-7, 25-22, 25-23
attendre une frappe, 29-15
attente de frappes de touches, 29-14
bips, 29-13
blocs, 25-5
causant des erreurs, 30-1
commandes d'éléments graphiques, 19-25
commandes de tests, 26-1
commandes pour objets graphiques, 19-28
commentaires dans les, 25-12
comment nommer un, 25-7
comparaison avec le HP 41, F-10
comparés aux bibliothèques, 34-21
comparés aux expressions algébriques, 8-2
continuer l'exécution, 25-23
création sur ordinateur, 25-12
dans la pile, 25-6
délimiteurs, 4-6
durée d'exécution, 31-5
en structure de variable locale, 25-3, 25-13
éteindre le calculateur, 29-25
évaluation, 4-20, 6-4
évaluation de variables locales, 25-15
examen, 25-11
exécution, 1-44, 25-7
exécution pas à pas, 25-22, 25-23, 25-24
exemples. *Voir* Exemples de programmes
fonctions-utilisateur, 25-17
identification des résultats, 29-16, 29-17
indicateurs, 28-1
interactifs, 29-1

interception d'erreurs, 30-4, 30-5
interruption, 1-45
introduction, 25-1
manipulation, 25-18
mise au point, 25-22
modes de saisie, 3-17, 25-6, 25-11, 29-9
modification, 1-45, 25-11
non évaluation de variables locales, 25-15
non exécution dans les programmes, 25-2
numéro de type d'objet, 4-19
objets, 25-2
obtenir des données, 29-1, 29-4, 29-5, 29-15, 29-19
passage à la ligne, 25-6
pause pour affichage des résultats, 29-18
position du curseur pendant la saisie, 29-8
recherche des racines, 17-11
récurrence, 31-2
réglage de l'horloge, 24-4
reprise, 25-22, 29-2, 29-5, 29-22, 29-25
résolution, 17-3, 17-31
rôle des variables locales, 25-16
saisie, 1-42, 25-6
saisie de chaînes, 29-6
saisie d'objets algébriques, 3-18
saisie par défaut, 29-5
situations d'erreur, 30-2
sollicitation, 29-1, 29-4, 29-5
sources de données, 29-1
sous-programmes, 25-5, 25-19
stockage, 25-7
structure de variables locales, 25-3, 25-13
structures, 25-3, 25-5
structures conditionnelles, 26-5, 30-4, 30-5
structures de boucles, 27-1
structures de variables locales, 1-43. *Voir aussi* Structures de variables locales
styles de calcul, 1-43, 25-4
suites d'objets, 1-42, 25-1, 25-2
taille, 31-1
taper une nouvelle ligne, 1-42
témoin HALT, 25-22
temps écoulé, 24-20
totaux de contrôle, 31-1
tracé, 18-4, 19-20
trouver les racines, 31-49
type d'objet, 4-6
utilisés par d'autres programmes, 31-34
variables locales. *Voir* Variables locales
vérification de la saisie, 29-9
vérification des arguments, 31-31
Protocole de transfert de fichiers Kermit, 33-1
PRTPAR, 6-2, 32-10, 32-11
PTYPE, menu, 19-13
Purge
alarmes, 24-12
objets de sauvegarde, 34-18
répertoires, 7-6
variables, 6-9, 7-6
Purger
les tableaux, 21-7
mémoire, 5-3

Q

Quatre saisons, 31-46
Questions et réponses, A-3

R

RΔZ témoin, 11-2, 12-3
RΔΔ témoin, 11-2, 12-3
Racines
  dans l'environnement graphique, 1-38, 18-28, 18-35
  dans les programmes, 31-49
  décrites par un message, 17-19
  définition, 17-3
  méthode pour les trouver, 17-32
  sous EquationWriter, 16-6
  vérification, 17-16
Radians, mode, 1-22, 9-8
RAD témoin, 1-22, 9-8
Raffinement itératif, 20-19
RAM, cartes
  expansion de la mémoire-utilisateur, 5-1
  installation, 34-2
Rappel
  alarmes, 24-14, 24-16
  chemin de répertoire en cours, 7-3
  de la mémoire à partir d'un objet-sauvegarde, 34-20
  derniers arguments, 3-6
  du contenu des variables, 1-15
  du contenu précédent de la pile, 3-6
  état des indicateurs, 28-4
  numéros de menus, 29-21
  redéfinitions des touches utilisateur, 15-10
  variables, 6-5, 17-13, 17-18
Rappel d'une ligne de commande, 3-18
Rappeler
  objets d'action pour les alarmes, 24-11
  objets de sauvegarde, 34-17
Rassembler les termes, 1-29
Recherche, fonction
  opération, 22-27
Reconnaissance des alarmes, 1-51
Rectangles, 19-23, 19-26, 19-27
  effacement, 19-24
Récupérer
  la mémoire duHP 48 mémoire sur l'ordinateur, 33-16
Récurrence, 31-2
Redéfinition
  paramètres de tracé, 18-11, 19-7
  PICT, 18-11, 19-7
  PPAR, 19-7
Réglage des alarmes
  définition, 1-50
Régression linéaire, 21-12
Regrouper les termes, 22-9
Réinitialiser
  indicateurs, A-2
  mémoire, A-2
  modes, A-2
Remettre à zéro
  mémoire, 5-3
  modes, 5-3
Réparations
  où envoyer votre calculateur ?, A-20
  service des, A-2
Répertoire en cours
  affiché dans la zone d'état, 7-2

affichés dans la zone d'état, 2-1
chemin, 7-2
il détermine le menu VAR, 7-1
rappel du chemin, 7-3
variables créées, 6-3
Répertoire *HOME*
comment y revenir, 7-5
n'est pas une variable, 7-7
répertoire au plus haut niveau, 7-2
restauration, 33-16
Répertoires
affichage de la pile, 7-7
changements, 7-5
chemins, 7-2
création, 7-3, 7-7
dans les menus-utilisateur, 15-2, 15-3
délimiteurs, 7-7
description, 7-1
envoi vers un autre HP 48, 33-2
envoi vers un ordinateur, 33-2
évaluation, 6-4
évaluation des chemins, 7-5
numéro de type d'objet, 4-19
purge, 7-6
rappel du chemin, 7-3
rappel en tant qu'objets, 7-7
répertoire en cours, 7-1
répertoires-parents, 7-2
sauvegarde, 34-16
sous-répertoires, 7-2
stockés dans les variables, 7-3, 7-7
type d'objet, 4-10
variables, 7-4
Répertoires-parents, 7-2
Répétition d'alarmes, 24-9
Réponses aux questions sur l'utilisation, A-3
Résolution, 19-4. *Voir aussi* HP Solve, Plot
objets-unités, 1-48
Résoudre
avec des objets-unités, 17-23
dans les programmes, 17-11
des systèmes d'équations, 20-13, 20-19
équation en cours, 1-38, 17-12, 17-13
équations, 1-31, 17-1
équations quadratiques, 22-3
graphiquement, 1-38
l'équation en cours, 1-32, 18-28
numériquement, 1-31, 1-32, 1-38, 17-1, 17-12, 17-13, 18-28
par graphique, 18-28
programmes, 17-3, 17-31, 31-49
symboliquement, 1-28, 22-1, 22-2, 22-3
systèmes d'équations, 20-13, 20-20
Résoudre les problèmes d'utilisation, A-1, A-3
Résultats intermédiaires
dans la pile, 1-19
pour HP Solve, 17-34
sur la pile, 3-3
RIGHT, valeur, 17-16
ROM, cartes. *Voir* Cartes d'applications
ROOT
dans les programmes, 17-11

RPN. *Voir* Syntaxe de la pile
  c'est la syntaxe de la pile, 1-6
  comparé au HP 41, F-1
RPT, menu, 24-11
RULES, menu, 22-14
Rules, transformations, 22-11

S

s1
  solutions générales (+ ou −), 1-29, 22-2, 22-4, 22-6
  variable réservée, 6-2, 11-9
Saisie. *Voir* Caractères, Délimiteurs, Equations, Matrices, Nombres, Objets, Programmes, Vecteurs
Sauvegarde
  d'objets dans les variables, 1-15
  mémoire sur ordinateur, 33-14
SCATTER, tracés
  définition des gammes d'affichage, 19-22
  de Plot, 19-13, 19-21
  description, 21-14
  en statistiques, 21-12, 21-15
  résolution, 19-4
Séparateur décimal
  changement, 15-12
  changer le point en virgule, A-4
  comment le modifier, 2-16
  pour I/O, 33-24
Séquences d'échappement, 32-8
Séries (finies), 23-5
Service de réparation, A-20
Service de support calculateurs. *Voir couverture intérieure arrière*
Service réparations, A-2
SET, menu, 24-3
SETUP, menu, 33-4
Signe égal, 1-24, 17-3, 18-4
Simplification, 8-5
Snedecor, distribution F, 21-22
Sollicitation, 29-1, 29-4, 29-5
Solutions générales, 22-5
Solutions principales, 22-5
SOLVE, menu, 17-11
SOLVE, menu SOLVR, 17-12, 17-18, 17-25, 17-34
SOLVR, menu, 17-12, 17-18, 17-25, 17-34
Sommations
  alternatives aux boucles, 27-15
  calcul de leur valeur, 23-5
  sous EquationWriter, 16-9, 23-6
  syntaxe de la pile, 23-6
  syntaxe d'expression algébrique, 23-5
Somme de contrôle. *Voir* Total de contrôle
Soulignements. *Voir* Délimiteurs
Sous-expressions
  définition, 16-19, 22-8, 22-12
  modification, 16-19, 22-13
  placement dans la pile, 22-13
  ré-arrangement, 22-12
  remplacement, 16-23, 22-13
Sous-menus, 1-10, 2-13
Sous-programmes
  dans les programmes, 25-5, 25-19
  exécution pas à pas, 25-23
  mise au point, 25-23
  opération, 25-19
Sous-répertoires
  changements, 7-5
  création, 7-3

dans les menus-utilisateur, 15-2, 15-3
description, 7-2
Statistiques. *Voir* Commandes de probabilité
données ΣDAT, 21-2
ΣPAR paramètres, 21-24
ajustement de courbe, 21-12, 21-15
appeler la matrice, 21-6
BAR, tracés, 21-16
calculs, 21-9, 21-10, 21-11
catalogue statistiques, 21-6, 21-7
comparée avec Plot, 19-21
corrélation, 21-13
covariance, 21-11
cumuls statistiques, 21-21
données de fréquences, 21-10, 21-19
données statistiques, 21-2
écart-type, 21-9, 21-11
effacement des données, 21-2
estimation de valeurs, 21-13
HISTOGRAM, tracés, 21-18
matrice en cours, 21-2, 21-6
menu MODL, 21-13
menu STAT, 21-5, 21-9, 21-12, 21-20, 21-21
messages, 21-1, 21-6, 21-11, 21-13, 21-19, 21-20
modèle, 21-12, 21-13, 21-15
modification de données, 21-4
moyenne, 21-9
probabilité à droite, 21-21
probabilités, 21-21
purge des tableaux, 21-7
rappel des données, 21-6, 21-7
régression linéaire, 21-12
saisie de données, 21-2
SCATTER, tracés, 21-15
statistiques sur la population, 21-10
statistiques sur une seule variable, 21-10
structure des données, 21-1
sur deux échantillons, 21-11
sur deux-variables, 21-11
sur échantillons, 21-11
sur plusieurs échantillons, 21-9
sur une seule variable, 21-9
tests statistiques, 21-21
tracé du modèle, 21-15
tracés de données, 21-14
tracés SCATTER, 21-12
types de modèles, 21-12
types de tracé, 21-14
variable dépendante, 21-12
variable indépendante, 21-12
variance, 21-10
STAT, menu, 21-5, 21-9, 21-12, 21-20, 21-21
STAT, menu MODL, 21-13
STK, menu, 3-18
Stockage
alarmes, 24-16
de programmes, 25-7
d'équations dans *EQ*, 17-4, 17-5, 18-5
de redéfinitions de touches, 15-7
d'objets dans les variables, 1-14, 1-15, 6-3, 6-8, 17-18
état des indicateurs, 28-4
mémoire dans objet-sauvegarde, 34-19
objets d'action pour les alarmes, 24-11
objets dans les variables, 6-6

Structures. *Voir* Structures de branchement, Structures de variables locales
Structures conditionnelles
  branchement « cas », 26-7
  branchements avec « if », 26-5, 30-4, 30-5
  branchements IF, 26-6, 26-7
  commandes conditionnelles, 26-5
  commandes de test, 26-1, 26-5
  éléments de programme, 25-3
  erreurs, 30-4, 30-5
  exemples, 26-8
Structures de boucles
  boucle « while », 27-12
  boucles « do », 27-10
  boucles « for », 27-6, 27-8
  boucles « start », 27-2, 27-4
  commandes de test, 27-10, 27-12
  compteurs, 27-2, 27-5, 27-7, 27-9, 27-13
  éléments de programme, 25-3
  finies, 27-1
  frappes de touches, 29-15
  incrément négatif, 27-5, 27-9
  indéfinie, 27-1, 27-10
  sommations comme alternatives, 27-15
Structures de branchement
  éléments de programme, 25-3
  structures conditionnelles, 26-5, 30-4
  structures de boucles, 27-1
Structures de variables locales. *Voir* local Variables
  avantages, 25-14
  calculs, 25-4
  créer des variables locales, 1-44, 25-13
  dans les fonctions-utilisateur, 10-6
  élément de programme, 25-3
  en tant que fonctions-utilisateur, 25-17
  introduction dans le calculateur, 1-43
  opération, 25-3, 25-13
  procédure de définition, 25-13, 25-16
  saisie, 25-13
  syntaxe, 1-43, 25-3, 25-13
Student, distribution, 21-22
Supprimer
  des alarmes, 24-16
  des objets de la pile, 1-7
  les objets de la pile, 3-5
  objets de la pile, 1-7, 3-5, 3-11, 3-18
  variables, 1-17, 6-9
Symboles (clavier alpha), 2-9
Syntaxe de la pile
  commandes de test, 26-1
  comparaison avec le HP 41, F-5
  définition, 1-6
  dérivées, 23-4
  description, 3-2, 9-1
  en structure de variable locale, 25-4
  fonctions-utilisateur, 1-40, 10-2
  intégrales, 23-12, 23-16
  sommations, 23-6
Syntaxe d'expression algébrique
  arguments, 1-21, 8-1
  commandes de test, 26-1, 26-3, 26-4
  dérivées, 23-1

description, 8-1, 9-1
éléments de tableau, 20-16
en structure de variable locale, 25-4
fonctions-utilisateur, 1-41, 10-2
intégrales, 23-11, 23-16
sommations, 23-5
test conditionnel, 26-7
Syntaxe incorrecte (*Invalid Syntax*), A-1
Système International des Unités, 13-2, 13-11
Systèmes d'équations
résolution, 20-13, 20-19, 20-20
sous-déterminés, 20-20
sur-déterminés, 20-20

T

Tableaux. *Voir* Matrices, Vecteurs
assemblage, 20-15
à une colonne, 20-2, 20-8
à une ligne, 20-2, 20-8
calculs, 20-10, 20-14, 20-17
catalogue, 21-6, 21-7
comment incorporer des éléments, 20-8
complexes, 4-19, 20-14
conjugué complexe, 20-15
création, 4-13, 20-18
création de nombres complexes, 4-17
délimiteurs, 4-4
éléments, 4-14
éléments maximum et minimum, 31-25
impression, 32-3
modification, 20-7
numéro de type d'objets, 4-19
purge, 21-7
réels, 4-19
remplacement d'éléments, 4-15
saisie, 20-3, 20-6
scission, 4-15
séparation, 11-11, 20-15
séparation des nombres complexes, 4-13
syntaxe d'expressions algébriques, 20-16
taille, 4-17
transposée, 20-18
type d'objet, 4-4
Taille
de chaînes, 4-17
de la matrice statistiques, 21-21
de la mémoire, 5-1, 34-2, A-3
de la mémoire morte intégrée, 5-1
de la pile, 3-18
de la ROM intégrée, 34-1
de listes, 4-17
des objets, 5-2
des programmes, 31-1
de tableaux, 4-17
d'objets graphiques, 4-17
Taille de mot (binaire)
bits perdus, 14-2, 14-3
définition, 14-1
rappel, 14-2
test, 26-3
Tampon d'impression, 32-8
Tampon (série), 33-21, 33-22
Taylor, polynômes
calcul, 23-8
intégration, 23-14
T, distribution, 21-22

Témoins
alarme ((•)), 1-51, 2-3, 24-7
alpha α, 2-3
E-S ≫, 2-3
indicateurs utilisateur, 28-2
indiquent l'état du calculateur, 2-1
introduction, 1-3
liste, 2-3
occupé ⧗, 2-3
touches shift ↰ ↱, 2-3, 2-6
1USR témoin, 2-3, 15-6
Température
calculs, 13-19
conversion, 13-18
différences, 13-18, 13-19, 13-20
niveaux, 13-18, 13-19
unités de mesure, 13-18
Température ambiante, A-6
cartes enfichables, A-6
Temporisation (série), 33-21
Temps écoulé (programme), 24-20
Test
entiers binaires, 26-3
état des indicateurs, 15-13, 28-2
état du calculateur, A-11
expressions algébriques, 26-3
pixels, 19-26
TEST, menu, 26-2
Tests statistiques, 21-21
Texte, 4-7
TIME ADJST, menu, 24-4
TIME ALRM menu, 24-11
TIME ALRM RPT menu, 24-11
TIME, menu, 24-3, 24-10
TIME SET, menu, 24-3
Tonalité
alarmes, 24-8
utilisation en programmation, 29-13
Too few arguments, message, A-5
Tops (d'horloge), 24-4, 24-15, 24-19
Total de contrôle
vérification, 5-2
vérification des programmes, 31-1
vérifier les objets de sauvegarde, 34-15
Total de contrôle (I/O)
définition, 33-4, 33-25
HP 48—HP 48, 33-8
HP 48—ordinateur, 33-11
Totalisation. *Voir* Total de contrôle
Touches. *Voir Annexe G*, Clavier
Touches, code d'emplacement, 15-6, 29-15
Touches de menu, 2-12. *Voir aussi* Labels de menu, Libellés de menu, Menus
Touches shift
introduction, 1-3
Touches shiftées
annulation, 2-6
dans les menus-utilisateur, 15-4
fonctionnement, 2-5
témoins, 2-6
Touches utilisateur
activation, 15-5
annuler la redéfinition, 15-9
compacter les redéfinitions, 15-11
fonctionnement, 15-5
inactivation, 15-9

modification des redéfinitions, 15-10
rappel des redéfinitions, 15-10
redéfinition, 15-6
Traçage
option CONNECT, 15-12
Tracé
ajout d'éléments graphiques, 19-23, 19-25
analyse de fonction, 18-27
analyse de fonctions, 1-38, 18-34, 18-35, 18-36
catalogue d'équations, 1-40, 18-6
centre, 18-10
conversion de coordonnées, 19-9, 19-26
coordonnées des pixels, 19-8
coordonnées en unités-utilisateur, 19-8
côtés des équations, 1-36
définition de l'équation en cours, 18-5
définition des paramètres de tracé, 18-8, 19-6
définition du type de tracé, 18-6, 19-12
de plusieurs équations, 18-19
description, 18-2, 18-18
données statistiques, 19-22
échelle automatique, 18-11, 18-26
effacement de la marque, 19-24
examen des paramètres, 18-17
fonctions-utilisateur, 19-20
FUNCTION, tracés, 18-1, 19-13
gamme d'affichage, 18-9, 19-2
gammes de tracé, 1-36
intersection des axes, 19-3
libellés des axes, 19-3
marquage de la position, 18-21, 19-24
membres de l'équation, 18-18
membres de l'équations, 19-13
menu PLOT, 18-7
menu PLOTR, 18-15, 19-5
menu PTYPE, 19-13
messages, 18-5, 18-8, 19-22
mise à l'échelle, 18-10, 18-24
mise à l'échelle automatique, 1-36
modification de l'équation en cours, 18-7
objets-unités, 19-21
opérations sur les pixels, 19-26
PARAMETRIC, tracés, 19-17
POLAR, tracés, 19-15
position du curseur, 1-38, 18-21, 18-22
PPAR, 19-6, 19-7
préparation de l'équation en cours, 1-35
préparation du type de tracé, 1-35
rappel des paramètres, 18-22
redéfinition des paramètres de tracé, 18-11, 19-7
reliés, 18-15
résolution, 19-4
résolution de l'équation en cours, 1-38
résoudre l'équation en cours, 18-28
retraçage, 18-24
stockage de la valeur d'une constante, 1-35
traçage, 18-11
tracé, 1-36
tracés avec CONIC, 19-14

tracés de programmes, 19-20
tracés FUNCTION, 1-35
TRUTH (de vérité), 19-18
types de coordonnées, 19-8
types d'équations, 18-4, 18-18
types de tracé, 19-2, 19-4, 19-12, 19-13
variable dépendante, 19-5
variable indépendante, 1-36, 18-9, 19-5
vérification de l'équation en cours, 18-5
zoom, 18-24, 18-36
Tracer
équation en cours dans *EQ*, 18-2
Tracés. *Voir* Plot
FUNCTION, 1-35
PICT. *Voir PICT*
programmes, 18-4
Traductions « anti-slash », 33-8
Transfert de données. *Voir* I/O
Transformations
intégrées, 22-11
utilisateur, 22-25
Transformations Rules, 22-25
Transposée, 20-18
Triangle (droit), 12-3
Tri de nombres, 31-14
Trois points de suspension (...), A-4
Tronquer des nombres, 9-15
TRUTH, tracés, 19-2, 19-4, 19-13, 19-18
Type de tracé
BAR, 19-4, 19-13, 19-21, 21-16
CONIC, 19-2, 19-4, 19-13, 19-14
définition, 18-6, 19-12
FUNCTION, 19-4, 19-13
HISTOGRAM, 19-4, 19-13, 19-21, 21-18
opération, 19-12
PARAMETRIC, 19-2, 19-4, 19-13, 19-17
POLAR, 19-2, 19-4, 19-13, 19-15
préparation, 1-35
SCATTER, 19-4, 19-13, 19-21, 21-15
TRUTH, 19-2, 19-4, 19-13
TRUTH (de vérité), 19-18
Types d'objets. *Voir* Objets

U

Unités
homogénéité, 1-46
utilisation avec des nombres, 1-45
Unités de dimensions homogènes, 1-46
Unités de mesure. *Voir* Objets-unités
conversion, 1-47, 13-8, 13-9, 13-10, 13-11
conversion d'angles, 13-12
conversions de températures, 13-18
dans les calculs, 1-46, 13-14, 13-19
dans les menus-utilisateur, 15-2
différences de température, 13-20
dimensions homogènes, 1-46, 17-23
factorisation, 13-13
fondées sur les unités SI, 13-2
homogènes dimensionnellement, 13-15

inverse, 1-45, 13-3, 13-10, 16-10
liste, G-1
majuscules et minuscules, 13-4
opérateurs, 13-6
préfixes, 13-6, 13-23
résolution, 1-48, 17-23
saisie sous EquationWriter, 16-10
suppression, 1-48, 13-23
unités de température, 13-18, 13-19
unités photométriques, 13-12
vérification des noms d'unités, 13-6
Unités homogènes, 13-15, 17-23
Unités sans dimension, 13-12
Unités SI
base unités, 13-2
conversion, 13-11
Unités-utilisateur, 13-22
UNITS, application. *Voir* Objets-unités, Unités de mesure
USER témoin, 2-3, 15-6

V

Valeur absolue, 9-14, 11-11
Variable dépendante
dans les tracés coniques, 19-14
dans les tracés de vérité, 19-18
estimation de valeurs, 21-13
gamme de tracé, 19-2
spécification, 19-5, 21-12
Variable indépendante, 18-9
définition, 1-36
estimation de valeurs, 21-13
gamme de tracé, 19-2
spécification, 18-9, 19-5, 21-12
Variables
action dans les programmes, 25-2
afficher des variables cachées, 22-7
arithmétique, 6-10
Catalogue REVIEW, 6-7
changement de l'ordre dans le menu VAR, 6-9
changer leur contenu, 1-16, 6-6
chercher les valeurs, 18-28
correction, 6-6
création, 1-14, 6-3, 8-6
dans d'autres répertoires, 7-4
décrémentation, 27-13
description, 1-14, 6-1
doublons, 7-5
évaluation, 4-20, 6-4, 6-7, 6-8
évaluation sélective, 22-7
éviter l'évaluation, 6-7
examen, 1-34
formelles, 6-7, 8-2, 8-4
global. *Voir* global Variables
HP 48-HP 48, I/O, 33-8
HP 48-ordinateur I/O, 33-12
impression, 32-4
incrémentation, 27-13
indépendante, 1-36
les supprimer toutes, 6-10
liste, 6-9
liste par type d'objet, 4-20
locales. *Voir* Variables locales
mémoire utilisée, 5-2
menu, 1-15, 6-3, 6-7
menus-utilisateur, 15-2
modification, 1-16
modification ou correction, 3-7

montrer les noms et le contenu, 6-8
noms, 1-14, 4-5, 6-1
noms entre apostrophes, 6-7
noms réservés, 6-2
noms sans apostrophes, 6-7
numéros de type d'objet stocké, 4-19
passage en revue, 17-13
protection I/O, 33-16
protection pendant les transferts, 33-9
protection pendant les transferts I/O, 33-12
purge, 6-9, 7-6
rappel dans HP Solve, 17-13, 17-18
rappel du contenu, 1-15, 6-5, 6-8
recherche, 7-4
récupération après erreur, 6-10
répertoires, 7-3, 7-7
résolution symbolique, 1-28, 22-1, 22-2, 22-3
saisie des noms, 6-7
séparation en répertoires, 7-1
stockage dans HP Solve, 17-18
stockage d'objets, 1-14, 1-15, 6-3, 6-6
stockage objets, 6-8
supression, 1-17
supression générale, 1-18
trouver, A-5
trouver des valeurs, 1-32, 17-13
types, 6-1
utilisation de leur contenu, 6-4
utilisation du contenu, 1-15
visualisation, 3-7
Variables cachées, 22-7
Variables de garde, 17-35
Variables formelles
causes d'erreurs, 8-4
description, 6-7
évaluation, 8-2
Variables globales. *Voir* Variables
action dans les programmes, 25-2
désavantages dans les programmes, 25-13
description, 6-1
évaluation, 4-20
menu VAR, 6-7
Variables inconnues (résolution), 1-32
Variables locales. *Voir* Structures de variables locales, Variables
action dans les programmes, 25-2
création, 1-44, 25-3, 25-13
description, 6-1
évaluation, 4-20, 25-15
existent de façon temporaire, 25-13, 25-14, 25-16
leur existence temporaire, 1-44
noms en minuscules, 25-13
Variables réservées, 6-2
Variance (statistiques), 21-10
VAR, menu
comment en changer l'ordre, 6-9
description, 1-15, 6-7
Vecteurs. *Voir* Tableaux
affichés, 12-1
angle entre deux vecteurs, 12-8

assemblage, 12-14
calculs, 12-8, 12-14, 20-10, 20-13
comparaison avec le HP 41, F-5
complexes, 20-14
délimiteurs, 12-4
mise en forme, 12-5
modes coordonnées, 12-1
nombres complexes, 11-13
normalisés, 12-4
produits scalaires, 20-11
produits vectoriels, 20-11
représentation interne, 12-3, 12-4
saisie, 12-4, 20-4, 20-6, 20-8
séparation, 12-6, 12-14
type de tableau, 20-1
vecteur-unité, 12-8
Vecteurs-colonnes, 20-2, 20-8
Vecteurs-lignes, 20-2, 20-8
VECTR, menu, 9-11, 12-3, 12-14
Vérification de redondance cyclique, 33-4
Virgule
séparateur décimal, 2-16, 15-12
séparateur de nombres complexes, 11-2, 11-9
Visualisation
des objets de la pile, 3-7
de variables, 3-7
Visualiser
sous MatrixWriter, 20-7
Vrai (résultat de test), 26-1, 26-3

X

XLIB, noms, 4-12, 4-19
XON/XOFF, protocole, 32-10, 33-20, 33-25

Z

Zone d'état, 2-1, 7-2
Zoom, 18-24, 18-36
ZOOM, menu, 18-24

Comment contacter Hewlett-Packard

Renseignements sur l'utilisation du calculateur. Si vous avez des questions relatives au fonctionnement du calculateur et que vous ne pouvez trouver de réponse dans ce manuel (après avoir consulté « **Réponses aux questions le plus souvent posées** », l'index et la table des matières) ou dans le manual de référence, consultez votre distributeur Hewlett-Packard, ou bien adressez-vous directement à :

Pour la France :

Appelez le numéro d'assistance téléphonique calculateurs :
(1) 40 89 00 08

Pour la Belgique :

Téléphone (02) 761 31 11

Pour la Suisse francophone :

Téléphone (062) 97 54 41

Pour le Canada francophone :

Téléphone (514) 697 42 32

L'annexe A indique comment déterminer si le calculateur nécessite réellement une réparation.

1ère partie : Fondations

1 : Prenez un bon départ
2 : Clavier et affichage
3 : Pile et ligne de commande
4 : Objets
5 : Mémoire du calculateur
6 : Variables et menu VAR
7 : Répertoires
8 : Des objets algébriques

2ème partie : Outils de base

9 : Fonctions mathématiques courantes
10 : Fonctions-utilisateur
11 : Nombres complexes
12 : Vecteurs
13 : Gestion des unités
14 : Arithmétique binaire
15 : Personnalisation du calculateur

3ème partie : Outils spécialisés

16 : Application EquationWriter
17 : Application HP Solve
18 : Tracés élémentaires et analyse de fonctions
19 : Tracés de haut niveau et objets graphiques
20 : Tableaux
21 : Statistiques
22 : Algèbre
23 : Calcul
24 : Heure, alarmes et calculs de dates

4ème partie : Programmation

25 : Programmation : concepts de base
26 : Tests et structures conditionnelles
27 : Structures de boucles
28 : Indicateurs
29 : Programmes interactifs
30 : Interception d'erreurs
31 : Autres exemples de programation

5ème partie : Impression, transfert de données, accessoires

32 : Impression
33 : Transfert de données avec le HP 48
34 : Utilisation de cartes enfichables et de bibliothèques

6ème partie : Annexes

A : Assistance, piles et service
B : Messages
C : Codes de caractère du HP 48
D : Numéros de menus et organigrammes
E : Indicateurs binaires du HP 48
F : Comparer le HP 48 et le HP 41
G : Index des opérations

HEWLETT PACKARD

Numéro de référence 00048-90015
Edition 2
Français
Imprimé en Espagne 03/92