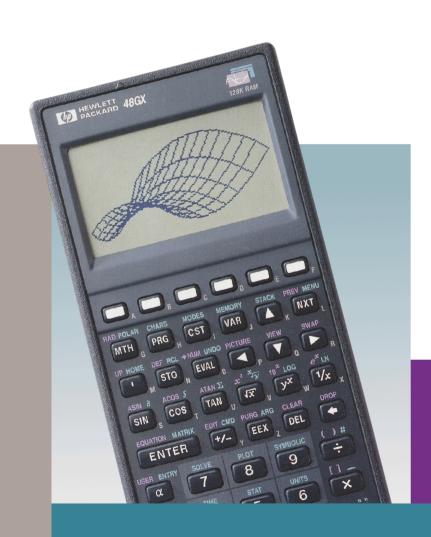


HP 48GManuel d'utilisation



Conformité aux normes

Europe

Déclaration de conformité (selon norme ISO/IEC Guide 22 et EN 45014)

Nom du fabricant:

Hewlett-Packard Co.

Adresse du fabricant:

Corvallis Division 1000 NE Circle Blvd. Corvallis, OR 97330 Singapore (PTE) Ltd. 72 Bendemeer Rd.

01/01-07/07 Singapour 1233

déclare que les produits suivants :

Nom du produit :

Calculateurs HP 48G

sont conformes aux spécifications suivantes :

EMC:

CISPR 22:1985 / EN 55022 (1988): Class B, IEC 801-2:1991 / prEN 55024-2 (1992): 3 kV

CD, 8 kV AD,

IEC 801-3:1984 / prEN 55024-3 (1991): 3 V/m

Sécurité :

IEC 950 (1986)+A1,A2/EN 60950 (1988)+A1,A2

Département Assurance Qualité Hewlett-Packard Company Corvallis Division

U.S.A.

Le HP 48 génère et utilise de l'énergie radiofréquence susceptible d'interférer avec la réception radio ou télévision. La conformité du HP 48 avec les spécifications des unités informatiques pour la Classe B, telles sont édictées dans la partie 15 des réglementations FCC, a été a été dûment vérifiée. Le respect desdites spécifications garantit une protection raisonnable contre de telles interférences en environnement résidentiel.

Série HP 48G Manuel d'utilisation



Référence HP 00048-90128 Imprimé en Allemagne

Edition 4

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. 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.

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 en tout ou partie ;
- de les traduire dans toute autre langue.
- ©Hewlett-Packard Company 1993. 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.

Remerciements

Hewlett-Packard tient à remercier les membres de l'Education Advisory Committee (Dr. Thomas Dick, Dr. Lynn Garner, Dr. John Kenelly, Dr. Don LaTorre, Dr. Jerold Mathews et Dr. Gil Proctor) pour l'aide apportée lors de la mise au point de ce produit. Sont également associés à ces remerciements Messieurs Donald R. Asmus, Scott Burke et Bhushan Gupta, ainsi que les étudiants de l'Institute of Technology de l'Oregon, de même que Carla Randall et ses étudiants en mathématiques, pour leur précieuse collaboration.

Historique d'impression

Edition 1	Juin	1993
Edition 2		1993
Edition 3	Novembre	1993
Edition 4	Février	1994

Table des matières

1.	Clavier et affichage	
	Organisation de l'affichage	1-1
	Zone d'état, témoins et messages	1-1
	La pile	1-3
	Ligne de commande	1-4
	Libellés de menu	1-4
	Organisation du clavier	1-4
	Applications et menus de commandes	1-6
	Touches du curseur	1-8
	Touche CANCEL	1-9
	Menus: extension du clavier	1-10
	Utilisation des menus	1-11
2.	Saisie et correction d'objets	
	Saisie des nombres	2-1
	Saisie des caractères (clavier alpha)	2-2
	Saisie de caractères spéciaux	2-4
	Saisie d'objets avec délimiteurs	2-5
	Utilisation de la ligne de commande	2-8
	Accumulation de données dans la ligne de commande	2-8
	Sélection des modes de saisie sur la ligne de commande	2-9
	Rappel de lignes de commande précédentes	2-11
	Examen et correction d'objets	$\tilde{2}$ -11
	Utilisation du menu EDIT	2-13
3.	Pile	
J.	Utilisation de la pile pour les calculs	3-1
	Calculs	3-1
	Manipulations dans la pile	3-4
	Rappel des derniers arguments	3-5
	Restauration de la pile (UNDO)	3-6
	Pile interactive	3-6
		5 0

	Menu de commandes de la pile	3-12
4.	Modes du calculateur	
	Utilisation de l'application MODES	4-1
	Définition du mode d'affichage	4-2
	Définition du mode d'angle	4-3
	Définition du mode de coordonnées	4-4
	Définition de l'avertisseur	4-6
	Définition de l'affichage de l'horloge	4-6
	Définition du séparateur décimal	4-6
	Utilisation des indicateurs système	4-7
	Utilisation du gestionnaire d'indicateurs	4-7
	Utilisation du sous-menu de commandes FLAG	4-8
	Indicateurs utilisateur	4-10
	Sous-menus MODES	4-10
5.	Mémoire	
	HOME: variables et répertoires	5-3
	Stockage des variables	5-4
	Utilisation du gestionnaire de variables	5-5
	Création de variables	5-5
	Sélection, correction et rappel de variables	5-8
	Copie, déplacement et suppression de variables	5-9
	Détermination de la taille des variables	5-11
	Utilisation des variables : le menu VAR	5-12
	Définition des variables	5-13
	Evaluation des variables	5-14
	Noms de variables entre apostrophes et variables	
	formelles 	5-15
	Opérations spéciales sur la mémoire	5-17
	Interruption du système	5-17
	Réinitialisation de la mémoire	5-18
	Conditions de mémoire insuffisante	5-19
6.	Masques de saisie et listes de sélection	
0.	Masques de saisie	6-1
	Sélection des champs dans les masques de saisie	6-2
	Saisie des données dans les masques	6-3
	Sélection d'options dans les masques de saisie	6-4
	Autres opérations sur les masques de saisie	6-5
	Fin de saisie des données dans un masque	6-7
	Commandes des masques de saisie	6-8

7.	Application EquationWriter	
	Structure de l'application EquationWriter	7-2
	Création d'équations	7-3
	Saisie d'équations	7-3
	Gestion des parenthèses implicites	7-7
	Exemples d'utilisation de EquationWriter	7-8
	Modification d'équations	7-10
	Modification de sous-expressions	7-11
	Résumé des opérations dans l'application EquationWriter	7-14
8.	Application MatrixWriter	
	Affichage des tableaux avec le HP 48	8-1
	Saisie de tableaux	8-2
	Modification de tableaux	8-5
	Opérations de l'application MatrixWriter	8-5
	operations as the production of the production o	
9.	Objets graphiques	
	Environnement PICTURE	9-2
	Utilisation de l'éditeur d'image	9-2
	Activation et désactivation des pixels	9-3
	Ajout d'éléments graphiques	9-3
	Modification et effacement d'une image	9-4
	Sauvegarde et visualisation d'objets graphiques	9-7
	Coordonnées d'objets graphiques	9-8
	Commandes d'objets graphiques	9-9
10.	Objets-unités	
	Présentation de l'application Units	10-1
	Unités et objets-unités	10-1
	Menu du catalogue des unités	10-2
	Création d'un objet-unité	10-3
	Création d'un objet-unité	10-5
	Conversion d'unités	10-6
	Utilisation du menu du catalogue UNITS	10-6
	Utilisation de CONVERT	10-6
	Utilisation de UBASE (pour les unités de base SI) .	10-7
	Conversion d'unités d'angle	10-7
	Calcul avec des unités	10-7
	Factorisation d'expressions-unités	10-9
	Utilisation d'objets-unités dans les expressions	
	algébriques	10-10
	Unités de température	10-10

	Conversion d unites de temperature	10-10
	Opérations sur les unités de température	10-11
	Création d'unités-utilisateur	10-14
	Autres commandes pour les objets-unités	10-15
11.	Fonctions mathématiques	
	Fonctions et commandes intégrées	11-1
	Expression des fonctions : syntaxe algébrique	11-2
	Expression des fonctions : syntaxe de la pile	11-3
	Expressions et équations	11-4
	Constantes symboliques	11-4
	Contrôle de l'évaluation des constantes symboliques .	11-5
	Fonctions mathématiques intégrées	11-5
	Fonctions-utilisateur	11-7
	Création d'une fonction-utilisateur	11-7
	Exécution d'une fonction-utilisateur	11-8
	Fonctions-utilisateur imbriquées	11-9
12.	Fonctions sur des nombres réels et complexes	
	Fonctions mathématiques du clavier principal	12-1
	Fonctions arithmétiques et mathématiques courantes	12-1
	Fonctions exponentielles et logarithmiques	12-2
	Fonctions trigonométriques	12-2
	Fonctions hyperboliques	12-3
	Probabilités et tests statistiques	12-4
	Calcul de tests statistiques	12-4
	Fonctions sur des nombres réels	12-7
	Fonctions de conversion d'angle	12-7
	Fonctions de pourcentage	12-9
	Autres fonctions sur les nombres réels	12-9
	Nombres complexes	12-11
	Affichage des nombres complexes	12-11
	Saisie de nombres complexes	12-12
	Opérations sur nombres réels à résultats complexes .	12-13
	Autres commandes pour nombres complexes	12-13

13.	Vecteurs et tranformations	
	Affichage de vecteurs 2D et 3D	13-1
	Saisie de vecteurs 2D et 3D	13-3
	Commandes mathématiques propres aux vecteurs	13-5
	Exemples de calculs avec des vecteurs 2D et 3D	13-6
	Transformées de Fourier rapides	13-8
14.	Matrices et algèbre linéaire	
	Création et construction de matrices	14-1
	Eclatement de matrices	14-4
	Insertion de lignes et de colonnes	14-5
	Extraction de lignes et de colonnes	14-6
	Permutation de lignes et de colonnes	14-7
	Extraction et remplacement d'éléments de matrices	14-7
	Caractéristiques des matrices	14-8
	Transformation de matrices	14-11
	Opérations sur des éléments matriciels	14-11
	Tableaux et éléments de tableaux dans les expressions	
	algébriques	14-13
	Transformation de matrices complexes	14-15
	Solutions matricielles de systèmes d'équations linéaires.	14-16
	Matrices singulières et mal conditionnées	14-17
	Vérification de la précision d'une solution matricielle .	14-19
	Méthode de Gauss et opérations élémentaires	14-20
	Autres considérations d'algèbre linéaire	14-22
15.	Arithmétique binaire et bases	
	Entiers binaires et bases	15-1
	Utilisation des opérateurs booléens	15-4
	Manipulation des bits et des octets	15-5
16.	Calculs sur les dates, heures et fractions	
	Calculs de dates	16-1
	Calculs d'heures	16-3
	Calculs sur les fractions	16-5

17.	Listes et suites	
	Création de listes	17-1
	Traitement des listes	17-2
	Commandes à arguments multiples sur des listes	17-3
	Application d'une fonction ou d'un programme à une	
	liste (DOLIST)	17-4
	Application récursive d'une fonction à une liste	17-6
	Manipulation des listes	17-7
	Suites	17-8
	Suites	11-0
18.	Résolution d'équations	
10.	Résolution d'une équation pour une variable inconnue.	18-1
	Interprétation des résultats	18-3
	Options de résolution	18-5
	SOLVR: un autre environnement de calcul	18-7
	Options de résolution supplémentaires dans	10-1
		10.0
	l'environnement SOLVR	18-8
	Calcul de toutes les racines d'un polynôme	18-10
	Résolution d'un système d'équations linéaires	18-12
	Application Finance Solver	18-14
	Calculs d'amortissement	18-21
10	וויי וימי וי	
19.	Equations différentielles	10.1
	Résolution d'équations différentielles	19-1
	Résolution d'un problème à valeur initiale standard .	19-2
	Résolution d'un problème à valeur initiale raide	19-4
	Résolution d'une équation différentielle sous forme	
	vectorielle	19-5
	Tracé des solutions d'équations différentielles	19-7
	Tracé d'une équation différentielle raide (stiff)	19-10
	Tracé d'une courbe intégrale pour une solution	
	vectorielle	19-12
20.	Calcul différentiel et manipulation symbolique	
	Intégration	20-1
	Intégration numérique	20-1
	Facteur de précision et incertitude de l'intégration	
	numérique	20-6
	Intégration symbolique	20-8
	Différentiation	20-10
	Création de dérivées-utilisateur	20-11
	Différentiation implicite	20-12

	Approximation polynômiale de Taylor		20 - 13
	Solutions symboliques		20-15
	Isolation d'une variable		20 - 15
	Résolution d'équations quadratiques		20-16
	Solutions générales et principales		20-17
	Affichage de variables cachées		20-17
	Ré-arrangement d'expressions symboliques		20-18
	Manipulation d'expressions complètes		20-18
	Manipulation de sous-expressions		20-20
	Transformations-utilisateur		20-31
	Configurations d'intégration symbolique		20-34
21.	Statistiques et analyse de données		
	Saisie de données statistiques		21-1
	Modification de données statistiques		21-5
	Calculs statistiques à une seule variable		21-7
	Génération de fréquences		21-9
	Ajustement d'un modèle à un ensemble de données		21-10
	Cumuls statistiques		21-12
	Utilisation de la variable réservée PAR		21-14
22.	Tracés		
	Application PLOT		22-1
	Coordonnées du curseur : mode standard et mode		
	TRACE		22 - 4
	Clavier dans l'environnement PICTURE		22 - 5
	Zooms		22 - 7
	Définition des valeurs de zoom par défaut		22 - 7
	Sélection d'un zoom		22-8
	Analyse des fonctions		22-9
	Présentation des variables réservées de PLOT		22-12
	EQ		22-13
	DAT		22-13
	ZPAR		22-13
	PPAR		22-13
	VPAR		22 - 15
	PAR		22-16

23 .	Types de tracés	
	Tracés de type Function	23-1
	Tracés de type Polar	23-4
	Tracés de type Parametric	23-7
	Tracés de type Differential Equation	23-11
	Tracés de type Conic	23-11
	Tracés de type Truth	23 - 14
	Les tracés statistiques	23-18
	Tracés de type Histogram	23-19
	Tracés de type Bar	23-20
	Tracés de type Scatter	23-21
	Traçage de fonctions à deux variables	23 - 23
	Grille d'échantillonnage	23 - 23
	Grille de sortie	23-24
	Tracés de type Slopefield	23-26
	Tracés de type Wireframe	23-29
	Tracé de type Pseudo-Contour	23-32
	Tracés de type Y-Slice	23-33
	Tracé de type Gridmap	23 - 35
	Tracés de type Parametric Surface	23-38
24.	Options de tracés avancées	
	Libellé et localisation des axes	24-1
	Programmes de traçage et fonctions-utilisateur	24-2
	Domaine de traçage et plage d'affichage	24-3
	Sauvegarde et restauration de tracés	24-6
25.	Bibliothèque d'équations	
	Résolution d'un problème avec la bibliothèque	
	d'équations	25-1
	Utilisation de l'algorithme de résolution Solver	25-2
	Les touches de menu	25-3
	Consultation de la bibliothèque d'équations	25-4
	Affichage des équations	25-5
	Visualisation des variables et choix des unités	25-5
	Visualisation de l'image	25-6
	Le Solver d'équations multiples	25-7
	Définition d'un ensemble d'équations	25-9
	Interprétation des résultats fournis par le Solver	
	d'équations multiples	25-11
	Bibliothèque de constantes	25-14
	Jeu du Démineur	25-18

	Unités-utilisateur	25-18
26.	Horloge et alarmes	
	Utilisation de l'horloge (date et heure)	26-1
	Définition des alarmes	26-2
	Réponse aux alarmes	26-4
	Visualisation et modification d'alarmes	26-6
27.	Transfert et impression de données	
	Transfert de données entre deux HP 48	27 - 1
	Impression	27-2
	Configuration de l'imprimante	27 - 3
	Impression de tâches	27 - 3
	Transfert de données entre le HP 48 et un ordinateur .	27 - 7
	Préparation de l'ordinateur et du HP 48	27-7
	Utilisation de Kermit	27-9
	Transfert de variables avec Kermit	27-9
	Choix et utilisation des noms de fichier	27-11
	Sauvegarde de la mémoire du HP 48	27 - 12
	Envoi de commandes Kermit	27 - 14
	Utilisation de XMODEM	27-14
	Utilisation d'autres protocoles série	27-16
28.	Bibliothèques, ports et cartes enfichables	
	Mémoire de port et logements de cartes enfichables	28-1
	Port 0	28-2
		28-2
	Logement de carte 2	28-3
	Objets-sauvegarde	28-3
	Sauvegarde de toute la mémoire	28-6
	Bibliothèques	28-7
	Installation et retrait de cartes enfichables	28-10
	Extension de la mémoire-utilisateur avec des cartes RAM	
	on fight a blog	29 16

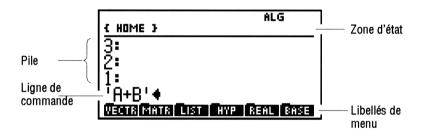
29 .	Programmation avec le HP 48	
		9-1
	Contenu d'un programme	9-2
	Calculs dans un programme	9-4
	Programmation structurée	9-5
	Saisie et exécution de programmes	9-6
		9-8
	Structures de programmation	-10
	Structures conditionnelles	-10
	Structures en boucle	-12
		-15
	Utilisation des variables locales	-16
	Création de variables locales 29	-17
	Evaluation des noms locaux	-18
	Utilisation de variables locales dans des	
	sous-programmes	-18
	Variables locales et fonctions-utilisateur 29	-19
	Découverte des programmes du répertoire EXAMPLES: 29	-20
	Utilisation des programmes HP 48S/SX avec le	
	HP 48G/GX	-21
		-22
30.	Personnalisation du HP 48	
		0-1
		0-3
		0-5
		0-5
		0-5
		0-7
	Rappel et modification des redéfinitions de touches	
	utilisateur	0-8
	A	
A.	Assistance, piles et service Réponses aux questions les plus courantes	A -1
		A-1 A-4
		A-4 A-5
		A-5 A-5
		A-3 -10
		-10 -11
		-11 -12
		-12 -13
		-13 -15
	rest de l'interface infrafonge	- 1 .)

	Test de l'interface série
В.	Messages
C.	Menus
D.	Indicateurs système du HP 48
E.	Tableau des unités
F.	Tableau des équations intégrées
G.	Index des opérations
н.	Diagrammes de la pile d'une sélection de commandes
	Index

Clavier et affichage

Organisation de l'affichage

Pendant la plupart des opérations, l'affichage est partagé en trois parties (voir la figure ci-dessous). Cet arrangement est appelé affichage de la pile. Les paragraphes suivants décrivent chacune de ces parties.

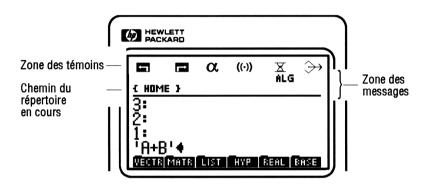


Zone d'état, témoins et messages

La zone d'état affiche:

- Les témoins, qui indiquent l'état du calculateur à un moment donné.
- Le chemin du répertoire en cours. Lorsque vous mettez le calculateur sous tension pour la première fois, le chemin du répertoire est (HOME). Les répertoires (traités au chapitre 5) partagent la mémoire en plusieurs parties, semblables aux fichiers d'un classeur.
- Les messages, qui vous informent lorsqu'une erreur s'est produite ou donnent des informations sur l'utilisation du calculateur.

Tous les témoins sont décrits dans le tableau suivant. Les six premiers témoins s'affichent dans la partie supérieure de la zone d'état. Les autres témoins, ainsi que le chemin du répertoire, partagent le reste de cette zone avec les messages, qui s'affichent à leur place lorsque cela est nécessaire. Lorsque vous effacez le message, le chemin du répertoire et les témoins actifs réapparaissent.



Témoins

Symbole	Signification		
G	Shift-gauche est actif (vous avez appuyé sur 🕦).		
	Shift-droite est actif (vous avez appuyé sur).		
α	Le clavier alpha est actif (vous pouvez frapper des lettres et autres caractères).		
((*))	(Alarme.) Un rendez-vous vient à échéance, ou bien les piles sont faibles. Reportez-vous au message de la zone d'état pour information (si aucun message n'est affiché, mettez le calculateur hors tension et rallumez-le. Un message décrivant le problème doit s'afficher).		
×	Occupé, le calculateur n'est pas prêt à traiter une autre saisie. (Cependant, il est capable de mémoriser 15 frappes, qu'il traitera dès qu'il sera libre.)		

1-2 Clavier et affichage

Témoins (suite)

Symbole	Signification		
>>	Transmission de données à une unité externe.		
RAD	Le mode Radians est actif.		
GRAD	Le mode Grades est actif.		
R∡Z	Le mode de coordonnées polaires/cylindriques est actif.		
RZZ	Le mode de coordonnées polaires/sphériques est actif.		
HALT	L'exécution du programme a été arrêtée.		
12345	Les indicateurs-utilisateur sont armés.		
1USR	Le clavier-utilisateur est actif pour une opération.		
USER	Le clavier-utilisateur est actif jusqu'à ce que vous appuyiez sur 👣 USER.		
ALG	Le mode saisie algébrique est actif.		
PRG	Le mode saisie de programme est actif.		

La pile

La pile est une série d'emplacements mémoire destinés au stockage des nombres et autres objets. Ces emplacements s'appellent niveaux 1, 2, 3. etc.

Le nombre de niveaux change en fonction de la quantité d'objets stockés dans la pile (de zéro à plusieurs centaines). Il croît à mesure que vous introduisez des nombres ou d'autres objets. En effet, les nouvelles données sont placées au niveau 1, décalant les données existantes vers l'arrière, avec incrémentation de leur niveau. Inversement, il décroît lorsque vous utilisez les données, puisque ces dernières descendent dans la pile.

La pile affiche le niveau 1 et jusqu'à trois niveaux supplémentaires. Les autres niveaux demeurent en mémoire sans toutefois être affichés.

Pour de plus amples informations sur la pile et la ligne de commande, consultez "Utilisation de la pile pour les calculs", page 3-1.

Ligne de commande

La ligne de commande apparaît chaque fois que vous commencez à saisir ou à modifier un texte. Les lignes de la pile remontent afin de libérer de la place. Lorsque vous tapez plus de 21 caractères, les informations quittent l'écran par le côté gauche de l'affichage et trois points de suspension (...) apparaissent pour signaler leur présence.

La ligne de commande est étroitement liée à la pile. Vous l'utiliserez pour taper (ou corriger) du texte, puis pour le traiter en transférant les résultats dans la pile.

Lorsque vous n'utilisez plus la ligne de commande, la pile s'affiche à nouveau dans la zone correspondante.

Pour de plus amples informations sur la pile et la ligne de commande, consultez "Utilisation de la ligne de commande", page 2-8.

Libellés de menu

Les libellés de menu en bas de l'affichage indiquent les opérations associées aux six touches de menu blanches situées en haut du clavier. Ces libellés changent selon le menu sélectionné. Pour de plus amples informations sur l'utilisation des menus, consultez "Utilisation des menus", page 1-11.

Organisation du clavier

Le clavier du HP 48 a six niveaux contenant chacun un jeu de touches différent :

- Le clavier principal, représenté par les libellés imprimés sur les touches. Par exemple +, 7, ENTER, TAN et ▲ sont des touches du clavier principal.
- Le clavier shifté-gauche, activé par la pression de la touche mauve

 →. Une fonction shift-gauche est libellée en mauve au-dessus et à gauche de la touche principale. Pour exécuter ASIN, par exemple, appuyez sur →, puis sur SIN.
- Le clavier shifté-droite, activé par la pression de la touche verte .

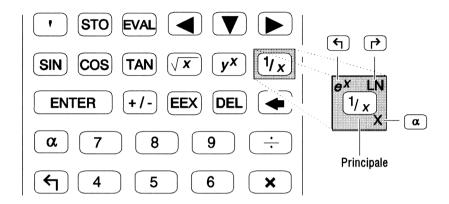
 Une fonction shift-droite est libellée en vert au-dessus et à droite de

1-4 Clavier et affichage

la touche principale. Pour exécuter LN, par exemple, appuyez sur \nearrow , puis sur $\cancel{1/x}$.

- Le clavier alpha, activé par la pression de la touche α. Le caractère d'une touche alpha est libellé en blanc dans l'angle inférieur droit de la touche principale. Les touches alpha sont par défaut des majuscules. Pour frapper un "N" par exemple, appuyez sur α suivie de la touche STO. Lorsque le clavier alpha est actif, le témoin α apparaît, mais le clavier numérique continue de générer des nombres.
- Le clavier alpha shifté-gauche, activé par la pression des touches @, puis ♠. Les caractères alpha shiftés-gauche sont principalement des lettres minuscules, avec aussi quelques caractères spéciaux. (Les caractères shiftés-gauche ne sont pas indiqués sur le clavier.) Pour frapper un "n" par exemple, appuyez sur @, puis sur ♠ et enfin STO.
- Le clavier alpha shifté-droite, activé par la pression des touches Q, puis . Les caractères alpha shiftés-droite sont les lettres grecques et autres caractères spéciaux. (Les caractères alpha shiftés-droite ne sont pas indiqués sur le clavier.) Pour frapper la lettre λ, appuyez sur Q, puis sur pet enfin sur NXT.

Les claviers alpha shiftés et non shiftés sont présentés à la page 2-3. Il est également possible d'accéder facilement à tous les caractères affichables sur le HP48 en utilisant l'application CHARS (voir page 2-4).



Lorsque vous appuyez sur (shift-gauche) ou (shift-droite), le témoin ou s'affiche.

Pour annuler une touche shift:

- Pour annuler une pression sur une touche shift, réappuyez sur cette même touche.
- Pour activer l'autre touche shift, appuyez sur cette autre touche.

Applications et menus de commandes

Certaines touches présentent les deux libellés, shift-gauche et shift-droit, mais nombre d'entres elles n'en ont qu'un.

Les touches ne présentant qu'un libellé vert représentent des applications. Chacune d'elles lance une application dotée d'une interface utilisateur spécialement conçue pour en faciliter l'emploi. Le HP 48 possède douze touches d'application :

Affiche le catalogue des 256 caractères utilisés par le HP 48 (voir chapitre 2).

Permet d'accéder à plus de 300 équations scientifiques, accompagnées de diagrammes et de jeux de variables,

1-6 Clavier et affichage

à 40 constantes physiques et à l'algorithme de résolution de plusieurs équations. (voir chapitre 25).

Facilite l'échange des données entre le HP 48 et des imprimantes, des ordinateurs et d'autres calculateurs HP 48 (voir chapitre 27).

Permet d'accéder à des commandes et à des programmes résidant sur cartes enfichables et en mémoire de port (voir chapitre 28).

Permet d'accéder au gestionnaire de variables pour organiser et gérer les variables stockées (voir chapitre 5).

Permet d'accéder aux différents modes du calculateur et au gestionnaires d'indicateurs (voir chapitre 4).

Permet d'accéder à l'application PLOT et à ses 15 types de tracés (voir les chapitres 22, 23 et 24).

Permet d'accéder à l'application SOLVE et à ses 5 types de fonctions de résolution d'équations (voir chapitre 18).

Permet d'accéder à l'application Pile interactive (voir chapitre 3).

Permet d'accéder à l'application STAT et à ses fonctions d'analyse de données et d'ajustement de courbes (voir chapitre 21).

Permet d'accéder aux fonctions de calcul différentiel et d'algèbre symbolique du HP 48 (voir chapitre 20).

Permet d'accéder aux fonctions de réglage de l'horloge et de gestion des alarmes du HP 48 (voir chapitre 26).

Chacune de ces applications s'accompagne d'une version shiftée-gauche affichant le menu de commandes qui lui est associé. Par exemple, en appuyant sur les touches (STAT), vous affichez le menu de commandes relatives à l'analyse statistique.

Ces menus permettent d'accéder facilement à des commandes à inclure dans des programmes, ou d'utiliser des fonctions directement depuis l'affichage de la pile et non depuis une application.

1 Touches du curseur

Les six touches du curseur diffèrent des autres touches car leur fonction dépend de la présence ou non du *curseur* à l'écran. Si le curseur est affiché, ces touches exécutent les fonctions suivantes :

Fonctions des touches du curseur

touche	Sans shift	Shift-droite
•	Déplace le curseur vers la gauche.	Place le curseur au début.
•	Déplace le curseur vers la droite.	Place le curseur à la fin.
▼	Déplace le curseur vers le bas.	Place le curseur en bas (ou à la fin) de l'affichage.
A	Déplace le curseur vers le haut.	Place le curseur en haut (ou au début) de l'affichage.
DEL	Efface le caractère désigné par le curseur.	Efface tous les caractères, depuis la position du curseur jusqu'à la fin.
•	Efface le caractère précédent.	Efface tous les caractères depuis le début jusqu'à la position du curseur.

Si aucun curseur n'est affiché, appuyez sur l'une des six touches pour exécuter l'opération désignée par le libellé de couleur imprimé au-dessus de la touche considérée :

- (◀) ((PICTURE)) affiche l'image en cours.
- (SWAP) permute les objets des niveaux 1 et 2 de la pile.
- (STACK) démarre l'application de la Pile interactive.
- (VIEW) place l'objet de niveau 1 dans l'environnement le plus adéquat pour l'examiner (voir page 2-11).
- DEL (CLEAR) efface la pile.
- (DROP) supprime l'objet de niveau 1 de la pile.

1-8 Clavier et affichage

Touche CANCEL

Lorsque le HP 48 est sous tension, la touche ON devient la touche (CANCEL). D'une manière générale, (CANCEL) interrompt l'activité en cours, de sorte que vous pouvez immédiatement lancer une autre tâche ou procéder à une reprise à la suite d'un problème.

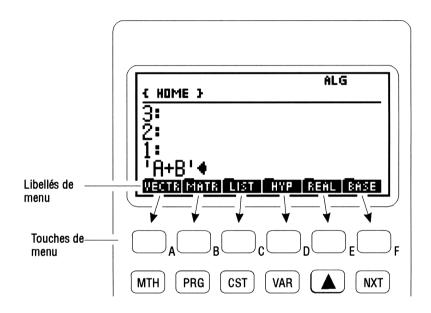
Pour arrêter le calculateur :

- Pour effacer la ligne de commande, appuyez sur (CANCEL).
- Pour annuler un environnement spécifique et rétablir l'affichage de la pile, appuyez sur (CANCEL).
- Pour annuler un programme en cours d'exécution, appuyez sur CANCEL).

Menus : extension du clavier

Le HP 48 utilise des menus afin de gérer au mieux ses centaines de commandes et de fonctions intégrées.

Un menu est un ensemble d'opérations définies pour les six touches de menu blanches, situées en haut du clavier. Les opérations en cours sont indiquées par les six libellés de menu situés en bas de l'affichage.



Certains menus ont plusieurs ensembles de libellés ou pages. Si un libellé présente un onglet sur le côté gauche (comme dans un classeur à intercalaires), il donne accès à un autre menu appelé sous-menu.

Utilisation des menus

Pour afficher un menu :

- 1. Appuyez sur la ou les touches correspondant au menu souhaité.
- 2. Les menus comportant plus de six choix possibles contiennent deux ou plusieurs pages. Si nécessaire, accédez à la page adéquate en procédant comme suit :
 - Pour accéder à la page suivante, appuyez sur (NXT).
 - Pour accéder à la page précédente, appuyez sur (♠) (PREV).

La pression continue de (NXT) vous ramène à la première page lorsque vous arrivez à la fin du menu.

Lorsque vous voulez accéder à un autre menu, il suffit d'appuyer sur les touches correspondantes; vous n'avez pas à sortir du menu où vous vous trouvez pour en appeler un autre.

Pour afficher le menu précédent :

■ Appuyez sur (→) (MENU).

Il peut arriver que vous utilisiez essentiellement un menu, tout en ayant besoin des commandes d'un autre. Par exemple, vous pouvez avoir à quitter la seconde page du menu SYMBOLIC pour utiliser une commande de la seconde page du menu MTH PROB.

Lorsque vous passez d'un menu à un autre, le HP 48 mémorise l'identité et le numéro de page du dernier menu utilisé. Il suffit d'appuyer sur (MENU) (sous la touche (NXT)) pour le rappeler. Toutefois, ceci ne s'applique pas aux menus qui listent uniquement d'autres menus (comme MTH et PRG).

Pour sélectionner une fonction dans un menu :

■ Appuyez sur la touche de menu située sous le libellé désignant l'opération.

Saisie et correction d'objets

L'objet est l'élément d'information de base qu'utilise le HP 48. Par exemple, un nombre réel, une équation, un programme sont des objets. Une objet occupe un seul niveau de la pile et peut être stocké dans une variable.

Le HP 48 peut stocker et manipuler divers types d'objets, y compris des nombres réels et complexes, des entiers binaires, des tableaux. des expressions algébriques, des graphiques, des chaînes de texte et des listes. De nombreuses opérations effectuées par le HP 48 sont identiques pour tous les objets. Toutefois, certaines ne s'appliquent qu'à un type d'objet particulier.

Saisie des nombres

Pour saisir un nombre simple :

- 1. Appuyez sur les touches chiffrées appropriées et, si besoin est, $\operatorname{sur} \Omega$.
- 2. Si le nombre est négatif, appuyez sur (+/-).

Pour corriger une faute de frappe :

■ Appuyez sur la touche (♠) (espace arrière) pour effacer l'erreur, puis reprenez la saisie.

Pour effacer le nombre de la ligne de commande :

■ Appuyez sur (CANCEL).

Exemple: Frappez le nombre -123.4 dans la ligne de commande.

Etape 1: Saisissez les chiffres.

123 () 4

123.4 Vegta Mata List Hyp Real Base

Etape 2: Rendez le nombre négatif.

*/-)

-123.4**♦** Webnia Rhina Custo Hypo Renu Rhse

Appuyez sur CANCEL (la touche ON) pour effacer la ligne de commande.

Pour saisir un nombre sous forme de mantisse avec exposant :

- 1. Saisissez la mantisse. Si elle est négative, utilisez (+/-) pour modifier le signe.
- 2. Appuyez sur **EEX**. (Un E apparaît, pour signaler la présence d'un "exposant".)
- 3. Saisissez l'exposant (puissance 10). S'il est négatif, appuyez sur +/-.

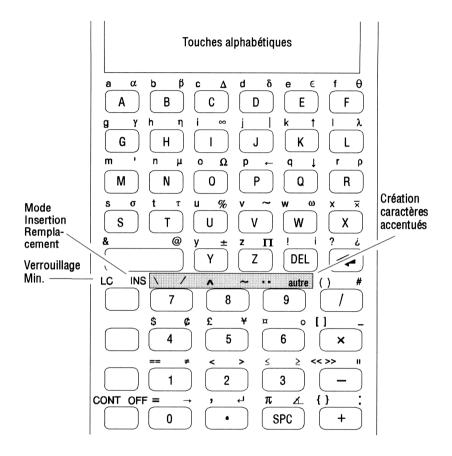
Saisie des caractères (clavier alpha)

Le HP 48 dispose d'un clavier "alpha" permettant la saisie des lettres et autres caractères. Pour l'activer, appuyez sur la touche $\overline{\alpha}$. (Le témoin α s'affiche.)

Lorsque vous appuyez sur la touche a, vous frappez des majuscules. Les lettres disponibles sont imprimées en blanc, en bas à droite de chaque touche. De plus, les touches shiftées-droite et shiftées-gauche donnent accès à d'autres caractères :

- Le clavier alpha shifté-gauche permet l'obtention des minuscules.
- Le clavier alpha shifté-droite permet la frappe de caractères grecs et de divers autres symboles.

Pour éviter de surcharger le clavier du HP 48, la plupart des touches alpha shiftées-gauche et shiftées-droite n'y sont pas indiquées. A titre de référence, l'illustration suivante montre la position de ces touches.



Pour saisir un seul caractère :

- Appuyez sur (α) et frappez le caractère.
- Maintenez la touche (α) , frappez le caractère, puis relâchez (α) .

Pour saisir plusieurs caractères :

- Appuyez sur α α , frappez les caractères et réappuyez ensuite sur α).
- Maintenez la touche (a) enfoncée, frappez les caractères, puis relâchez α .

En appuyant une fois sur α , vous activez le mode de saisie alphabétique pour un seul caractère. En appuyant deux fois sur α , vous verrouillez le mode de saisie alphabétique, qui reste actif jusqu'à ce que vous réappuyiez sur α ou sur ENTER (ou CANCEL). Vous pouvez aussi maintenir la touche α enfoncée pendant que vous tapez plusieurs lettres dans une ligne, ou encore, armer l'indicateur -60 pour verrouiller le mode de saisie alphabétique sur une seule pression de la touche α .

Pour verrouiller ou déverrouiller le clavier en minuscules :

- Si α est verrouillé, appuyez sur (a) pour verrouiller le mode minuscules.
- Si α est désactivé, appuyez sur a a pour verrouiller le mode minuscules.
- Pour déverrouiller les minuscules, appuyez sur ♠ a. Par ailleurs, le fait de mettre un terme à la saisie soit en appuyant sur ENTER ou CANCEL, soit en exécutant une commande, déverrouille automatiquement le mode minuscules.

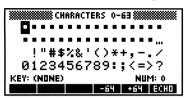
Pendant que vous travaillez en mode de saisie alphabétique en minuscules, vous devez utiliser pour obtenir des majuscules. Le mode minuscules se déverrouille automatiquement si vous appuyez sur ENTER ou CANCEL ou si vous exécutez une commande.

Saisie de caractères spéciaux

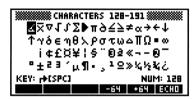
La plupart des 256 caractères affichables sur le HP 48 sont accessibles par le clavier alpha, mais il est facile d'oublier la séquence de touches spécifique servant à générer certains caractères moins utilisés que d'autres.

L'application CHARS a été conçue pour éviter ce problème, vous permettant de choisir directement des caractères affichés pour les insérer à la position du curseur. CHARS affiche 64 caractères à la fois, en même temps que leur numéro et la séquence de touches nécessaire pour saisir chacun d'eux à partir du clavier alpha.

Les quatre écrans CHARS









Pour utiliser CHARS afin de visualiser ou de saisir des caractères :

- 1. Appuyez sur (r) (CHARS). Un écran de 64 caractères s'affiche.
- 2. Utilisez -64 et +64 pour consulter les pages de caractères.
- sélectionnez un caractère. Le numéro correspondant est indiqué en bas à droite et la séquence de touches requise en bas à gauche.
- 4. Insérez le caractère à la position du curseur en appuyant sur ECHO.
- 5. Répétez les étapes 2, 3 et 4 pour insérer d'autres caractères.
- 6. Lorsque vous avez terminé, appuyez sur (ENTER) ou (CANCEL) pour quitter CHARS.

Saisie d'objets avec délimiteurs

Les nombres réels constituent un type d'objet. La plupart des autres objets nécessitent des délimiteurs spéciaux pour indiquer leur type.

Voici une liste non exhaustive des différents types d'objets et les délimiteurs correspondants.

Objets	Délimiteurs	Touches	Exemples
Nombre réel	aucun		14.75
Nbre complexe	\longleftrightarrow	9 ()	(8.25,12.1)
Chaîne	11 11	(*)	"Bonjour"
Tableau	[]	4 []	[4.8-1.32.1]
Unité	_	P _	11.5_ft
Programme	« »	(*)	« 1 DUP NEG » ou « → a b 'a*b' »
Objet algébrique	1 1		'A-B'
Liste	< >	(1)	(6.85 "CINQ")
Commande intégrée	aucun		FIX
Nom	1 1		VOL ou 'VOL'

Pour saisir un objet avec délimiteurs :

- Appuyez d'abord sur la touche du délimiteur, puis frappez les données. (La touche de délimiteur introduit en même temps les deux délimiteurs, ouvrant et fermant.)
- Pour insérer un seul délimiteur dans une expression existante, frappez la touche correspondante à l'endroit requis, puis effacez le délimiteur dont vous n'avez pas besoin.

Même les objets de grande taille, comme les objets algébriques ou les tableaux, peuvent être introduits dans la ligne de commande.

Pour saisir un objet algébrique depuis la ligne de commande :

- 1. Appuyez sur 🕛 pour frapper les délimiteurs.
- 2. Frappez les nombres, les variables, les opérateurs et les parenthèses de l'expression ou de l'équation en procédant de gauche à droite.

 Appuyez sur pour vous placer à droite des parenthèses.

Pour saisir une matrice depuis la ligne de commande :

- 1. Appuyez sur (pour commencer le tableau et sur (pour commencer le tableau et sur débuter sa première ligne.
- 2. Saisissez les données de la première ligne. Appuvez sur (SPC) entre chaque élément.
- 3. Appuyez sur pour amener le curseur au-delà du délimiteur 1 de la ligne.
- 4. Eventuellement, appuyez sur (→) (←) (retour à la ligne) pour commencer une nouvelle ligne.
- 5. Frappez le reste de la matrice. Vous n'avez pas besoin d'ajouter de délimiteurs [] pour les autres lignes, ils seront automatiquement insérés par la suite.

Pour saisir un vecteur depuis la ligne de commande :

- 1. Appuyez sur (pour commencer le tableau. Un vecteur étant une matrice à une seule colonne, il est inutile de regrouper les éléments en lignes à l'aide de délimiteurs, à moins que vous ne souhaitiez créer spécifiquement un vecteur-ligne.
- 2. Frappez les éléments du vecteur. Appuvez sur (SPC) pour les séparer.
- 3. Appuyez sur (ENTER).

Le HP 48 propose également, pour les objets algébriques et les tableaux, des environnements de saisie particuliers qui font appel à des méthodes visuellement intuitives facilitant l'introduction de ces objets de grande taille. Pour de plus amples informations, consultez les chapitres 7, "EquationWriter" et 8, "MatrixWriter".

Utilisation de la ligne de commande

La ligne de commande est avant tout un espace de travail permettant la saisie et la correction des objets. Elle apparaît lorsque vous introduisez ou corrigez du texte (sauf lorsque vous utilisez l'application Equation Writer).

Accumulation de données dans la ligne de commande

Vous pouvez taper un nombre de caractères quelconque dans la ligne de commande, dans la limite de la moitié de la mémoire disponible. Lorsque vous introduisez plusieurs objets, utilisez des espaces, des retours à la ligne (() ou des délimiteurs pour les séparer. Par exemple, vous pouvez taper 12 (SPC) 34 pour entrer ces deux nombres.

Si vous saisissez un caractère en dehors d'une chaîne en ligne de commande, celui-ci et le texte adjacent sont traités comme "commentaire" et supprimés lorsque vous appuyez sur [ENTER].

Lorsque vous saisissez des caractères dans la ligne de commande, ils sont généralement insérés à la position du curseur et les caractères suivants se décalent vers la droite. De plus, vous pouvez utiliser les touches suivantes pour corriger des données dans la ligne de commande :

2

Opérations sur la ligne de commande

Touche	Description		
4 •	Déplace le curseur vers la gauche et la droite sur la		
	ligne de commande. (et pp placent		
	respectivement le curseur aux extrémités gauche et		
	droite.)		
	Si la ligne de commande comporte plusieurs lignes,		
	déplace le curseur d'une ligne vers le haut ou vers le bas. (♠♠ et ♠♥ placent respectivement le		
	curseur sur les première et dernière lignes.)		
	Si la ligne de commande ne comporte qu'une seule		
	ligne, (A) sélectionne la pile interactive, et (V) affiche le menu EDIT.		
•	Efface le caractère à gauche du curseur.		
DEL	Efface le caractère à la position du curseur.		
(T) (EDIT)	Affiche le menu EDIT qui contient des fonctions de		
	correction supplémentaires.		
(►) ENTRY	Change le mode de saisie de la ligne de commande en		
	mode de saisie de programme ou en mode		
	algébrique/de programme, comme décrit ci-dessous.		
ENTER	Traite le texte placé en ligne de commande : déplace		
	les objets vers la pile et exécute les commandes.		
CANCEL	Supprime le contenu de la ligne de commande.		

Sélection des modes de saisie sur la ligne de commande

Le HP 48 dispose de quatre modes de saisie qui simplifient l'introduction des objets.

- Mode de saisie immédiate. (Activé automatiquement et signalé par l'absence de témoin.) 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)). Il s'agit du mode par défaut.
- Mode de saisie algébrique. (Activé lorsque vous appuyez sur et signalé par le témoin ALG.) Le mode de saisie algébrique sert principalement à introduire des noms et des expressions

- algébriques en vue d'une utilisation immédiate. Dans ce mode, les touches de fonction constituent des aides à la frappe (par exemple, SIN introduit SIN()). D'autres commandes sont exécutées immédiatement (par exemple, STO) ou (PURGE).
- Mode de saisie de programme. (Activé lorsque vous appuyez sur (A) ou (A) et signalé par le témoin PRG.) Le mode de saisie de programme est principalement utilisé pour introduire des programmes et des listes. Il sert aussi à corriger la ligne de commande (A) (EDIT). Dans ce mode, les touches de fonction et de commande constituent des aides à la frappe (par exemple, SIN introduit SIN et (STO) introduit STO). Seules les opérations non programmables sont exécutées lorsque vous appuyez sur une touche (par exemple (ENTER), (VAR) ou (ENTRY)).
- Mode de saisie algébrique/de programme. (Activé lorsque vous appuyez sur) en étant en mode de saisie de programme, et signalé par les témoins ALG et PRG.) Ce mode sert à introduire des objets algébriques dans des programmes.

Pour changer manuellement de mode de saisie :

■ Appuyez sur (→) (ENTRY).

ENTRY permet de passer du mode de saisie immédiate au mode de saisie de programme, et alternativement du mode de saisie de programme au mode de saisie algébrique/de programme.



ENTRY permet d'accumuler des commandes dans la ligne de commande en vue de leur exécution ultérieure. Par exemple, vous pouvez appeler manuellement le mode de saisie de programme pour introduire 45 + 1 dans la ligne de commande, et appuyer ensuite sur ENTER pour calculer $\sqrt{4+5}$. ENTRY simplifie aussi la correction des objets algébriques dans les programmes.

Exemple : Calculez $12 - \log(100)$ en introduisant la commande LOG dans la ligne de commande.

Etape 1: Frappez le contenu de la ligne de commande.

Etape 2: Traitez la ligne de commande pour terminer le calcul.



Rappel de lignes de commande précédentes

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

Pour rappeler une ligne précédente :

- 1. Appuyez sur (r) (CMD) (imprimé au-dessus de la touche (+/-)).
- 2. Sélectionnez la commande à récupérer, en vous servant des touches (▲) et (▼), et appuyez sur OK.

Examen et correction d'obiets

Vous ne pouvez pas toujours examiner tous les objets de la pile (vous ne voyez que le début des objets de grande taille), ni ceux qui ont changé de niveau et sont sortis de l'affichage.

Pour vous permettre d'afficher les objets de la pile, quels qu'ils soient, le HP 48 propose plusieurs environnements d'examen et de correction des objets. Un environnement définit un type d'affichage spécifique ainsi qu'un mode de fonctionnement du clavier. Il détermine en fait la façon dont vous voyez l'objet et dont vous le modifiez.

Pour examiner ou corriger un objet :

- 1. Selon l'emplacement de l'objet et l'environnement souhaité, appuyez sur les touches récapitulées dans le tableau ci-dessous.
- 2. Visualisez ou corrigez l'objet selon les règles de l'environnement.
- 3. Quittez l'environnement en choisissant l'une des options suivantes :
 - Après examen, appuyez sur CANCEL.
 - Pour sauvegarder les modifications, appuyez sur (ENTER).

■ Pour annuler les modifications apportées, appuyez sur (CANCEL).

Examen et correction d'un objet

Emplacement de l'objet	Environnement d'examen/de correction	Séquence de touches pour examen ou correction
Niveau 1	Ligne de commande	← EDIT
	Le plus adéquat (voir plus bas)	•
Niveau n	Pile interactive	$igstyle \operatorname{jusqu'au}$ niveau $n,$ $\forall \mathrm{IEW}$
nom Variable	Ligne de commande	¹ nom ♠EDIT
	Le plus adéquat	¹ nom ♠RCL
		▼

La ligne de commande est l'environnement le plus simple pour visualiser et corriger un objet :

- Le menu EDIT est affiché et propose des opérations simplifiant la correction d'objets de grande taille. (Voir plus bas "Utilisation du menu EDIT".)
- Les nombres réels et complexes sont affichés en pleine précision (format standard), indépendamment du mode d'affichage choisi.
- Les programmes, listes, expressions algébriques, unités, répertoires et matrices sont formatés sur plusieurs lignes.
- Tous les chiffres des nombres binaires, tous les caractères des chaînes et la totalité des expressions algébriques sont affichées.

L'environnement de correction "le plus adéquat" est celui que le HP 48 détermine en fonction du type d'objet :

- Les objets algébriques et les objets-unités sont copiés dans l'environnement EquationWriter. Pour éditer l'équation, saisissez le mode de sélection en appuyant sur (◄) (voir chapitre 7).
- Les matrices sont copiées dans l'environnement MatrixWriter (voir chapitre 8).

■ Tous les autres types d'objets sont copiés dans la ligne de commande.

La pile interactive est un environnement permettant d'examiner, de corriger et de manipuler tous les objets de la pile. (Voir "Pile interactive", page 3-6.)

Utilisation du menu EDIT

Chaque fois que la ligne de commande est présente, vous pouvez appuyer sur (pour afficher le menu EDIT. Celui-ci est également affiché chaque fois que vous réalisez un examen ou une correction selon la procédure décrite précédemment.

Certaines opérations du menu EDIT utilisent le concept de mot, suite de caractères entre deux espaces ou deux retours à la ligne. Par exemple, la pression sur +SKIP place le curseur au début d'un mot. Le tableau suivant récapitule les opérations possibles avec le menu EDIT.

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 les caractères depuis le début du mot
	jusqu'au curseur.
DEL→	Supprime les caractères depuis le curseur jusqu'à la fin du mot.
+DEL	Supprime tous les caractères depuis le début de la ligne jusqu'au curseur.
<pre>DEL →</pre>	Supprime tous les caractères depuis le curseur jusqu'à la fin de la ligne. c
INS	Fait passer alternativement le mode de saisie de la ligne de commande, du mode d'insertion (curseur 4) au mode de remplacement (curseur 1). Un symbole dans le libellé du menu indique que le mode d'insertion est actif.
+STK	Active la pile interactive. (Voir "Pile interactive" au chapitre 3.)

Pile

La pile est une série d'emplacements de stockage destinés à recevoir des nombres et autres objets. En général, vous introduisez les nombres et autres objets dans la pile, puis vous exécutez les commandes applicables aux données.

Utilisation de la pile pour les calculs

Généralement, vous faites des calculs en introduisant des objets dans la pile, puis en exécutant les fonctions et commandes appropriées. Les concepts fondamentaux des opérations de la pile sont les suivants :

- Une commande qui exige des arguments (objets sur lesquels les commandes agiront) prend ceux-ci dans la pile. Par conséquent, les arguments doivent être présents avant l'exécution de la commande.
- Les arguments sont extraits de la pile lors de l'exécution de la commande.
- Les résultats sont renvoyés dans la pile pour y être examinés et, éventuellement, réutilisés.

Calculs

Lorsque vous exécutez une commande, les arguments saisis dans la ligne de commande sont automatiquement placés dans la pile avant l'exécution de la commande. Vous n'avez donc pas à appuyer systématiquement sur ENTER pour les introduire dans la pile, et vous pouvez laisser un ou plusieurs arguments dans la ligne de commande. Cependant, n'oubliez jamais que ces arguments se trouvent aussi dans la pile.

Pour utiliser une commande à un seul argument :

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

Exemple: Utilisez les commandes à un seul argument LN (\nearrow LN) et INV ((1/x)) pour calculer $1/\ln 3.7$.

3.7 PLN

1: .76433151028

1/x

VECTA FATTA LIST HYP REPL SASE

Pour utiliser une commande à deux arguments :

- 1. Introduisez le premier argument, puis le second. Le premier doit être au niveau 2, le second au niveau 1 (ou dans la ligne de commande).
- 2. Exécutez la commande.

Les commandes à deux arguments agissent sur les objets des niveaux 1 et 2, et renvoient le résultat au niveau 1. Le reste de la pile *chute* d'un niveau ; par exemple, le contenu antérieur du niveau 3 passe au niveau 2. Les fonctions arithmétiques $(+, -, \times, / \text{ et }^{\wedge})$ et les calculs de pourcentage (%, %CH et %T) sont des exemples de commandes à deux arguments.

Exemple: Calculez 85 - 31.

85 (ENTER) 31 (-)

1: 54 | Wegte Mate List Hyp Real Base

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

 $45 (\sqrt{x}) 12 (x)$

1: 80.49844719 Westia Maria Custa Mayer Real Briss

Exemple: Calculez $4.7^{2.1}$.

 $4.7 \text{ (ENTER) } 2.1 \text{ (}y^x\text{)}$

1: 25.7872779682

Pour saisir plusieurs arguments dans la ligne de commande :

■ Appuyez sur SPC pour séparer les arguments.

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

2401 SPC 4 (*\sqrt{y})



Le calculateur HP 48 conservant les résultats précédents dans la pile, il est particulièrement aisé d'effectuer des calculs en chaîne.

Pour utiliser des résultats précédents (calculs en chaîne) :

- 1. Si nécessaire, placez les résultats précédents au niveau adéquat de la pile (voir plus loin "Manipulations dans la pile").
- 2. Exécutez la commande.

Exemple: Calculez $(12 + 3) \times (7 + 9)$.

Etape 1: Effectuez les additions.



Etape 2 : Notez que les résultats intermédiaires demeurent dans la pile. A présent, multipliez-les.

 \otimes



Exemple: Calculez $23^2 - (13 \times 9) + \frac{5}{7}$.

Etape 1 : Calculez d'abord 23^2 et le produit de 13×9 .

$$23 \bigcirc x^2$$

$$13 \bigcirc x \bigcirc 9 \bigcirc x$$



Etape 2 : Soustrayez les deux résultats intermédiaires et calculez $\frac{5}{7}$.

- 5 (ENTER) $7 \div$

2: 412 1: .714285714286 WEGGIR MATER LIST HYP REAL SESSE 3

Etape 3: Additionnez les deux résultats.

 \oplus

1: 412.714285714

Manipulations dans la pile

Le HP 48 permet de ré-ordonner, dupliquer et supprimer des objets dans la pile.

Pour permuter les objets des niveaux 1 et 2 :

■ Appuyez sur ((SWAP) (ou (en l'absence de ligne de commande).

La commande SWAP est utile pour les opérations non commutatives, telles que -, / et ^.

Exemple: Utilisez \bigcirc SWAP pour calculer $\frac{9}{\sqrt{13+8}}$.

Etape 1: Calculez d'abord $\sqrt{13+8}$.

13 (ENTER)
$$8 + \sqrt{x}$$

Etape 2: Tapez 9 et permutez les niveaux 1 et 2.



Etape 3: Divisez les deux valeurs.

Pour dupliquer l'objet de niveau 1 :

■ Appuyez sur (STACK) (NXT) DUP (ou sur (ENTER) en l'absence de ligne de commande).

La commande DUP recopie le contenu du niveau 1 et fait monter le reste de la pile d'un niveau.

Exemple: Calculez $\frac{1}{47.5} + (\frac{1}{47.5})^4$.

Etape 1 : Calculez d'abord l'inverse de 47.5 et dupliquez la valeur.

47.5 (1/x) (ENTER) 2: 2.10526315789E-2 1: 2.10526315789E-2

Etape 2: Elevez la valeur à la puissance 4.

Etape 3: Additionnez le résultat à la valeur initiale.

+ | 1: 2.10528280169E-2 | WEGTERMATER LIST HAVE REBLE RASE

Pour effacer l'objet de niveau 1 :

■ Appuyez sur ♠ DROP (ou ♠ en l'absence de ligne de commande). Lorsque vous exécutez la commande DROP, les autres objets de la pile chutent d'un niveau.

Pour effacer la totalité de la pile :

■ Appuyez sur ← CLEAR (ou DEL en l'absence de ligne de commande).

Rappel des derniers arguments

La commande LASTARG (PARG) place les arguments de la dernière commande exécutée dans la pile pour que vous puissiez les réutiliser. Elle est particulièrement utile pour les arguments complexes, comme les expressions algébriques et les matrices.

Pour rappeler les arguments de la dernière commande :

■ Appuyez sur → ARG.

Exemple: Utilisez (\rightarrow) (ARG) pour calculer ln2.3031 + 2.3031.

3

Etape 1: Calculez d'abord ln 2.3031, puis rappelez l'argument de LN. (ARG) se trouve au-dessus de la touche (EEX).)

2.3031 PLN 2: .83425604152 PARG 1: 2.3031 VECTR MATE LIST HYP REFL. SASE

Etape 2: Additionnez les deux nombres.

+ 1: 3.13735604152 | WENTE CHIEF CHI

Restauration de la pile (UNDO)

La commande UNDO **DUNDO** rétablit l'état de la pile antérieur à l'exécution de la dernière commande.

Pour rétablir l'état antérieur de la pile :

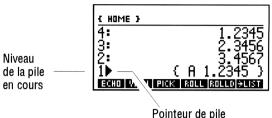
■ Appuyez sur (→) (UNDO).

Pile interactive

L'affichage normal de la pile est une "fenêtre" qui montre le niveau 1 et autant de niveaux supérieurs que l'espace disponible le permet. Le HP 48 dispose également d'un environnement dit *pile interactive*, dans lequel le clavier est redéfini pour un ensemble spécifique de manipulations. La pile interactive permet de :

- Déplacer la fenêtre pour examiner le reste de la pile.
- Déplacer et copier des objets à différents niveaux.
- Copier le contenu de tout niveau de la pile dans la ligne de commande.
- Supprimer des objets de la pile.
- Corriger des objets de la pile.
- Examiner des objets de la pile dans un environnement approprié.

Lorsque vous activez la pile interactive, le pointeur de pile s'active (il repère le niveau de la pile en cours), le clavier est redéfini et le menu de la pile interactive s'affiche. Vous devez quitter la pile interactive pour pouvoir exécuter d'autres opérations sur le calculateur.



Pour utiliser la pile interactive :

- 1. Appuyez sur (→)(STACK) (ou sur ↑STK dans le menu EDIT) pour activer la pile interactive. (En l'absence de ligne de commande. appuyez sur (A).) Le pointeur de pile s'affiche et repère le niveau 1.
- 2. Utilisez les touches décrites dans le tableau suivant pour visualiser ou manipuler les objets de la pile.
- 3. Appuyez sur (ENTER) (ou sur (CANCEL)) pour quitter la pile interactive et afficher la pile modifiée.
- 4. Le cas échéant, vous pouvez annuler les modifications effectuées dans la pile interactive en appuyant sur (UNDO).

Si vous activez la pile interactive en présence d'une ligne de commande, seule la touche ECHO s'affiche dans le menu. En effet, la seule opération possible est de copier (echo) un objet de niveau supérieur pour l'insérer à la position du curseur dans la ligne de commande.

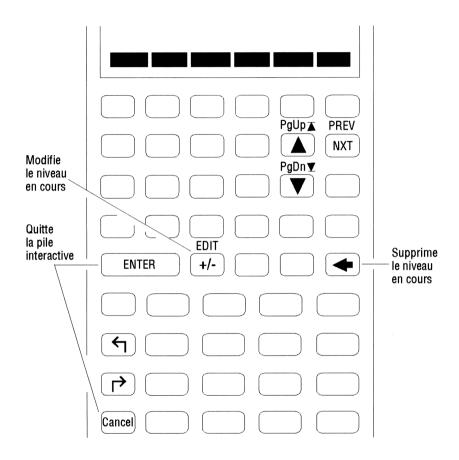
Opérations sur la pile interactive

Touche	Description		
STACK (ou 🛕 en l'absence de ligne de commande) :		
ECHO	Copie le contenu du niveau en cours dans la ligne de commande à la position du curseur.		
VIEW	Sert à examiner ou à corriger l'objet au niveau en cours dans l'environnement le plus adéquat. Appuyez sur ENTER une fois la correction terminée (ou sur CANCEL pour annuler).		
◆ AIEM	Sert à examiner ou à corriger l'objet indiqué par son nom ou le numéro de niveau, et ce dans l'environnement le plus adéquat. Appuyez sur ENTER une fois la correction terminée (ou sur CANCEL pour annuler).		
PICK	Copie le contenu du niveau en cours dans le niveau 1 (équivalent de 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 du niveau en cours (équivalent de 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 de n ROLLD).		
→LIST	Crée une liste contenant tous les objets compris entre le niveau 1 et le niveau en cours (équivalent de n \rightarrow LIST).		
DUPN	Copie les contenus de tous les niveaux compris entre le niveau 1 et le niveau en cours dans les niveaux suivants (équivalent de <i>n</i> DUPN). Par exemple, si le pointeur est au niveau 3, les niveaux 1, 2 et 3 sont copiés respectivement dans les niveaux 4, 5 et 6.		
DRPN	Efface le niveau 1 jusqu'au niveau en cours (équivalent de n DROPN).		
KEEP	Efface tous les niveaux de la pile situés au-dessus du niveau en cours.		

Opérations sur la pile interactive (suite)

Touche	Description		
LEWEL	Introduit le numéro du niveau en cours dans le		
	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 suivante)		
	remonte le pointeur de quatre niveaux. Précédée de la		
	touche , cette commande (repérée par dans l'illustration suivante) envoie le pointeur en haut de la		
	pile.		
▼	Descend le pointeur d'un niveau. Précédée de la touche		
	, cette commande (repérée par (()[PgDn) dans		
	l'illustration du clavier suivante) descend le pointeur de		
	quatre niveaux. Précédée de 👝, cette commande		
	(repérée par (repérée par (repérée par (repérée par (repérée par repert)) envoie le pointeur en bas de la		
	pile.		
(T) (EDIT)	Copie l'objet du niveau en cours dans la ligne de		
	commande pour correction. Appuyez sur ENTER		
	lorsque la correction est terminée (ou sur CANCEL		
	pour annuler).		
•	Supprime l'objet dans le niveau en cours.		
NXT	Sélectionne la page suivante des opérations sur la pile		
	interactive.		
ENTER	Permet de quitter la pile interactive.		
CANCEL	Permet de quitter la pile interactive.		

La plupart des opérations du menu de la pile interactive ont une commande programmable équivalente (voir "Menu de commandes de la pile", page 3-12).



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

- 1. Placez le curseur à l'endroit de la ligne de commande où vous souhaitez insérer l'objet.
- 2. Appuyez sur (EDIT) +STK.
- 3. Appuyez sur (A) et (V) pour amener le pointeur de la pile interactive sur l'objet voulu et appuyez sur ECHO.
- 4. Appuyez sur (ENTER) (ou (CANCEL)) pour quitter la pile interactive.

Exemple: Utilisez la pile interactive pour insérer le nombre

1.2345 dans la ligne de commande, en créant la

liste (A 1.2345).

Etape 1: Introduisez ces nombres dans la pile.

1.2345 (ENTER)	3: 2:	1.2345
2.3456 (ENTER)	2:	2.3456
3.4567 (ENTER)]: 	3.4567 HYPE REAL BASE
	YECTO PINTO LIS	HUP NEHL BROSE

Etape 2: Commencez la liste.



Etape 3: Sélectionnez la pile interactive.



Etape 4: Déplacez le pointeur au niveau 3, recopiez l'objet puis quittez la pile interactive.



Etape 5: Introduisez la liste dans la pile.



3 Menu de commandes de la pile

Le tableau suivant décrit les commandes programmables qui permettent de manipuler la pile. Ces commandes sont disponibles dans le menu (STACK).

Commande/Description		Exer	nple	
Commande/ Description		Entrée		Sortie
DEPTH Renvoie le nombre	3:		3:	16
d'objets dans la pile.	2:	16	2:	'X1'
	1:	'X1'	1:	2
DROP2 Supprime les	3:	12	3:	
objets des niveaux 1 et 2.	2:	10	2:	
	1:	8	1:	12
DROPN Supprime les n	4:	123	4:	
+ 1 premiers objets de	3:	456	3:	
la pile (n étant au niveau	2:	789	2:	
1). Libellé DRPN dans le	1:	2	1:	123
menu.				
DUP Duplique l'objet du	3:		3:	232
niveau 1.	2:	232	2:	543
	1:	543	1:	543
DUP2 Duplique les objets	4:		4:	'A'
des niveaux 1 et 2.	3:		3:	(2,3)
	2:	'A'	2:	'A'
	1:	(2,3)	1:	(2,3)
DUPN Duplique <i>n</i> objets	6:		6:	123
de la pile en commençant au	5:		5:	456
niveau 2 (n étant au niveau	4:	123	4:	789
1).	3:	456	3:	123
	2:	789	2:	456
	1:	3	1:	789

Commande/Description		Exemple		
Communication Description		Entrée		Sortie
OVER Renvoie une copie	3:		3:	'AB'
de l'objet du niveau 2.	2:	'AB'	2:	1234
	1:	1234	1:	'AB'
PICK Renvoie au niveau	4:	123	4:	123
1 une copie de l'objet situé	3:	456	3:	456
au niveau $n+1$ (n étant au	2:	789	2:	789
niveau 1).	1:	3	1:	123
ROLL Déplace l'objet du	5:	555	5:	
niveau $n + 1$ au niveau 1 (n	4:	444	4:	444
étant au niveau 1).	3:	333	3:	333
	2:	222	2:	222
	1:	4	1:	555
ROLLD Déplace vers le	6:	12	6:	
bas une portion de la pile	5:	34	5:	12
comprise entre le niveau 2 et	4:	56	4:	90
le niveau $n+1$ (n étant au	3:	78	3:	34
niveau 1).	2:	90	2:	56
	1:	4	1:	78
ROT Effectue une	3:	12	3:	34
permutation circulaire sur	2:	34	2:	56
les trois premiers objets	1:	56	1:	12
de la pile (équivalent de 3				
ROLL).				

Modes du calculateur

Le HP 48 utilise plusieurs modes de fonctionnement, selon la nature de l'opération qu'il exécute. Plusieurs de ces modes sont gérés automatiquement par les commandes que vous sélectionnez, d'autres sont déterminés par des paramètres que vous réglez vous-même.

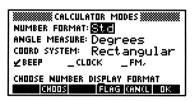
L'application MODES et le menu de commandes qui lui est associé vous donnent accès aux modes que vous pouvez vous-même contrôler.

Utilisation de l'application MODES

L'application MODES facilite le contrôle des modes utilisés par le HP 48.

Pour utiliser l'application MODES :

■ Appuyez sur (→) (MODES).



Ecran des modes du calculateur

Cet écran vous permet de définir les modes suivants :

- Mode d'affichage du format des nombres
- Mode d'angle
- Mode de coordonnées

- Mode d'avertisseur
 - Mode d'affichage de l'horloge
 - Mode de séparateur décimal

Définition du mode d'affichage

Le mode d'affichage détermine le format utilisé par le HP 48 pour afficher les nombres. (Les nombres peuvent être affichés dans un format différent de celui sous lequel ils sont stockés. Indépendamment du mode d'affichage en cours, un nombre est toujours stocké sous la forme d'une mantisse signée à 12 chiffres avec un exposant signé à trois chiffres.)

Le HP 48 dispose de quatre modes d'affichage :

- Mode standard (Std)—affiche les nombres en pleine précision. Tous les chiffres significatifs à droite du séparateur décimal sont affichés jusqu'à 12.
- Mode fixe (Fix)—affiche les nombres arrondis à un nombre de décimales spécifié. Les nombres réels sont affichés par groupes de trois chiffres séparés par des virgules (si le point sert de séparateur décimal) ou par des points (si la virgule sert de séparateur décimal).
- Mode scientifique (Sci)—affiche un nombre sous forme d'une mantisse (avec un seul chiffre à gauche du séparateur décimal et un nombre de décimales spécifié) et d'un exposant.
- Mode ingénieur (Eng)—affiche un nombre sous forme d'une mantisse avec un nombre spécifié de chiffres, suivie d'un exposant multiple de 3.

Pour définir le mode d'affichage :

- Appuyez sur (►) (MODES).
- Mettez en valeur le champ NUMBER FORMAT:.
- Appuyez sur CHOOS (ou appuyez plusieurs fois sur +/- pour faire défiler la liste des options jusqu'à celle que vous souhaitez).



Boîte de sélection du format des nombres

- Sélectionnez un format de nombre et appuyez sur □ □K
- Si le format est Fix, Sci ou Eng, appuyez sur (▶), tapez le nombre de chiffres à afficher et appuyez sur (ENTER).
- Appuyez sur □K .

Définition du mode d'angle

Le mode d'angle détermine comment le calculateur interprète les arguments d'angle et renvoie les mesures d'angle.

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 définir le mode d'angle :

- 1. Appuyez sur (MODES).
- 2. Utilisez les touches fléchées pour mettre en valeur le champ ANGLE MEASURE:.
- 3. Choisissez ensuite l'une des procédures suivantes :
 - Appuyez sur CHOOS pour afficher la liste d'options, faites votre choix et appuyez sur DK...
 - Appuyez plusieurs fois sur (+/-) jusqu'à ce que votre choix s'affiche dans le champ.
- 4. Appuyez sur DK pour confirmer votre choix ou sur CANCL pour l'annuler.

Pour définir le mode d'angle directement depuis le clavier :

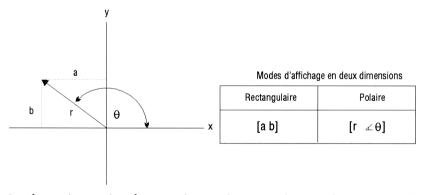
■ Appuyez sur (♠) (RAD) pour basculer entre les modes radians et degrés (ou entre les modes radians et grades si ce dernier a été précédemment choisi dans le menu MODES).

Définition du mode de coordonnées

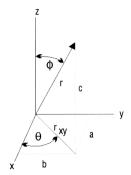
Le mode de coordonnées détermine le type d'affichage des nombres complexes et des vecteurs. Les nombres complexes et les vecteurs à deux dimensions peuvent s'afficher en représentation rectangulaire ((X,Y) ou [XY]) ou polaire ((R,Z) ou [RZ]).

Les vecteurs à trois dimensions peuvent s'afficher en mode rectangulaire ([XYZ]), cylindrique ([RZZ]) ou sphérique ([R44]).

Toutefois, quelle que soit la façon dont ces objets sont affichés, ils sont toujours stockés en représentation rectangulaire et les calculs sont basés sur cette représentation interne.



Systèmes de coordonnées pour les nombres complexes et les vecteurs 2D



Modes d'affichage en trois dimensions				
Rectangulaire	Cylindrique	Sphérique		
[a b c]	[r _{Xy} ∡θ c]	[r ∡ θ ∡ φ]		

Systèmes de coordonnées pour les vecteurs 3D

Pour définir le mode de coordonnées :

- 1. Appuyez sur (MODES).
- 2. Utilisez les touches fléchées pour mettre en valeur le champ COORD SYSTEM:.
- 3. Choisissez ensuite l'une des procédures ci-dessous :
 - Appuyez sur CHOOS pour afficher la liste des options, sélectionnez-en une et appuvez sur OK .
 - Appuyez plusieurs fois sur (+/-) jusqu'à ce que votre choix s'affiche dans le champ. Notez que Polar équivaut à une représentation "polaire cylindrique" lorsque des vecteurs 3D sont affichés.
- 4. Appuyez sur OK pour confirmer votre choix ou sur CANCL pour l'annuler.

Pour changer de mode de coordonnées directement depuis le clavier:

■ Appuyez sur (→) (POLAR) pour basculer entre les modes rectangulaire et polaire (cylindrique) ou entre les modes rectangulaire et sphérique si ce dernier a été précédemment sélectionné dans le menu MODES.

Définition de l'avertisseur

Par défaut, le HP 48 émet un "signal sonore" chaque fois qu'une erreur se produit. Vous pouvez activer ou désactiver l'avertisseur.

Pour définir l'avertisseur à l'aide de l'application MODES :

- 1. Appuyez sur (MODES).
- 2. Mettez en valeur le champ BEEP et appuyez sur CHK (ou +/-) jusqu'à ce que le réglage souhaité s'affiche (une coche indique que l'avertisseur est activé).
- 3. Appuyez sur OK pour confirmer votre choix ou sur CANCL pour l'annuler.

Définition de l'affichage de l'horloge

Le HP 48 peut afficher une horloge indiquant la date et l'heure.

Pour afficher l'horloge :

- 1. Appuyez sur MODES.
- 2. Mettez en valeur le champ CLOCK et appuyez sur CHK (ou +/-) jusqu'à ce que la valeur souhaitée s'affiche (une coche indique que l'affichage de l'horloge est activé).
- 3. Appuyez sur OK pour confirmer votre choix ou sur CANCL pour l'annuler.

Définition du séparateur décimal

Le séparateur décimal est le signe de ponctuation qui sépare dans un nombre réel la partie entière de la partie décimale. Du fait qu'il varie selon les pays, le HP 48 en accepte deux types : le point (.) et la virgule (,). Comme le montre le tableau, le séparateur décimal utilisé modifie la ponctuation à employer pour séparer les chiffres et les arguments :

Séparateur décimal	Séparateur de chiffres	Séparateur d'arguments
. (3.456)	, (34,300.54)	, ((3,4))
, (3,456)	. (34.300,54)	; ((3;4))

Pour définir le séparateur décimal :

- 1. Appuyez sur (MODES).
- 2. Mettez en valeur le champ FM, et appuyez sur VCHK (ou (+/-)) jusqu'à ce que la valeur souhaitée s'affiche (une coche pour la virgule, absence de coche pour le point).
- 3. Appuvez sur UK pour confirmer votre choix ou sur CANCL pour l'annuler.

Utilisation des indicateurs système

La plupart des modes sont commandés par des indicateurs système. Le HP 48 compte 64 indicateurs système, numérotés de -1 à -64. Chacun peut avoir deux états : armé (valeur 1) ou désarmé (valeur 0). Les indicateurs système et les modes qu'ils commandent sont décrits à l'annexe D.

Vous pouvez commander les modes en manipulant directement les indicateurs système. Vous y accédez en utilisant le gestionnaire d'indicateurs depuis l'application MODES ou en utilisant le sous-menu FLAG.

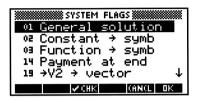
Utilisation du gestionnaire d'indicateurs

Le HP 48 utilise deux types d'indicateurs système : ceux qui, de façon indépendante, déterminent un mode, et ceux qui s'associent à d'autres pour déterminer un mode. Le gestionnaire d'indicateurs permet d'examiner et de définir les indicateurs "indépendants".

Pour examiner ou changer la valeur des indicateurs à l'aide du gestionnaire d'indicateurs :

1. Appuyez sur (MODES).

2. Appuyez sur FLAG pour lancer le gestionnaire d'indicateurs.



Le gestionnaire d'indicateurs

- 3. Utilisez les touches fléchées pour faire défiler les indicateurs. Une coche à gauche du numéro de l'indicateur signale qu'il est armé. Le texte explique l'impact de l'indicateur sur le fonctionnement du calculateur.
- 4. Appuyez sur **CHK** pour changer la valeur de l'indicateur. La description change en fonction du nouveau paramétrage.
- 5. Lorsque vous avez terminé, appuyez sur OK pour confirmer vos modifications (s'il y a lieu) ou sur CANCL pour les annuler.

Utilisation du sous-menu de commandes FLAG

Les commandes pour armer, désarmer et tester les indicateurs se trouvent dans le menu MODES FLAGS (MODES FLAG). (Elles sont dupliquées dans le menu PRG TEST.) Leurs arguments sont des numéros d'indicateurs.

Pour utiliser une commande d'indicateur :

- 1. Tapez le numéro de l'indicateur (négatif pour un indicateur système).
- 2. Exécutez la commande (voir le tableau ci-après).

Commandes des indicateurs système

Touche	Commande	Description				
	programmable					
MODES FLAG ou PRG TEST (NXT NXT):						
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.				
F87C	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: Activez le verrouillage alpha automatique sur une seule pression de la touche (a) (au lieu de deux). A cet effet, armez l'indicateur système -60, qui commande le verrouillage alpha: 60 (+/-) (MODES) FLAG SF.

Pour armer ou désarmer plusieurs indicateurs à la fois :

- 1. Depuis la pile, introduisez au niveau 1 une liste des numéros d'indicateurs que vous voulez armer ou désarmer.
- 2. Choisissez ensuite l'une des procédures suivantes :
 - Pour armer les indicateurs, appuyez sur (♠)(MODES) FLAG SF
 - Pour désarmer les indicateurs, appuyez sur (♠)(MODES) FLAG CF.

Pour rappeler toutes les valeurs d'indicateurs dans la pile :

■ Appuyez sur (♠) (MODES) FLAG (NXT) RCLF.

Cette commande renvoie une liste contenant deux entiers binaires de 64 bits représentant l'état des indicateurs système et utilisateur. Le bit le plus à droite (le moins significatif) correspond à l'indicateur système -1 ou à l'indicateur utilisateur 1.

Pour redéfinir tous les indicateurs à leurs valeurs par défaut :

■ Appuyez sur (♠)(MODES) FLAG (NXT) RESET.

Indicateurs utilisateur

Les indicateurs utilisateur, numérotés de 1 à 64, ne sont pas utilisés par le système. Leur signification dépend de la manière dont ils sont employés par un programme utilisateur. Vous pouvez les armer, les désarmer et les tester de la même manière que les indicateurs système.

Une fois armés, les indicateurs utilisateur 1 à 5 s'affichent sous forme de nombre.

Sous-menus MODES

Le menu MODES contient trois sous-menus dont les commandes agissent comme des raccourcis clavier pour changer l'état de certains modes, et comme commandes programmables. Chacun de ces sous-menus comporte des libellés d'état des modes en question. Un (m) dans un libellé indique que le mode est actif.

Opérations du menu MODES

Touche	Description					
Modes de format numérique (MODES FMT)						
STD	Définit le mode d'affichage standard.					
FIX	Définit le mode d'affichage fixe. Le nombre du niveau 1					
	indique le nombre de décimales.					
SCI	Définit le mode d'affichage scientifique. Le nombre du niveau 1 indique le nombre de décimales.					
ENG	Définit le mode d'affichage ingénieur. Le nombre du					
	niveau 1 indique le nombre de chiffres de la mantisse qui s'affichent après le premier chiffre significatif.					
FM,	Active le point ou la virgule comme séparateur décimal.					
	Active l'affichage d'un niveau 1 multiligne sous la forme					
	de lignes multiples (dans le libellé) ou d'une seule ligne					
	suivie de points de suspension.					
]	Modes de mesure d'angle (MODES) ANGL)					
DEG	Définit le mode d'angle en degrés.					
RAD	Définit le mode d'angle en radians.					
GRAD	Définit le mode d'angle en grades.					
RECT	Définit le mode de coordonnées rectangulaires.					
CYLIN	Définit le mode de coordonnées cylindriques.					
SPHER	Définit le mode de coordonnées sphériques.					
	Modes divers (MODES MISC).					
BEEP	BEEF Active ou non le signal sonore en cas d'erreur (• dans le libellé).					
CLK	Active ou non l'affichage d'une horloge (dans le libellé).					
SYM	Active l'évaluation symbolique (• dans le libellé) ou l'évaluation numérique.					
STK	Active ou non la sauvegarde (dans le libellé) de la dernière pile. Affecte l'action de ((UNDO).					
ARG	Active ou non la sauvegarde (dans le libellé) des derniers arguments. Affecte l'action de ARG.					
CMD	Active ou non la sauvegarde (dans le libellé) de la dernière ligne de commande. Affecte l'action de (CMD).					
INFO?	Active ou non l'affichage automatique (dans le libellé) des messages d'invite et de données d'information.					

Mémoire

Le HP 48 utilise deux types de mémoire :

- Mémoire morte (ROM). La ROM est une mémoire destinée à des opérations spécifiques et son contenu ne peut être modifié. Le HP 48 possède une ROM intégrée de 512 Ko (kilo-octets) qui contient son jeu de commandes. Sauf sur le modèle HP 48G, vous pouvez étendre cette capacité en installant des cartes d'application enfichables (voir chapitre 28).
- Mémoire vive (RAM). La RAM est une mémoire dont vous pouvez modifier le contenu. Il est possible d'y stocker des données, de les modifier et de les supprimer. Sauf sur le modèle HP 48G, vous pouvez étendre sa capacité en ajoutant des cartes mémoire (voir chapitre 28).

La RAM est aussi appelée mémoire utilisateur parce que vous y avez accès. Vous utilisez ou vous travaillez dans la mémoire utilisateur lorsque vous introduisez un objet dans la pile, sauvegardez un objet dans une variable, supprimez une variable, créez une équation ou une matrice, lancez un programme, etc. De plus, le HP 48 effectue régulièrement un vidage du système afin de libérer de la mémoire pour les opérations courantes.

La figure ci-après représente l'organisation de la RAM intégrée du HP 48. Notez que cette figure n'est pas à l'échelle.

Sys	t.	Mém.disponible	Mém.utilisat.				
				 	 	Home	Port 0
Α	В	С	D	E	F	G	Н
			1	<u>. </u>	İ		1

Les partitions varient en fonction de l'allocation en cours

Représentation schématique de la RAM intégrée du HP 48

Après une réinitialisation complète, la mémoire du calculateur revient à sa configuration d'origine. Les seuls éléments restant en mémoire sont les variables système intégrées (section A). Tout le reste constitue la mémoire disponible (C).

Lorsque vous utilisez le calculateur, des espaces de la mémoire disponible sont automatiquement alloués aux différentes zones que montre la figure précédente. Ces zones sont :

- Mémoire système : réservée au langage RPL. Vous n'avez aucun contrôle sur cet espace. Il est divisé en deux sections, l'une extensible et l'autre non :
 - □ Zone de stockage des variables système (A) : section non extensible contenant les valeurs de toutes les variables système RPL (telles que *PICT*) et les emplacements courants des "zones frontières" entre les autres sections extensibles de la RAM.
 - □ Zone système de stockage temporaire (B) : section extensible contenant des copies temporaires des objets en cours de manipulation et la "pile de retour" (liste des opérations actives en suspens).
- Mémoire disponible (C) : section extensible correspondant à toute la RAM non allouée, disponible après soustraction de la mémoire système et de la mémoire utilisateur.
- Mémoire utilisateur : mémoire dont vous disposez. Elle est divisée en cinq sections extensibles :
 - □ La pile (D) : contient les objets de la pile.

5-2 Mémoire

- □ Zone de stockage des DERNIERES variables (E) : contient les trois variables temporaires (LAST CMD, LAST STACK et LAST ARG) qui gardent une copie des commandes, de la pile et des arguments précédents en vue d'une éventuelle restauration. Pour économiser de la mémoire, désactivez ces trois variables (voir page 4-11).
- □ Zone de stockage des variables locales (F) : contient toutes les variables locales créées par les programmes en cours d'exécution. Les variables locales n'existent que le temps de l'exécution du programme.
- □ HOME (G): contient tous les objets nommés (stockés). Vous pouvez organiser et gérer HOME à l'aide du gestionnaire de variables (voir page 5.5). Les paragraphes suivants de ce chapitre décrivent la zone HOME.
- □ Port 0 (H): contient les objets-sauvegardes et les bibliothèques que vous avez stockés dans le Port 0.

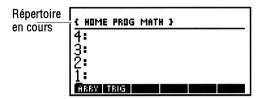
HOME: variables et répertoires

La zone HOME de la mémoire fonctionne comme le disque d'un micro-ordinateur. Chaque objet nommé dans HOME, ou variable HOME, correspond à un fichier créé sur disque.

Comme les fichiers, les variables HOME permettent de stocker des informations sous des noms expressifs et de les rappeler. Ainsi, vous pouvez enregistrer l'accélération de la gravité, 9.81 m/s², dans une variable nommée G et utilisez ce nom pour faire référence au contenu de la variable. Sauf stipulation contraire, toutes les variables que vous créez (en les nommant) sont des variables HOME.

En outre, il est possible d'organiser les variables HOME de manière hiérarchique, sous forme de répertoires structurés en fonction de vos besoins. Notez que les noms des répertoires sont stockés dans des variables.

Un seul répertoire peut être actif à la fois (le répertoire en cours). Le répertoire principal (ou répertoire racine) pour le HP 48 est appelé HOME et reste le répertoire en cours tant que vous n'en changez pas. Le chemin du répertoire en cours (le chemin en cours) est indiqué dans la zone d'état de l'affichage.



Vous avez en permanence un accès clavier immédiat aux variables du répertoire en cours. Une pression sur VAR appelle le menu VAR, constitué des six dernières variables stockées dans le répertoire en cours. (Une pression sur NXT permet de consulter les autres "pages" de variables.) Les noms des répertoires étant stockés dans des variables, ils apparaissent aussi dans le menu VAR, dotés d'un "onglet" sur le côté gauche du libellé de façon à les distinguer.

Le répertoire *HOME* est le seul qui existe à la première mise sous tension du calculateur. Le gestionnaire de variables vous permet d'en créer d'autres ultérieurement, en fonction de vos besoins.

Stockage des variables

Lorsque vous évaluez une variable, le HP 48 recherche son nom dans le répertoire en cours. S'il ne le trouve pas, il explore tous les éléments du chemin jusqu'au répertoire *HOME*. Notez qu'il évalue la *première* variable trouvée portant le nom indiqué, qu'elle soit ou non celle dont vous avez besoin. Ceci conduit à envisager plusieurs critères d'organisation des variables :

- Placez dans le répertoire *HOME* les variables auxquelles vous voulez accéder à partir de n'importe quel répertoire.
- Placez dans un répertoire ne figurant pas dans le chemin en cours les variables auxquelles vous ne voulez pas accéder à partir de tout répertoire.
- Enfin, vous pouvez dupliquer des noms de variables à condition qu'elles ne figurent pas dans le même répertoire.

Utilisation du gestionnaire de variables

Le gestionnaire de variables simplifie l'affichage et l'organisation de la mémoire HOME, ainsi que des répertoires, sous-répertoires et variables qu'elle contient.

Pour sélectionner le gestionnaire de variables, appuyez sur MEMORY :



gestionnaire de variables : écran principal

Les pages suivantes traitent des tâches exécutables au moyen du gestionnaire de variables, à savoir :

- Création de variables.
- Sélection de variables.
- Correction de variables.
- Copie et déplacement de variables.
- Suppression de variables.
- Recherche de la taille des variables.

Création de variables

Les noms de variables peuvent contenir un maximum de 127 caractères, dont des lettres, des chiffres et d'autres caractères sauf :

- Les séparateurs réservés aux objets : espace, point, virgule, 🗈
- Les délimiteurs d'objets # [] " ' () () « »:
- ≠ A.f I

Notez que le calculateur distingue les majuscules des minuscules, même si cela n'est pas visible dans les libellés de menus.

Vous devez également respecter les contraintes suivantes :

- Les noms ne doivent pas commencer par un chiffre.
- Vous ne pouvez pas utiliser des noms de commandes (par exemple SIN, i ou π).
- PICT est également un nom spécial utilisé par le HP 48 pour contenir l'objet graphique en cours et ne doit donc pas être utilisé.
- Certains noms de variables sont autorisés bien qu'ils soient utilisés par le HP 48 à des fins spécifiques. Vous pouvez vous en servir, mais n'oubliez pas que certaines commandes les utilisent comme arguments implicites : si vous en modifiez le contenu, ces commandes risquent de ne pas s'exécuter correctement. Ces variables sont dites réservées :
 - EQ se rapporte à l'équation en cours utilisée par les applications SOLVE et PLOT.
 - \square CST contient des données pour les menus personnalisés.
 - \Box ΣDAT contient la matrice statistique en cours.
 - □ ALRMDAT contient les données de l'alarme en cours de définition ou de modification.
 - $\hfill \hfill \Sigma PAR$ contient une liste de paramètres utilisés par les commandes STAT.
 - $\hfill \Box$ PPAR contient une liste de paramètres utilisés par les commandes PLOT.
 - □ VPAR contient une liste de paramètres utilisés par les commandes 3D 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 créés par ISOL et QUAD pour représenter des signes arbitraires obtenus dans des solutions symboliques.
 - □ n1, n2, ..., sont créés par ISOL pour représenter des entiers arbitraires obtenus dans des solutions symboliques.
 - □ Les noms commençant par "der" se rapportent aux dérivées-utilisateur.

Pour créer une variable avec le gestionnaire de variables :

- 1. Appuyez sur (MEMORY).
- 2. Sélectionnez NEW dans le menu.



Ecran de création d'une variable

- 3. Introduisez le nouvel objet dans le champ OBJECT:. Vous pouvez le faire de multiples façons :
 - Saisissez l'objet dans la ligne de commande et appuyez sur (ENTER).
 - Utilisez l'environnement EquationWriter (voir chapitre 7) pour introduire un objet algébrique.
 - Utilisez l'environnement MatrixWriter (voir chapitre 8) pour introduire un objet matriciel.
 - Appuyez sur CHOOS et sélectionnez un objet.
 - Appuyez sur NXT CALC, placez l'objet souhaité au niveau 1 de la pile et appuyez sur OK (voir chapitre 3).
- 4. Saisissez un nom dans le champ NAME: (avec ou sans apostrophes).
- 5. Appuyez sur DK...

Si le nom de variable utilisé est trop long pour tenir dans un libellé de menu, seules ses premières lettres s'y affichent.

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

- 1. Appuyez sur (MEMORY).
- 2. Appuyez sur NEW.
- 3. Appuyez sur ♥ et saisissez un nom dans le champ NAME:.
- 4. Mettez en valeur le champ _DIRECTORY et appuyez sur ✓CHK (ou sur +/-) pour cocher.
- 5. Appuyez sur OK .

Sélection, correction et rappel de variables

Le gestionnaire de variables facilite la sélection d'une ou de plusieurs variables à partir d'un répertoire quelconque, ainsi que l'exécution d'opérations sur plusieurs variables à la fois. Vous pouvez aussi modifier des variables existantes ou en rappeler dans la pile.

Pour sélectionner une seule variable dans le répertoire en cours :

■ Appuyez sur (→) (MEMORY).

5

■ Utilisez les touches ▲ et ▼ pour mettre en valeur la variable de votre choix.

Pour sélectionner un groupe de variables dans le répertoire en cours :

- 1. Appuyez sur (MEMORY).
- 2. Utilisez les touches (a) et (v) pour mettre en valeur une des variables. Ou bien, appuyez sur (a) et sur une touche alphabétique (lettre) pour mettre en valeur la variable qui, dans le répertoire en cours, commence par cette lettre. Répétez l'opération jusqu'à ce que vous ayez atteint la variable voulue.
- 3. Appuyez sur CHK (ou sur (+/-)) pour inclure la variable dans le groupe.
- 4. Répétez les étapes 2 et 3 pour chaque nouvelle variable souhaitée.

Une fois les variables marquées, vous pouvez effectuer une opération simultanément sur l'ensemble du groupe.

Pour sélectionner des variables dans un autre répertoire (en changeant de répertoire en cours) :

- 1. Appuyez sur (MEMORY).
- 2. Appuyez sur CHOOSE pour appeler le gestionnaire de répertoires qui affiche les répertoires et sous-répertoires de la zone de mémoire HOME.



Gestionnaire de répertoires

- 4. Sélectionnez la ou les variables de votre choix.

Pour modifier une variable :

- 1. Appuyez sur (MEMORY).
- 2. Sélectionnez la variable.
- 3. Appuyez sur EDIT EDIT.
- 4. Modifiez l'objet en utilisant l'environnement Edit et appuyez sur OK OK lorsque vous avez terminé.

Pour rappeler une variable dans la pile :

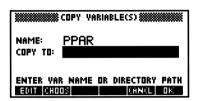
- 1. Appuyez sur (MEMORY).
- 2. Sélectionnez une variable.
- 3. Appuyez sur (NXT) RCL .
- 4. Quittez le gestionnaire lorsque vous avez terminé (appuyez sur CANCEL).

Copie, déplacement et suppression de variables

Le gestionnaire de variables facilite aussi l'organisation des variables.

Pour copier des variables :

- 1. Appuyez sur MEMORY.
- 2. Sélectionnez une ou plusieurs variables.
- 3. Appuyez sur COPY.



Ecran Copie de variable

- 4. Dans le champ COPY TO:, saisissez l'une des données suivantes :
 - Un nouveau nom de variable (pour stocker une copie de la variable souhaitée sous un nouveau nom).
 - Un nom de variable existant (pour remplacer le contenu de la variable nommée par l'objet sélectionné).
 - Un chemin de répertoire (pour stocker une copie de la variable sélectionnée sous un nom identique mais dans un autre répertoire).
- 5. Appuyez sur OK .

Pour déplacer une variable :

- 1. Appuyez sur (MEMORY).
- 2. Sélectionnez une ou plusieurs variables.
- 3. Appuyez sur MOVE.



Ecran Déplacement de variable

- 4. Dans le champ MOVE TO:, saisissez l'une des données suivantes :
 - Un nouveau nom de variable (pour renommer l'objet sélectionné).
 - Un nom de variable existant (pour remplacer le contenu de la variable nommée par l'objet sélectionné et supprimer ce dernier).
 - Un chemin de répertoire (pour déplacer la variable sélectionnée vers un autre répertoire).
- 5. Appuyez sur DK .

5-10 Mémoire

Pour supprimer des variables :

- 1. Appuyez sur (MEMORY).
- 2. Sélectionnez une ou plusieurs variables.
- 3. Appuyez sur (NXT) FURG.

Détermination de la taille des variables

Le gestionnaire de variables permet de déterminer la quantité de mémoire utilisée par une variable.

Pour déterminer la taille des variables :

- 1. Appuyez sur (MEMORY).
- 2. Sélectionnez la ou les variables à "mesurer".
- 3. Appuyez sur SIZE depuis la deuxième page du menu (appuyez sur NXT) si nécessaire). Une boîte de message semblable à celle-ci s'affiche:



La boîte de message SIZE

4. Appuyez sur DK pour fermer la boîte de message.

Utilisation des variables : le menu VAR

5

Le menu VAR permet d'accéder aux variables globales que vous avez créées dans le répertoire en cours.

Si le gestionnaire de variables convient parfaitement pour organiser et manipuler les variables créées, le menu VAR s'avère pratique pour les utiliser dans des calculs, les incorporer dans des équations et comme raccourci pour un certain nombre de tâches courantes :

- Créer une variable. Placez l'objet souhaité au niveau 1 de la pile, tapez le nom de la variable et appuyez sur (STO). La nouvelle variable est placée dans le répertoire en cours et affichée dans le menu VAR.
- Evaluer une variable. Appuyez sur sa touche dans le menu VAR.
- Rappeler le contenu d'une variable dans la pile. Appuyez sur → et sur sa touche dans le menu VAR.
- Rappeler le nom d'une variable dans la pile. Appuyez sur 📑 et sur sa touche dans le menu VAR.
- Modifier le contenu d'une variable. Introduisez le nouveau contenu dans la pile, au niveau 1. Appuyez ensuite sur ← et sur la touche de menu correspondant à la variable.
- Supprimer une variable (nom et contenu) de la mémoire. Rappelez le nom de la variable dans la pile et appuyez sur (►)(PURG).
- Supprimer un groupe de variables en une fois. Introduisez au niveau 1 de la pile une liste (avec les délimiteurs ()) contenant les noms sans apostrophes des variables à supprimer et appuyez sur (¬)(PURG).
- Inclure le nom d'une variable dans un objet algébrique ou un programme. Les délimiteurs adéquats étant déjà saisis (apostrophes pour les objets algébriques et chevrons pour les programmes), appuyez sur la touche de la variable dans le menu VAR.
- Basculer dans le répertoire HOME. Appuyez sur → HOME.
- Basculer dans le répertoire parent. Appuyez sur (◄)(UP).

Exemple: Familiarisez-vous avec le menu VAR en utilisant une variable nommée *OPTION* contenant la valeur 6.05.

Etape 1 : Créez la variable OPTION et affichez le menu VAR.



Etape 2: Rappelez la valeur de la variable.



Etape 3: Rappelez le nom de la variable.



Etape 4: Remplacez la valeur dans OPTION par 6.15. Rappelez le contenu pour vérifier la modification.



Etape 5: Effacez la pile et supprimez OPTION de la mémoire.



Définition des variables

La commande DEFINE du HP 48 permet de créer des variables à partir d'équations (pour de plus amples informations sur la création d'équations, consultez le chapitre 7). Si vous avez au niveau 1 de la pile une équation de la forme 'nom = expression', l'exécution de DEFINE stocke l'expression dans ce nom.

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

- 1. Introduisez une équation de la forme 'nom = expression'.
- 2. Appuyez sur (DEF).

Exemple: Utilisez DEFINE pour stocker M^*C^2 dans la variable E.

Etape 2: Appuyez sur ()(DEF).

Notez que si l'indicateur -3 est désarmé (état par défaut), DEFINE stocke l'expression sans l'évaluer. Si l'indicateur -3 est armé, l'expression à stocker est évaluée, en valeur numérique si possible, avant d'être stockée. Par exemple, 'A=10+10' (10) DEF crée la variable A contenant '10+10' si l'indicateur -3 est désarmé, et 20 s'il est armé.

Evaluation des variables

Pour pouvoir utiliser le *contenu* d'une variable dans un calcul, celle-ci doit être *évaluée*. Il suffit pour cela d'appuyer sur la touche correspondant à la variable dans le menu VAR.

L'évaluation d'un nom de variable appelle l'objet stocké dans la variable :

- Nom. Le nom est évalué (l'objet qu'il contient est appelé).
- Programme. Le programe est exécuté.
- Répertoire. Le répertoire devient répertoire en cours.
- Autre objet. Une copie de l'objet est renvoyée dans la pile.

Exemple: Supposons que le répertoire en cours contienne quatre variables: A contenant 2, B contenant 5, ALG contenant l'expression 'A+B' et ADD2 contenant le petit programme « + + ». Vous allez les évaluer depuis le menu VAR.

Etape 1: Depuis la pile, affichez le menu VAR.





Etape 2 : Evaluez ALG, B, et A. Ces variables ne contenant pas de programme ou de répertoire, leur contenu est introduit dans la pile.



Etape 3 : Evaluez ADD2. Notez que le programme est exécuté et non simplement placé dans la pile.



Noms de variables entre apostrophes et variables formelles

Le délimiteur ' est très important lorsque vous saisissez un nom de variable, car il détermine si le nom est automatiquement évalué lorsque vous appuyez sur ENTER. Si le ' est présent, le nom n'est pas évalué.

Introduire un nom de variable dans la pile :

- S'il existe une variable de ce nom (ou s'il risque d'en exister une), appuyez sur puis tapez le nom ou appuyez sur la touche de la variable dans le menu VAR. Les noms de variables inclus dans une expression algébrique sont mis entre apostrophes et ne sont pas évalués avant que l'objet algébrique le soit.
- S'il n'existe aucune variable de ce nom, tapez le nom sans apostrophes et appuyez sur (ENTER). Comme le HP 48 ne trouve aucun objet associé à ce nom, il le traite comme une variable formelle en le plaçant dans la pile entre apostrophes. L'évaluation d'une variable formelle renvoie simplement le nom de cette variable.

Bien que s'affichant de manière identique dans la pile, les noms de variables formelles (ne contenant pas d'objets) et les noms entre apostrophes (contenant des objets) diffèrent sur deux points importants :

■ L'évaluation d'une variable formelle ne produit pas d'effet, puisque celle-ci est renvoyée à nouveau dans la pile. L'évaluation d'un nom

- entre apostrophes d'une variable contenant un objet aboutit à l'évaluation de ce dernier.
- Les variables formelles ne s'affichent jamais dans le menu VAR. En effet, seules les variables contenant un objet y sont affichées. Cependant vous pouvez stocker un nom de variable formelle dans une variable VAR sous un nom différent.

Exemple: Introduisez le nom ADD2 dans la pile en utilisant des apostrophes.



Exemple: Introduisez le nom de la variable formelle C dans la pile sans apostrophes. Si une variable C existe déjà dans le chemin en cours, son contenu s'affiche au lieu du nom de variable.



Exemple : Stockez la variable formelle 'C' dans la variable C2. Puis évaluez C2 à l'aide du menu VAR.

Etape 1: Stockez 'C'dans C2.



Etape 2: Evaluez C2 à l'aide du menu VAR. Confirmez que 'C' est bien une variable formelle en appuyant sur (EVAL).



Opérations spéciales sur la mémoire

Parfois, le HP 48 semble s'interrompre au milieu de l'exécution d'une tâche et il ne répond plus à la pression de la touche CANCEL. Ceci se produit lorsque la mémoire est altérée ou en cas de "perturbation" du système.

Vous avez dans ce cas deux possibilités pour résoudre le problème : interrompre le système ou réinitialiser la mémoire.

Attention



Essayez toujours en premier l'interruption du système, n'envisagez d'effacer la mémoire que si l'interruption échoue.

Interruption du système

L'interruption du système a pour effet de :

- Suspendre et annuler les programmes et les opérations du système en cours d'exécution.
- Effacer la pile, toutes les variables locales, les trois dernières variables, l'affichage PICTURE et la zone de stockage temporaire du système.
- Désactiver le clavier utilisateur (en désarmant l'indicateur -62).
- Dissocier toutes les bibliothèques du répertoire HOME et reconfigurer toutes les bibliothèques de tous les ports disponibles (pour de plus amples informations, consultez "Utilisation des bibliothèques" au chapitre 28).
- Faire du répertoire HOME le répertoire en cours.
- Activer le menu principal MTH.

Notez que l'interruption de système n'a pas d'impact sur les objets stockés dans HOME et dans le Port 0.

Pour interrompre le système à partir du clavier :

- 1. Appuyez sur la touche (ON) et maintenez-la enfoncée.
- 2. Appuyez sur la touche de menu C.
- 3. Relâchez les deux touches.

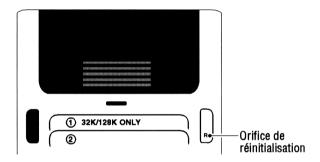
En outre, une interruption du système se produit automatiquement lorsque vous mettez le calculateur sous tension si, depuis la dernière

mise sous tension, vous avez activé, désactivé ou modifié la protection contre l'écriture de l'une des cartes enfichables.

Il arrive aussi que le HP 48 se bloque et ne réponde plus aux touches ON-C car il n'accepte pas d'entrée du clavier. Dans ce cas, vous devez interrompre le système directement, sans clavier.

Pour interrompre le système sans clavier :

1. Retournez le calculateur et retirez le patin en caoutchouc situé en haut à droite (au dos du calculateur). Localisez l'orifice identifié par la lettre R.



- 2. Introduisez à fond la pointe d'un trombone métallique dans cet orifice. Maintenez-la en place pendant une seconde, puis retirez-la.
- 3. Appuyez sur (ON).
- 4. Si nécessaire, appuyez sur ON-C. Si vous n'obtenez pas de résultat, vous devez tenter une réinitialisation de la mémoire.

Réinitialisation de la mémoire

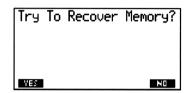
La réinitialisation de la mémoire ramène le HP 48 à sa configuration d'origine en effaçant toutes les informations que vous y avez stockées. Utilisez cette fonction avec précaution.

Pour réinitialiser la mémoire :

- 1. Maintenez simultanément enfoncées la touche ON, ainsi que les touches de menu (A) et (F).
- 2. Relâchez les deux touches de menu, mais maintenez ON enfoncée :

- Si vous voulez continuer la réinitialisation, relâchez la touche ON).
- Si vous préférez annuler l'opération, appuyez sur la touche de menu (B), puis relâchez (ON).

Une fois la réinitialisation de la mémoire lancée, le calculateur émet un signal sonore et affiche l'écran suivant :



Message de réinitialisation de la mémoire

3. Appuyez sur YES pour récupérer les variables stockées dans HOME et dans le Port 0, sans garantie, toutefois, de les récupérer toutes. Appuyez sur NO pour exécuter une réinitialisation complète. Le HP 48 retrouve son état d'origine et le contenu de la mémoire utilisateur est effacé.

Conditions de mémoire insuffisante

Les opérations réalisables par le HP 48 partagent la mémoire avec les objets que vous créez. Lorsque la mémoire utilisateur est très chargée, le HP 48 fonctionne au ralenti, voire de manière défectueuse. Dans ce cas, il affiche une série de messages d'avertissement, qui sont décrits ci-dessous par ordre de gravité croissante :

No Room for Last Stack (pas de place pour la dernière pile). S'il n'y a pas assez de mémoire pour sauvegarder une copie de la pile en cours, ce message s'affiche lorsque vous appuyez sur ENTER. L'opération UNDO est alors désactivée.

Intervention: Supprimez dans la pile les variables non utilisées ou les objets inutiles.

■ Insufficient Memory (mémoire insuffisante). Ce message s'affiche s'il n'y a pas assez de mémoire pour terminer l'exécution d'une opération. Si la commande LASTARG est active (indicateur -55 désarmé), les arguments d'origine sont restitués dans la pile. Si

LAST ARG est inactive (indicateur -55 armé), les arguments sont perdus.

Intervention: Supprimez dans la pile les variables non utilisées ou les objets inutiles.

■ No Room To Show Stack (pas de place pour afficher la pile). Le HP 48 peut terminer toutes les opérations en cours mais il n'a pas assez de mémoire disponible pour afficher la pile. Dans ce cas, la pile n'affiche les objets que par type: Real Number, Algebraic, etc. La quantité de mémoire nécessaire pour afficher un objet dans la pile dépend du type de l'objet.

Intervention: Supprimer les variables et objets inutiles de la pile, ou stockez les objets dans des variables afin qu'ils n'aient pas à être affichés.

■ Out of Memory (plus de mémoire). A l'extrême limite, la mémoire du calculateur est saturée, lui interdisant d'effectuer quelque opération que ce soit. Dans ce cas, il faut libérer une partie de la mémoire avant de continuer. A cet effet, le HP 48 active une procédure spécifique, qui débute par l'affichage suivant:



Lorsque la procédure commence, le HP 48 vous invite à supprimer l'objet (décrit par son type) du niveau 1 (dans l'exemple ci-dessus, il s'agit d'un tableau réel). Si vous répondez par l'affirmative, l'objet est effacé et le calculateur vous invite à refaire ce choix pour le nouvel objet placé au niveau 1. Le processus se poursuit jusqu'à ce que la pile soit vide ou que vous appuyiez sur NO... Le calculateur vous invite ensuite à supprimer le contenu de LAST CMD, puis d'autres éléments. Cette procédure s'effectue dans l'ordre suivant:

- 1. Niveau 1 de la pile (de manière répétée).
- 2. Contenu de LAST CMD.
- 3. Contenu de LAST STACK (si active).

- 4. Contenu de LAST ARG (si active).
- 5. Variable *PICT* (si existante).
- 6. Définitions des touches utilisateur.
- 7. Alarmes définies.
- 8. Pile complète (à moins qu'elle ne soit déjà vide).
- 9. Chaque variable globale, par nom.
- 10. Chaque objet du port 0, par nom identifié.

Pour répondre au message Out of Memory (plus de mémoire) :

- Appuyez sur YES afin de supprimer l'objet indiqué.
- Appuyez sur NO afin de conserver l'objet indiqué.
- Pour interrompre la procédure et vérifier si le problème est résolu, appuyez sur CANCEL.

Remarque



Il est possible de commencer la séquence de suppression par la ligne de commande puis de continuer par la pile, le contenu de LAST CMD, etc. Si vous répondez ND à l'invite de suppression de la ligne de commande, le calculateur vous renverra à celle-ci lorsque vous aurez terminé la procédure liée à Dut of Memory.

Dans le cas des variables globales, ce processus de suppression va de l'objet le plus récent du répertoire *HOME* aux plus anciens. Si la variable est un répertoire vide, une pression sur YES le supprime directement. S'il n'est pas vide, YES entraı̂ne le passage en revue de toutes les variables (depuis la plus récente jusqu'à la plus ancienne) de ce répertoire.

En appuyant sur CANCEL, vous pouvez mettre fin à la procédure Out of Memory pour vérifier si la mémoire disponible est suffisante. Si c'est le cas, le calculateur revient à son affichage normal. Sinon, il émet un signal sonore et continue la séquence de suppression. Une fois toutes les propositions de suppression effectuées, le HP 48 tente de revenir à un fonctionnement normal. Si la mémoire disponible est encore insuffisante, la procédure de suppression reprend.

Masques de saisie et listes de sélection

Bien que l'écran du HP 48 soit petit comparé à celui d'un ordinateur standard, sa taille est approximativement celle d'une "boîte de dialogue" moyenne. Les masques de saisie sont l'équivalent de ces boîtes de dialogue.

La plupart des applications du HP 48 possèdent des masques de saisie qui facilitent la mémorisation des données à saisir, ainsi que la définition des options souhaitées.

Masques de saisie

Tous les masques de saisie se ressemblent. Pour en décrire les principaux éléments, nous prendrons l'exemple de l'application PLOT:



Masque de saisie de l'application PLOT

Chaque masque de saisie comporte un titre, un ensemble de champs (certains dotés de libellés), une ligne d'invite (au-dessus des touches de menu) et des touches de menu s'appliquant au champ sélectionné. (Le message de la ligne d'invite se rapporte également au champ mis en valeur.) Lorsque vous passez d'un champ à l'autre, l'invite et le menu changent en conséquence.

Les masques de saisie sont essentiellement constitués de quatre types de champs :

- Champs de données. Ces champs acceptent des données spécifiques, saisies directement au clavier. Les champs marqués INDEP:,
 H-VIEW: et V-VIEW dans le masque PLOT en sont des exemples.
- Champs de données étendues. Ces champs sont plus ouverts que les précédents, car ils autorisent également la saisie d'un objet préalablement stocké (dans la mesure où son type est acceptable pour le champ). Le champ EQ: du masque PLOT en est un exemple.
- Champs de liste. Ces champs proposent un ensemble limité et prédéterminé de valeurs parmi lesquelles vous devez choisir. Ce sont par exemple les champs TYFE: et ∠: du masque PLOT.
- Champs à cocher. Ces champs gèrent diverses options dans les applications (une coche dans le champ active l'option). Le champ AUTOSCALE en est un exemple.

Sélection des champs dans les masques de saisie

Les touches du curseur sont actives dans les masques de saisie et constituent le principal moyen de sélection des champs.

- Sélectionne le champ suivant, par déplacement de gauche à droite et de haut en bas. Une fois atteint le dernier champ, passe automatiquement au premier champ du masque.
- Sélectionne le champ précédent. Une fois atteint le premier champ, passe automatiquement au dernier champ du masque.
- Sélectionne le champ occupant la même position sur la ligne précédente. A partir d'un champ de la première ligne du masque, (A) passe automatiquement au champ correspondant de la dernière ligne.
- Sélectionne le champ occupant la même position sur la ligne suivante. A partir d'un champ de la dernière ligne du masque, passe automatiquement au champ correspondant de la première ligne.
- Sélectionne le premier champ du masque.
- Sélectionne le premier champ du masque.

Sélectionne le dernier champ du masque.

Sélectionne le dernier champ du masque.

Lorsque vous appuyez sur ENTER ou sur OK pour valider les données saisies dans la ligne de commande, le champ suivant est automatiquement sélectionné. Sinon, vous devez déplacer la barre de sélection à l'aide des touches du curseur.

Saisie des données dans les masques

Le HP 48 propose plusieurs moyens pour introduire des données dans un masque de saisie.

Pour introduire des informations dans un champ de données :

- 1. Sélectionnez le champ de données (simples ou étendues).
- 2. Saisissez l'objet. La ligne de commande est disponible pour tous les types d'objets (n'oubliez pas les délimiteurs). Vous pouvez aussi utiliser l'application EquationWriter pour les objets algébriques (chapitre 7) ou MatrixWriter pour les tableaux (chapitre 8). A cet effet, voir "Pour accéder temporairement à un deuxième masque de saisie", page 6-5.
- 3. Appuyez sur (ENTER) ou OK .

Pour introduire un objet précédemment stocké dans un champ de données étendues :

- 1. Sélectionnez le champ de données étendues.
- 2. Appuyez sur CHOOS. Une version miniature du gestionnaire de variables s'affiche, contenant les variables du répertoire en cours compatibles avec le champ considéré.
- 3. Utilisez les flèches (et) pour mettre en valeur l'objet de votre choix.
- 4. Appuyez sur ENTER ou OK .

Certains champs de données étendues permettent aussi la saisie de plusieurs objets groupés dans une liste.

Pour introduire une liste d'objets dans un champ de données étendues :

1. Sélectionnez le champ de données étendues qui accepte des listes d'objets.

- 2. Appuyez sur CHOOS. Une version miniature du gestionnaire de variables s'affiche, contenant les variables du répertoire en cours compatibles avec le champ considéré.
- 3. Utilisez les flèches (A) et (V) pour sélectionner un objet de la liste.
- 4. Appuyez sur VCHK pour cocher cet objet.
- 5. Répétez les étapes 3 et 4 pour les autres objets de la liste.
- 6. Une fois tous les objets de la liste cochés, appuyez sur ENTER ou sur OK.

Sélection d'options dans les masques de saisie

Pour sélectionner une option dans un champ de liste :

- 1. Sélectionnez le champ de liste.
- 2. Sélectionnez une option de l'une des façons suivantes :
 - Liste déroulante.
 - a. Appuyez sur CHOOS pour afficher la liste déroulante des options possibles.



Liste déroulante des types de tracés (PLOT)

- b. Avec les flèches (A) et (V), choisissez une option.
- c. Appuyez sur (ENTER) ou sur DK
- Appuyez plusieurs fois sur +/- pour faire défiler les options jusqu'à celle de votre choix.
- Appuyez sur a suivi de la première lettre de l'option souhaitée. L'option suivante qui commence par cette lettre s'affiche. Si plusieurs options commencent par la même lettre, répétez la procédure jusqu'à obtention de l'option recherchée.

Pour sélectionner une option dans un champ à cocher :

- 1. Sélectionnez le champ à cocher.
- 2. Effectuez l'une des opérations suivantes :

6-4 Masques de saisie et listes de sélection

- Appuyez une ou deux fois sur JCHK pour cocher le champ ou retirer sa coche.
- Appuyez une ou deux fois sur (+/-) pour cocher le champ ou retirer sa coche.

Autres opérations sur les masques de saisie

Pour corriger un champ de données :

- 1. Sélectionnez le champ de données (simples ou étendues).
- 2. Appuyez sur EDIT (ou (EDIT)). Ceci copie l'objet dans la ligne de commande.
- 3. Corrigez l'objet en utilisant les procédures standard de la ligne de commande.
- 4. Appuyez sur (ENTER) ou DK .

Pour effectuer un calcul "parallèle" tout en étant dans un masque de saisie:

- 1. Sélectionnez le champ de données (simples ou étendues).
- 2. Appuyez sur NXT CALC. Une version de la pile s'affiche (notez que le titre du masque et la ligne d'invite du champ restent visibles) et le contenu du champ sélectionné se trouve à présent au niveau 1. Si besoin est, appuyez sur STS pour afficher ou masquer la ligne d'état.
- 3. Effectuez le calcul nécessaire en introduisant d'autres objets ou en sélectionnant des commandes dans d'autres menus. Le résultat à saisir dans le champ de données doit se trouver au niveau 1 lorsque vous avez terminé.
- 4. Si OK ne figure pas dans le menu (parce que vous avez utilisé d'autres menus), appuyez sur (CONT) pour l'afficher à nouveau.
- 5. Appuvez sur OK pour introduire le résultat du calcul dans le champ sélectionné, ou sur CANCL pour y revenir sans entrer le résultat.

Pour "accéder temporairement" à un deuxième masque de saisie :

- 1. Sélectionnez un champ de données (simples ou étendues).
- 2. Appuyez sur (NXT) CALC. Une version de la pile s'affiche (notez que le titre du masque et la ligne d'invite du champ restent visibles) et le contenu du champ sélectionné se trouve à présent au niveau 1.

- 3. Ouvrez le deuxième masque de saisie.
- 4. Exécutez vos opérations dans le deuxième masque et quittez celui-ci en appuyant sur OK ou sur CANCL, ou en exécutant une tâche qui ferme ce masque.
- 5. Si OK ne figure pas dans le menu (parce que vous avez utilisé d'autres menus), appuyez sur (CONT) pour l'afficher à nouveau.
- 6. Vérifiez que l'objet de niveau 1 dans la pile est celui à intégrer dans le champ sélectionné du premier masque. (Il se peut qu'il ait changé selon l'opération exécutée dans le deuxième masque.)
- 7. Appuyez sur OK pour revenir au premier masque de saisie et introduire l'objet de niveau 1 dans le champ sélectionné, ou sur CANCL pour y revenir sans saisir l'objet.

Pour rétablir la valeur par défaut d'un champ :

- 1. Sélectionnez un champ.
- 2. Procédez de l'une des façons suivantes :
 - Appuyez sur (NXT) RESET.
 - Appuyez sur DEL.
- Sélectionnez Delete value (ou Reset Value) dans la liste déroulante.
- 4. Appuyez sur (ENTER) ou sur OK .

Pour rétablir les valeurs par défaut de tous les champs :

- 1. Sélectionnez un champ.
- 2. Procédez de l'une des façons suivantes :
 - Appuyez sur (NXT) RESET.
 - Appuyez sur DEL.
- 3. Sélectionnez Reset all dans la liste déroulante. Dans certaines applications (PLOT notamment), la formulation peut changer légèrement, car un ou plusieurs champs doivent être réinitialisés séparément (pour éviter tout risque de perte de données).
- 4. Appuyez sur (ENTER) ou sur OK .

Pour déterminer les types d'objets admis par un champ de données :

- 1. Sélectionnez le champ de données (simples ou étendues).
- 2. Appuyez sur NXT TYPES. Une fenêtre affiche les types d'objets que vous pouvez insérer dans ce champ.

6-6 Masques de saisie et listes de sélection



Liste déroulante des types d'objets

- 3. Procédez de l'une des façons suivantes :
 - Pour saisir un type particulier de données, sélectionnez le type dans la liste déroulante et appuyez sur NEW. Les délimiteurs adéquats apparaissent dans la ligne de commande.
 - Si vous ne souhaitez pas saisir de données, appuyez sur □K .

Fin de saisie des données dans un masque

Les masques de saisie sont conçus pour faciliter l'introduction des données et préparer l'exécution de tâches de plus grande envergure. Les données saisies et les options sélectionnées peuvent soit être utilisées uniquement dans le contexte d'un masque précis et des tâches associées, soit entraîner des modifications globales dans toutes les applications. C'est le cas des modifications apportées aux variables réservées (comme EQ) et aux indicateurs système.

La sauvegarde ou non de ces modifications globales dépend de la façon dont vous quittez le masque de saisie. Les procédures suivantes illustrent différentes possibilités :

Pour exécuter l'action principale liée à un masque de saisie :

- 1. Vérifiez que les données requises sont entrées et les options cochées.
- 2. Appuyez sur la touche d'action appropriée (particulière à chaque masque). Les modifications globales sont alors sauvegardées et l'action s'exécute, affichant l'écran adéquat. Généralement vous ne quittez pas le masque.

Pour quitter le masque en sauvegardant les modifications globales :

■ Appuyez sur OK dans le menu. Parfois cette touche ne figure que sur la deuxième page (appuyez sur (NXT) si nécessaire).

Pour quitter le masque en annulant les modifications globales :

■ Appuyez sur CANCEL ou CANCL. Parfois, cette dernière touche ne figure que sur la deuxième page (appuyez sur NXT) si nécessaire).

Pour quitter le masque de saisie de SOLVE et ouvrir celui de PLOT (et vice versa):

• Ouvrez le nouveau masque de saisie. Les modifications globales sont sauvegardées et les données non générales sont supprimées avant que vous ne quittiez le masque en cours pour accéder à un autre.

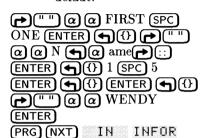
Commandes des masques de saisie

Le HP 48 propose plusieurs commandes programmables utilisables pour créer vos propres masques de saisie. Ces commandes, qui figurent dans le menu PRG IN, sont présentées brièvement à l'annexe G et en détail dans le HP 48G Series Advanced User's Reference.

Pour créer un masque de saisie :

- 1. Saisissez le titre du masque ().
- 2. Saisissez une liste de spécification de champ. S'il y a plusieurs champs, placez leurs spécifications respectives entre crochets.
- 3. Saisissez une liste d'options de format.
- 4. Saisissez une liste de valeurs de réinitialisation (s'affichant après une pression de RESET).
- 5. Saisissez une liste de valeurs par défaut.
- 6. Exécutez la commande INFORM.

Exemple: Créez un masque de saisie: saisissez un titre, une spécification de champ, des options de format, une liste vierge pour les valeurs de réinitialisation et une valeur par défaut.





Application EquationWriter

L'application EquationWriter permet de saisir et de visualiser des expressions algébriques et des équations sous la forme la plus évidente pour vous, celle qu'elles ont dans les ouvrages scientifiques ou quand vous les notez sur papier.

Voici par exemple une équation tirée d'un ouvrage de physique :

$$v = v_0 + \int_{t_1}^{t_2} a \ dt$$

Voici maintenant comment elle se présente dans la pile :

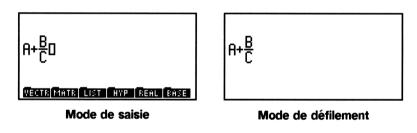
Enfin, voici comment elle s'affiche lorsque vous l'introduisez à l'aide de l'application EquationWriter:

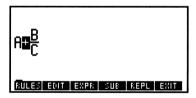
Structure de l'application EquationWriter

Dans l'application EquationWriter, les touches correspondant aux fonctions algébriques servent à entrer le nom de la fonction ou son symbole graphique dans l'équation. Par exemple, la pression de (\sqrt{x}) dessine le symbole de la racine carrée. Vous pouvez afficher tous les menus, mais seules les touches associées à des fonctions algébriques sont actives. A l'instar des touches de fonction du clavier, les touches des menus 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, chacun ayant un objectif donné:

- Mode de saisie : pour saisir et modifier les équations.
- Mode défilement : pour visualiser de grandes équations.
- Mode de sélection : pour modifier des expressions dans des équations.





Mode de sélection

7

7

Création d'équations

Pour lancer l'application EquationWriter :

■ Appuyez sur (►) (EQUATION). Equation Writer est accessible soit depuis la pile soit depuis n'importe quel champ d'un masque de saisie acceptant les objets algébriques.

Après avoir lancé EquationWriter, vous pouvez introduire une équation ou une expression (ou un objet-unité, un nombre ou un nom) en utilisant les opérations disponibles dans cet environnement. Voir plus loin "Saisie d'équations".

Pour quitter l'application EquationWriter :

- Pour placer l'équation dans la pile et quitter l'application, appuvez sur (ENTER).
- Pour supprimer l'équation en cours et quitter l'application, appuyez sur (CANCEL).

Saisie d'équations

Il peut arriver que EquationWriter ne parvienne pas à afficher votre équation aussi vite que vous la saisissez. Néanmoins, vous pouvez continuer à taper les caractères, car le calculateur mémorise un maximum de 15 frappes et les affiche lorsqu'il a "rattrapé son retard".

Pour saisir des nombres et des noms :

■ Introduisez-les exactement de la même façon que dans la ligne de commande. Les touches du menu VAR servent également d'aide à la frappe pour les noms de variables.

Pour inclure additions, soustractions et multiplications :

- Pour saisir +, et •, appuyez sur (+), (-) et (x).
- Dans certains cas, vous pouvez effectuer une multiplication implicite (sans pression de (x)). En effet, un signe de multiplication (•) s'insère automatiquement entre :
 - □ Un nombre suivi d'un caractère alpha, d'une parenthèse ou d'une fonction préfixe (fonction dont l'argument se trouve après le nom); (SIN), par exemple.

- □ Une parenthèse droite suivie d'une parenthèse gauche.
- □ Un nombre ou un caractère alpha et la barre de division, le symbole de la racine carrée ou une racine de nème degré ; B ♠, par exemple.

Remarque



Toutes les multiplications (même implicites) doivent afficher l'opérateur de multiplication (signe * ou *). Ainsi, l'expression X(Y+Z) ne contient aucune multiplication. La forme X() est une fonction-utilisateur (voir page 11-7) dont les parenthèses contiennent l'argument. En revanche, des expressions comme X*(Y+Z) ou X*(Y+Z) incluent des multiplications valides.

Pour inclure divisions et fractions :

- 1. Appuyez sur (pour débuter le numérateur.
- 2. Appuyez sur pour terminer le numérateur et commencer le dénominateur (va a le même effet).
- 3. Appuyez sur pour terminer le dénominateur.

Voici une autre méthode pour taper les fractions dont le numérateur est constitué soit d'un seul terme, soit de plusieurs termes dont les opérateurs ont une hiérarchie supérieure ou égale à l'opérateur de division :

- 1. Tapez le numérateur (sans utiliser **(a)**).
- 2. Appuyez sur 🗦 pour débuter le dénominateur.
- 3. Appuyez sur pour le terminer (va le même effet).

Pour inclure des exposants :

- 1. Appuyez sur (y^x) pour débuter l'exposant.
- 2. Appuyez sur **>** pour le terminer (**)** a le même effet).

Pour inclure des racines :

■ Pour inclure une racine carrée, appuyez sur 🗷 afin de tracer le symbole 4 (le radical) et débuter le terme, puis appuyez sur 🕨 pour terminer ce dernier.

7-4 Application EquationWriter

■ Pour inclure une xième racine de y (ou nième racine de x), appuyez sur (\rightarrow) [$\sqrt[4]{y}$] pour débuter le terme x (à l'extérieur du symbole \sqrt{y}), appuvez sur \triangleright pour tracer le symbole \mathcal{I} et débuter le terme uà l'intérieur du symbole I, puis appuvez sur pour terminer l'expression.

Pour inclure des fonctions à arguments entre parenthèses :

- 1. Appuyez sur la touche de fonction ou tapez son nom suivi de \bigcirc
- 2. Appuvez sur pour terminer l'argument et entrer la parenthèse droite.

Pour inclure des termes entre parenthèses :

- 1. Appuyez sur () pour entrer la parenthèse gauche.
- 2. Appuyez sur pour terminer le terme et entrer la parenthèse droite.

Pour inclure des puissances de 10 :

- 1. Appuyez sur (EEX) pour afficher E.
- 2. Pour une puissance négative, appuyez sur (+/-) afin d'afficher -.
- 3. Saisissez les chiffres à élever à la puissance.
- 4. Appuyez sur une touche de fonction quelconque pour terminer.

Pour inclure des dérivées :

- 1. Appuyez sur \bigcirc pour afficher $\frac{\partial}{\partial}$.
- 2. Introduisez la variable de différenciation et appuyez sur pour terminer la différenciation et ouvrir une parenthèse.
- 3. Saisissez l'expression.
- 4. Appuyez sur pour terminer l'expression et fermer la parenthèse.

Pour inclure des intégrales :

- 1. Appuyez sur ♠ (1) pour afficher le symbole ∴ avec le curseur positionné sur la limite inférieure.
- 2. Saisissez la limite inférieure et appuyez sur ().
- 3. Saisissez la limite supérieure et appuyez sur ().
- 4. Saisissez l'expression à intégrer et appuyez sur ▶ pour afficher d.
- 5. Saisissez la variable d'intégration.
- 6. Appuyez sur pour terminer l'intégrale.

Pour inclure des sommations :

- Appuyez sur Σ pour afficher le symbole Σ avec le curseur positionné en dessous.
- 2. Saisissez l'indice de la sommation.
- 3. Appuyez sur (ou (ou (signe = .
- 4. Saisissez la valeur initiale de l'indice et appuyez sur ().
- 5. Saisissez la valeur finale de l'indice et appuyez sur [>].
- 6. Saisissez l'expression à sommer.
- 7. Appuyez sur pour terminer la sommation.

Pour inclure des unités :

- 1. Saisissez la partie numérique.
- 2. Appuyez sur pour débuter l'expression-unité.
- 3. Saisissez l'expression-unité.
- 4. Appuyez sur pour la terminer.

Il est également possible de créer des objets-unités (voir chapitre 10) dans l'application EquationWriter. Pour les unités composées, appuyez sur 🗶 ou 😑 afin de séparer chaque unité dans l'expression-unité. Vous pouvez saisir des noms d'unités en appuyant simplement sur la touche correspondante dans le menu du catalogue des unités (UNITS).

Pour inclure la fonction | (Recherche) :

- 1. Saisissez une expression avec ses arguments symboliques entre parenthèses.
- 2. Appuyez sur SYMBOLIC NXT | pour afficher |. Le curseur se place en bas et à droite du symbole.
- 3. Introduisez l'équation de définition de chaque argument en appuyant sur le ou le pour entrer le signe =, et sur SPC pour introduire un séparateur entre les équations.
- 4. Appuyez sur pour terminer la fonction.

La fonction | (Recherche) remplace des noms par des valeurs. Elle est décrite dans la partie intitulée "Utilisation de la fonction | (Recherche)", page 20-18.

Les parenthèses implicites sont activées dès que vous lancez EquationWriter. Ainsi, les arguments pour les opérations (÷), (\overline{x}) et (y^{x}) figurent entre des parenthèses "invisibles", de sorte que seule la pression sur () (ou () termine l'argument.

Si vous désactivez les parenthèses implicites, l'argument se termine lorsque vous saisissez la fonction suivante ou appuyez sur [>].

Pour activer ou désactiver les parenthèses implicites :

■ Appuyez sur ♠ (₹). Un message affiche brièvement l'état en cours.

L'arrêt des parenthèses implicites est utile pour la saisie des polynômes, par exemple, dans lesquels on termine les exposants en appuyant tout simplement sur la touche qui débute le terme suivant.

Le fait de quitter et de relancer l'application EquationWriter active les parenthèses implicites. Si vous les désactivez après avoir saisi (÷), (\sqrt{x}) ou (\sqrt{x}) , mais avant d'avoir fourni les arguments, les parenthèses implicites ne s'appliquent pas à ces derniers.

Exemple: Saisissez l'expression $X^3 + 2X^2 - \frac{1}{Y}$, d'abord avec des parenthèses implicites, puis sans.

Etape 1: Saisissez l'expression avec les parenthèses implicites (mode par défaut).

Etape 2: Effacez l'affichage et désactivez les parenthèses implicites.

$$\bigcirc$$
 X \bigcirc X \bigcirc 3 \bigcirc 2 \bigcirc X \bigcirc 2 \bigcirc 1 \bigcirc \bigcirc X

$$X^3+2\cdot X^2-rac{1}{X0}$$

Appuyez sur (4)({}) pour réactiver les parenthèses implicites.

Exemples d'utilisation de EquationWriter

A la fin de chaque exemple, vous pouvez appuyer sur ENTER pour placer l'équation dans la pile ou sur CLEAR pour effacer l'affichage avant de passer à l'exemple suivant. Dans ce cas, ne tenez pas compte de l'instruction CQUATION figurant au début de chaque nouvel exemple.

En cas de faute de frappe durant la saisie, appuyez sur • pour effacer l'erreur, ou sur (*) (CLEAR) et recommencez.

Exemple: Saisissez cette équation:

$$X^{\frac{2}{3}} + Y^{\frac{2}{3}} = A^{\frac{2+Y}{3}}$$

Etape 1: Saisissez l'equation.

7

Exemple: Saisissez l'expression:

$$X^2-2XY\cos\frac{2\pi N}{2N+1}+Y^2$$

$$\begin{array}{c} \bullet \hspace{-0.1cm} \text{EQUATION} \\ @\hspace{.05cm} \text{A} \hspace{.05cm} \text{Y} \hspace{.05cm} \text{2} \hspace{.1cm} \bullet \hspace{.1cm} - \\ 2\hspace{.1cm} \text{A} \hspace{.05cm} \text{X} \hspace{.1cm} \text{A} \hspace{.05cm} \text{Y} \hspace{.1cm} \text{Cos} \\ 2\hspace{.1cm} \bullet \hspace{.1cm} \text{A} \hspace{.05cm} \text{N} \hspace{.1cm} \div \\ 2\hspace{.1cm} \alpha \hspace{.05cm} \text{N} \hspace{.1cm} + \hspace{.1cm} 1 \hspace{.1cm} \bullet \hspace{.1cm} \bullet \\ + \hspace{.1cm} \alpha \hspace{.05cm} \text{Y} \hspace{.1cm} \text{y}^{x} \hspace{.1cm} 2 \hspace{.1cm} \bullet \hspace{.1cm} \bullet \end{array}$$

$$X^2 - 2 \cdot X \cdot Y \cdot COS\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot N}{2 \cdot N + 1}\right) + Y^2 =$$

Exemple: Saisissez l'expression:

$$\sqrt[3]{Y}\frac{d}{dX}2\cos^2(\pi X)$$

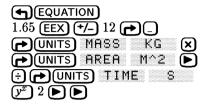
Exemple: Saisissez l'expression:

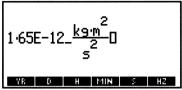
$$\int_0^1 \frac{X^{P-1}}{X^{2M+1} - A^{2M+1}} dx$$

$$\int_{0}^{1} \frac{\chi^{P-1}}{\chi^{2\cdot M+1} - \Lambda^{2\cdot M+1}} dX = 0$$
VECTR RATE LIST. HYP. REAL SASE

Exemple: Saisissez l'expression:

$$1.65 \times 10^{-12} \frac{\rm kg \cdot m^2}{\rm s^2}$$





Modification d'équations

7

Plusieurs méthodes vous sont offertes par l'application EquationWriter pour modifier des équations :

- Modification par recul du curseur.
- Modification totale d'une expression dans la ligne de commande.
- Modification d'une sous-expression dans la ligne de commande.
- Insertion d'un objet de la pile (sous-expression) dans l'équation.
- Remplacement d'une sous-expression par une expression algébrique de la pile.

Modification par recul du curseur :

- 1. Appuyez sur jusqu'à suppression de l'erreur.
- 2. Terminez l'expression correctement.

Modification totale d'une équation :

- 1. Si l'équation se termine par une sous-expression incomplète, achevez-la.
- 2. Appuyez sur (EDIT).
- 3. Modifiez l'équation dans la ligne de commande.
- 4. Appuyez sur ENTER pour sauvegarder les modifications (ou sur CANCEL) pour les annuler) et revenir à EquationWriter.

Pour examiner une grande équation ou un objet-unité :

- 1. Appuyez sur (PICTURE) pour activer le mode de défilement.
- 2. Appuyez sur **() () ()** afin de déplacer la "fenêtre" de visualisation.
- 3. Appuyez sur (A) (PICTURE) pour revenir au mode précédent.

7-10 Application EquationWriter

Modification de sous-expressions

L'environnement de sélection permet de spécifier une sous-expression de l'équation en vue de la modifier.

Une sous-expression est constituée d'une fonction et de ses arguments. La fonction qui définit une sous-expression est dite fonction de haut niveau de cette sous-expression. La fonction de haut niveau est le plus souvent la dernière fonction évaluée selon les règles de hiérarchie algébrique.

Par exemple, dans l'expression 'A+B*C/D', la fonction de haut niveau pour la sous-expression 'B*C' est *, la fonction de haut niveau pour 'B*C/D' est /, et la fonction de haut niveau pour 'A+B*C/D' est +. Vous pouvez aussi spécifier un objet distinct (un nom par exemple) comme sous-expression.

Il est possible également d'utiliser l'environnement de sélection afin de spécifier une sous-expression à réorganiser conformément aux règles de transformation (voir "Manipulation de sous-expressions", page 20-20.

Pour modifier une sous-expression d'une équation :

- 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 amener le curseur de sélection sur la fonction de haut niveau de la sous-expression à modifier.
- 4. Facultatif: vous pouvez à tout moment appuyer sur EXPR pour mettre en valeur la sous-expression en cours. (Réappuyez sur EXPR pour désactiver la mise en valeur.)
- 5. Appuyez sur EDIT pour placer la sous-expression en cours dans la ligne de commande.
- 6. Modifiez la sous-expression dans la ligne de commande.
- 7. Appuyez sur (ENTER) pour introduire la sous-expression modifiée dans l'équation (ou sur CANCEL) pour la supprimer).
- 8. Appuyez sur EXIT pour quitter l'environnement de sélection. (Si EXIT ne s'affiche pas, appuyez sur [-] pour revenir au menu de sélection.)

Pour insérer un objet de niveau 1 dans une équation :

- 1. Créez l'objet à insérer et placez-le au niveau 1. Il peut s'agir d'un nom, d'un nombre réel ou complexe, d'un objet algébrique ou d'une chaîne.
- 2. Ouvrez EquationWriter et commencez à créer l'équation.
- 3. Appuyez sur RCL pour insérer l'objet de niveau 1 à la position du curseur dans l'expression EquationWriter.

Exemple: Saisissez l'expression:

$$\int_0^{10} x^2 - y \ dx + \frac{x^2 - y}{2}$$

Etape 1: Saisissez l'expression 'X^2-Y' au niveau 1 et recopiez-la.

Etape 2 : Sélectionnez l'application EquationWriter et saisissez le symbole de l'intégrale ainsi que les limites d'intégration.

Etape 3: Insérez la valeur à intégrer dans l'expression.

Etape 4: Complétez la sous-expression. Puis saisissez le reste de l'expression, en insérant le second terme à partir de la pile.



$$\int_{0}^{10} X^{2} - Y dX + \frac{X^{2} - Y}{2} d$$
Westig Matig. List. Have, Beau, Base.

Pour remplacer une sous-expression par un objet algébrique de 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 (A) (V) (A) (D) afin d'amener le curseur de sélection sur la fonction de haut niveau de la sous-expression à remplacer. (Voir "Modification de sous-expressions", page 7-11.)
- 4. Facultatif: vous pouvez à tout moment appuyer sur EXPR pour mettre en valeur la sous-expression. (Réappuyez sur EXPR pour supprimer la mise en valeur.)
- 5. Appuyez sur REPL.
- 6. Appuyez sur EXIT pour quitter l'environnement de sélection.

L'objet algébrique de niveau 1 est supprimé de la pile.

Résumé des opérations dans l'application EquationWriter

Opérations dans l'application EquationWriter

Touche	Description
(A)	Débute un numérateur.
▶ ou ▼	Termine une sous-expression. ou ou termine toutes les sous-expressions en cours.
•	Appelle le mode sélection qui active l'environnement de sélection.
9 ()	Débute un terme entre parenthèses. De ou termine le terme.
(SPC)	Introduit le séparateur choisi (, ou ;) entre plusieurs arguments entre parenthèses dans une fonction ou entre les deux parties des nombres complexes.
(EVAL)	Quitte l'application EquationWriter et évalue l'équation.
(ENTER)	Renvoie l'équation dans la pile et quitte EquationWriter.
CANCEL	Quitte EquationWriter sans sauvegarder l'équation.
PICTURE	Appelle le mode de défilement. Dans ce mode, les touches de menu sont effacées ; si l'équation est très longue, les touches du curseur permettent de la faire défiler dans la fenêtre d'affichage, dans la direction choisie. Si vous appuyez à nouveau sur PICTURE (ou sur CANCEL), vous revenez au mode précédent. (Une exception : une pression sur vavec un objet algébrique dans la pile démarre EquationWriter en mode de défilement, et lorsque vous quittez, avec CANCEL ou PICTURE, vous appelez le mode de sélection.)
(T) (EDIT)	En mode de saisie, renvoie l'équation dans la ligne de commande en vue de sa modification.
STO	Renvoie l'équation dans la pile sous la forme d'un objet graphique. (Pour de plus amples informations sur les objets graphiques, consultez le chapitre 9.)

Opérations dans l'application EquationWriter (suite)

Touche	Description
(CLEAR)	Efface l'affichage sans quitter l'application EquationWriter.
₽ RCL	Insère l'objet de niveau 1 à la position du curseur. (Voir "Modification d'équations", page 7-10.)
9 (1)	Désactive le mode parenthèses implicites. Appuyez à nouveau sur pour réactiver ce mode. (Voir "Gestion des parenthèses implicites", page 7-7.)
P ""	Renvoie l'équation dans la pile sous la forme d'une chaîne.

Application MatrixWriter

L'application MatrixWriter offre de vastes possibilités pour l'introduction et la manipulation des tableaux (matrices à une et deux dimensions).

Affichage des tableaux avec le HP 48

La pile affiche les tableaux sous forme de nombres placés entre des délimiteurs imbriqués []. Une paire de crochets [] encadre la matrice et d'autres paires entourent chacune de ses lignes. Voici un exemple de matrice 3 × 3 telle qu'elle s'affiche dans la pile :

Les vecteurs (également appelés vecteurs-colonnes ou matrices à colonne unique) apparaissent dans la pile sous la forme de nombres entourés d'un seul niveau de délimiteurs []:

Les vecteurs-lignes (matrices unilignes) apparaissent dans la pile sous la forme de nombres encadrés de deux paires de délimiteurs []:

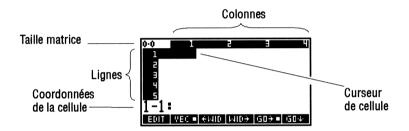
```
[[13579]]
```

De plus, le mode de coordonnées et le mode d'angle en cours ont un impact sur l'affichage des vecteurs bi- et tridimensionnels. Voir "Affichage des vecteurs 2D et 3D", page 13-1.

Saisie de tableaux

L'application MatrixWriter offre un environnement spécial pour la saisie, l'examen et la modification des tableaux à une et deux dimensions. Vous accédez à MatrixWriter en la sélectionnant depuis la pile ou depuis un champ de masque de saisie acceptant les objets matriciels.

L'affichage de MatrixWriter présente les éléments de tableaux sous la forme de cellules distinctes organisées en lignes et en colonnes.



Pour saisir une matrice à l'aide de l'application MatrixWriter :

- 1. Appuyez sur (MATRIX).
- 2. Tapez les nombres de la première ligne en appuyant sur ENTER après chacun d'eux.
- 3. Appuyez sur **(V)** pour marquer la fin de la première ligne.
- 4. Saisissez le reste de la matrice, en appuyant sur (ENTER) après chaque nombre. Notez que lorsque vous tapez le dernier nombre de la ligne, le curseur passe automatiquement au début de la ligne suivante.
- 5. Une fois tous les nombres saisis, appuyez sur (ENTER) pour placer la matrice dans la pile.

Exemple: Entrez la matrice:

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

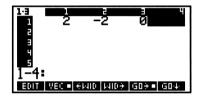
Etape 1 : Sélectionnez l'application MatrixWriter et saisissez le premier élément (cellule 1-1) :





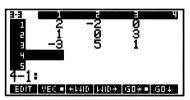
Etape 2: Introduisez le premier élément, ainsi que les autres données de la première ligne.





Etape 3: Utilisez (∇) pour terminer la première ligne et saisissez le reste de la matrice.

```
1 (ENTER) 0 (ENTER) 3 (ENTER)
3 (+/-) (ENTER) 5 (ENTER) 1
(ENTER)
```



Etape 4: Introduisez la matrice dans la pile.

(ENTER)



Au cours de la saisie des chiffres, les coordonnées de la cellule sont remplacées par la ligne de commande. Lorsque vous appuyez sur (ENTER) pour stocker la valeur de la cellule, le curseur passe en principe à la cellule suivante.

La pression sur (V) à la fin de la première ligne définit le nombre de colonnes dans la matrice et déplace le curseur au début de la ligne

suivante. Il est inutile d'appuyer à nouveau sur **()**, le curseur de cellule passe automatiquement à une nouvelle ligne.

Si un nombre excède la taille de la cellule, des points de suspension signalent la présence d'informations supplémentaires sur la droite (1.2...). Par défaut, la taille de la cellule est de quatre caractères.

Notez la double fonction de <u>ENTER</u>: pendant la saisie des données dans la ligne de commande, <u>ENTER</u> place les données dans une cellule; lorsque les coordonnées d'une cellule sont affichées, <u>ENTER</u> introduit la totalité de la matrice dans la pile.

Pour saisir un vecteur à l'aide de l'application MatrixWriter :

- 1. Appuyez sur MATRIX pour afficher l'écran et le menu MatrixWriter.
- 2. Tapez les éléments du vecteur en appuyant sur **ENTER** après chacun d'eux.
- 3. Une fois tous les nombres saisis, appuyez sur **ENTER** pour placer le vecteur dans la pile.

Les vecteurs n'occupent généralement qu'une ligne de données, vous n'avez donc pas à appuyer sur **\(\bigcirc\)**.

Pour saisir des nombres dans plusieurs cellules à la fois :

- 1. Tapez la série de nombres dans la ligne de commande, en appuyant sur (SPC) après chaque nombre.
- 2. Appuyez sur ENTER pour introduire les nombres.

Pour calculer des éléments dans la ligne de commande en cours de saisie :

- 1. Saisissez les arguments et appuyez sur les touches de commande adéquates afin d'effectuer le calcul (appuyez sur SPC) pour séparer les arguments).
- 2. Appuyez sur ENTER pour terminer le calcul et placer le résultat dans la cellule en cours.

Exemple: Entrez 2.2⁴ dans une cellule.





Modification de tableaux

MatrixWriter dispose des fonctions qui facilitent la modification de tableaux déjà saisis.

Pour modifier un tableau affiché sous MatrixWriter :

- 1. Appuyez sur () () () pour déplacer le curseur de cellule en cellule. (Utilisées avec , ces touches placent le curseur respectivement aux extrémités gauche, droite, haute et basse du tableau.)
- 2. Utilisez les fonctions de MatrixWriter citées ci-dessous pour ajouter ou modifier des cellules.
- 3. Appuyez sur (ENTER) pour sauvegarder les changements (ou sur (CANCEL) pour les annuler) et revenir à la pile.

Opérations de l'application MatrixWriter

Pour modifier le contenu d'une cellule :

- 1. Placez le curseur dans la cellule.
- 2. Appuvez sur EDIT.
- 3. Facultatif: appuyez sur (EDIT) pour accéder au menu EDIT (voir page 2-13). Appuyez sur (r) (MATRIX) pour rappeler le menu MatrixWriter.
- 4. Effectuez les modifications puis appuyez sur (ENTER) pour les sauvegarder (ou sur [CANCEL] pour les annuler).

Pour élargir ou rétrécir les cellules affichées :

■ Appuyez sur ÷WID pour rétrécir les cellules : une colonne supplémentaire s'affiche.

■ Appuyez sur WID→ pour élargir les cellules : l'affichage compte une colonne en moins.

Pour commander le déplacement du curseur après une saisie :

- Pour que le curseur passe à la colonne suivante après une saisie. appuyez sur GO+ : le symbole • s'affiche dans le libellé.
- Pour que le curseur passe à la *ligne* suivante après une saisie, appuyez sur GO+ : le symbole ■ s'affiche dans le libellé.
- Pour éviter que le curseur se déplace automatiquement après une saisie, désactivez G□→ et G□→ : le symbole • n'est plus affiché dans les libellés respectifs.

Pour insérer une colonne :

- 1. Placez le curseur sur la colonne où vous souhaitez réaliser l'insertion.
- 2. Appuyez sur +COL. Une colonne de zéros est insérée.

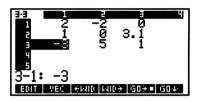
Exemple: Modifiez la matrice citée dans le premier exemple de ce chapitre.

$$\text{de} \quad \begin{bmatrix}
 2 & -2 & 0 \\
 1 & 0 & 3 \\
 -3 & 5 & 1
 \end{bmatrix} \quad \text{en} \quad \begin{bmatrix}
 2 & -2 & 4 & 0 \\
 1 & 0 & 1 & 3.1 \\
 -3 & 5 & 3 & 1
 \end{bmatrix}$$

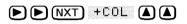
- Etape 1: Si la matrice est déjà dans la pile, amenez-la au niveau 1, sinon introduisez-la au niveau 1. Affichez-la ensuite dans l'environnement MatrixWriter. (Dans cet exemple, la touche GD* est active.)
 - (ou saisissez la matrice)

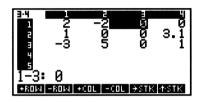






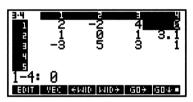
Etape 3: Insérez une nouvelle colonne avant la colonne 3, et amenez le curseur de cellule en haut de la nouvelle colonne.





Etape 4 : Définissez le mode de saisie de haut en bas. Remplissez la nouvelle colonne.

$$\begin{array}{c} \text{NXT} \quad \text{GO} \, \downarrow \\ 4 \, \text{SPC} \, 1 \, \text{SPC} \, 3 \, \text{ENTER} \end{array}$$



Etape 5: Rétablissez le mode de saisie de gauche à droite, puis introduisez la matrice modifiée.

GD+ (ENTER)



Pour supprimer une colonne :

- 1. Placez le curseur dans la colonne à supprimer.
- 2. Appuyez sur -COL.

Pour ajouter une colonne à droite de la dernière colonne :

- 1. Placez le curseur à droite de la dernière colonne.
- 2. Entrez une valeur. Le reste de la colonne se remplit de zéros.

Pour insérer une ligne :

- 1. Placez le cursur sur la ligne où vous voulez réaliser l'insertion.
- 2. Appuyez sur +ROW. Une ligne de zéros est insérée.

Pour supprimer une ligne :

- 1. Placez le curseur sur la ligne à supprimer.
- 2. Appuyez sur -ROW.

Pour ajouter une ligne après la dernière ligne :

- 1. Placez le curseur sous la dernière ligne.
- 2. Entrez une valeur. Le reste de la ligne se remplit de zéros.

Résumé des opérations de MatrixWriter

Touche	Description
EDIT	Place le contenu de la cellule en cours dans la ligne de
	saisie en vue de sa modification. (Appuyez sur
	(SEDIT) pour accéder au menu EDIT.) Appuyez sur
	ENTER pour sauvegarder les changements, ou sur
	CANCEL pour les annuler.
VEC	Pour les tableaux unilignes, joue le rôle de bascule entre
	la saisie sous forme de vecteurs ou de matrices. Si cette
	touche est "active" (VEC ■), les tableaux unilignes
	sont saisis dans la ligne de commande comme des vecteurs ([1 2 3]). Si elle est "inactive" (VEC),
	ils sont saisis comme des matrices ([[1 2 3]]).
+WID	Rétrécit les cellules pour afficher une colonne
, MID	supplémentaire.
 WID→	Agrandit les cellules : l'affichage compte une colonne
	de moins.
GO→	Définit le mode de saisie de gauche à droite. Le curseur
	de cellule se place sur la <i>colonne</i> 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 des
	données.
+ROW	Insère une ligne de zéros à la position du curseur.
-ROW	Supprime la ligne en cours.
+COL	Insère une colonne de zéros à la position du curseur.
-COL	Supprime la colonne en cours.
⇒STK	Copie la cellule en cours dans le niveau 1 de la pile.
↑STK	Active la pile interactive, qui permet de copier (echo)
	des objets de la pile dans la ligne de commande.
(MATRIX)	Rappelle le menu MatrixWriter lorsqu'un autre menu
	est affiché.

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. Le HP 48 dispose d'un environnement dénommé PICTURE permettant de visualiser et de modifier des objets graphiques.

A l'instar des autres objets du HP 48, les objets graphiques peuvent être placés dans la pile et stockés dans des variables. Dans la pile, un objet graphique est affiché sous la forme :

Graphic $n \times m$

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

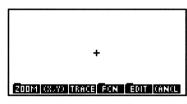
Le HP 48 dispose de deux sortes d'objets graphiques :

- Les tracés sont des représentations graphiques de fonctions. d'équations et d'ensembles de données automatiquement générées par l'application PLOT. Le HP 48 permet d'effectuer 15 zooms différents sur le tracé, et de procéder à une analyse numérique des fonctions tracées.
- Les images sont des objets graphiques libres, créés "pixel par pixel", soit automatiquement au moyen de commandes "instantanées", soit manuellement au moven de l'éditeur d'image.

Environnement PICTURE

Pour accéder directement à l'environnement PICTURE :

■ A partir de la pile, appuyez sur (♠)(PICTURE).



Affichage PICTURE par défaut

Pour quitter l'environnement PICTURE :

■ Appuyez sur CANCEL. Notez que ceci ne supprime pas l'objet graphique affiché, mais rappelle simplement l'affichage antérieur à partir duquel vous avez accédé à l'environnement PICTURE.

Utilisation de l'éditeur d'image

L'éditeur d'image permet de créer et de modifier des graphiques au moyen d'éléments définis (lignes, rectangles et cercles), ou pixel par pixel. Il vous permet également de copier ou de supprimer tout ou partie d'une image, ainsi que de superposer deux images.

Pour accéder à l'éditeur d'image :

■ A partir de la pile, appuyez sur (♠)(PICTURE) EDIT.

Pour quitter l'éditeur et revenir à l'environnement principal de PICTURE :

■ Appuyez sur PICT dans la troisième page de l'éditeur ou sur MENU.

Pour quitter l'éditeur et revenir à la pile :

■ Appuyez sur CANCEL.

9-2 Objets graphiques

9

Activation et désactivation des pixels

Deux opérations, DOT+ et DOT-, permettent d'activer et de désactiver les pixels de manière sélective. Lorsque l'une d'elles est active, le symbole (*) est affiché à côté de son libellé.

- Symbole présent dans le libellé DŪT+ : les pixels situés sous le curseur sont activés.
- Symbole présent dans le libellé DOT- : les pixels situés sous le curseur sont désactivés.

Ajout d'éléments graphiques

L'éditeur d'image dispose de trois types d'éléments géométriques (ligne, rectangle et cercle) susceptibles d'être ajoutés à un objet graphique.

Chacun d'eux requièrent deux positions du curseur. Vous devez donc marquer la première position afin qu'elle soit mémorisée par l'éditeur, puis déplacer le curseur vers la seconde.

Pour marquer la position du curseur :

■ Appuyez sur MARK, à partir de la deuxième page du menu de l'éditeur d'image, ou sur (x). Réappuyez sur MARK ou sur (x) pour supprimer la marque. Par ailleurs, toute opération nécessitant une marque en crée une lorsque vous appuyez une première fois sur la touche qui lui est associée, puis exécute l'opération lorsque vous réappuyez sur la touche.

Pour tracer une ligne :

- 1. Dans l'éditeur d'image, placez le curseur à l'endroit où la ligne doit débuter.
- 2. Appuyez sur (x) (ou MARK ou encore LINE).
- 3. Placez le curseur à l'endroit où la ligne doit finir et appuyez sur

Pour tracer un rectangle :

- 1. Dans l'éditeur d'image, placez le curseur à l'endroit où doit se trouver l'angle du rectangle.
- 2. Appuyez sur (x) (ou MARK ou encore BOX).

9

3. Placez le curseur à l'endroit où doit se trouver l'angle opposé du rectangle et appuyez sur BOX.

Pour tracer un cercle :

- 1. Dans l'éditeur d'image, placez le curseur à l'endroit où doit se trouver le centre du cercle.
- 2. Appuyez sur (x) (ou MARK ou encore CIRCL).
- 3. Placez le curseur à un endroit quelconque du périmètre du cercle voulu et appuyez sur CIRCL.

Pour changer l'état de la ligne :

- 1. Dans l'éditeur d'image, placez le curseur à une extrémité de la ligne.
- 2. Appuyez sur (x) (ou MARK ou encore TLINE).
- 3. Placez le curseur à l'autre extrémité et appuyez sur TLINE. Les pixels entre la marque et le curseur s'allument ou s'éteignent en fonction de leur état antérieur.

Modification et effacement d'une image

Pour effacer la totalité d'une image :

■ L'image étant affichée, appuyez sur NXT ERASE (ou sur ← CLEAR) en guise de raccourci).

Pour effacer une partie rectangulaire de l'image :

- 1. Placez le curseur en un angle de la partie à effacer et appuyez sur (x) (ou DEL) pour le marquer.
- 2. Placez le curseur à l'angle opposé.
- 3. Appuyez sur NXT DEL (ou DEL) en guise de raccourci).

Pour copier une partie rectangulaire de l'image dans la pile :

- Placez le curseur en un angle de la partie à copier et appuyez sur
 (ou SUB) pour le marquer.
- 2. Placez le curseur à l'angle opposé.
- 3. Appuyez sur NXT NXT SUB. La partie de l'image est placée dans le niveau 1 de la pile, l'image d'origine restant affichée.

Pour superposer deux objets graphiques :

- 1. Placez le second objet graphique dans le niveau 1 de la pile.
- 2. Ouvrez l'éditeur d'image (PICTURE EDIT) et placez le curseur à l'angle supérieur gauche de la région rectangulaire où vous voulez superposer l'objet graphique.
- 3. Appuvez sur (NXT) (NXT) REPL.

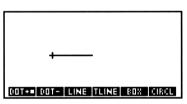
Pour copier la totalité de l'image (contenu de PICT) dans la pile :

■ L'image étant affichée, appuyez sur (STO) (ou FICT→). Une copie de PICT est placée dans le niveau 1 de la pile, l'image d'origine restant affichée.

Exemple: Créez et modifiez une image de petite taille afin de mettre en pratique certaines des opérations décrites ci-dessus.

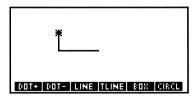
Etape 1: Ouvrez l'éditeur d'image et effacez le contenu de PICT. Ensuite, utilisez DOT+ pour tracer une ligne horizontale partant du centre vers le bord gauche et s'arrêtant à mi-chemin.





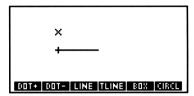
Etape 2: Désactivez le tracé de ligne, puis utilisez LINE pour dessiner une verticale partant de la position du curseur et s'arrêtant à mi-chemin du bord supérieur.

(pour marquer) (maintenue enfoncée)



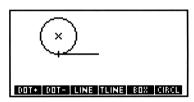
Etape 3: Placez le curseur à l'extrémité inférieure de la ligne et changez son état.

(maintenue enfoncée) TLIME



Etape 4: Dessinez un cercle en utilisant la marque existante et la position du curseur.

CIRCL



Etape 5 : Supprimez le demi-cercle inférieur.

(vers la gauche du cercle)

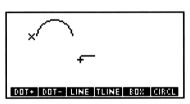
(vers le haut du cercle à mi-chemin)

(x) (pour marquer)

(vers le bas sous le cercle)

(vers la droite du cercle)

(DEL)



Sauvegarde et visualisation d'objets graphiques

L'environnement PICTURE permet d'afficher et de manipuler un seul objet graphique à la fois. L'objet graphique en cours est systématiquement stocké dans la variable réservée PICT, qui est en quelque sorte le "tableau noir" intégré du HP 48 sur lequel s'effectuent le tracé des fonctions et le dessin des images. Les objets graphiques (tracés et images) peuvent être stockés sous le nom de votre choix, mais pour visualiser le contenu évalué d'un nom, il faut que ce nom soit copié dans PICT.

Pour sauvegarder l'objet graphique affiché :

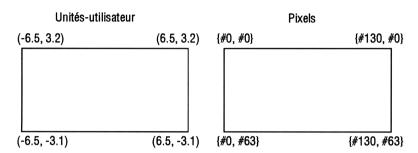
- 1. Dans l'environnement PICTURE, appuyez sur (STO). L'objet graphique affiché est copié dans le niveau 1 de la pile.
- 2. Appuyez une ou plusieurs fois sur (CANCEL) pour sortir de PICTURE et revenir à la pile.
- 3. Tapez un nom entouré des délimiteurs '.
- 4. Appuyez sur (STO). L'objet graphique est stocké dans le répertoire en cours.

Pour visualiser un objet graphique non affiché:

- 1. Sauvegardez l'objet graphique affiché si vous souhaitez le conserver (voir ci-dessus).
- 2. Rappelez l'objet graphique voulu (sans les délimiteurs ') dans le niveau 1.
- 3. Tapez FICT dans la ligne de commande (sans les délimiteurs ').
- 4. Appuvez sur STO.
- 5. Appuyez sur (PICTURE).

Coordonnées d'objets graphiques

Les coordonnées des points d'un objet graphique peuvent être spécifiées en pixels ou en unités-utilisateur.



Coordonnées en unités-utilisateur et en pixels

Les coordonnées en pixels (système d'unités par défaut) d'un objet graphique PICT de taille standard vont de { #0 #0 } dans l'angle supérieur gauche à { #130 #63 } dans l'angle inférieur droit. Notez qu'elles sont représentées par une liste contenant deux entiers binaires, le premier correspondant à la colonne et le second à la ligne. Les coordonnées en pixels sont les plus pratiques pour manipuler des images.

Les coordonnées en unités-utilisateur dépendent de la définition en cours de *PPAR* (voir chapitre 22), mais leurs valeurs par défaut vont de (-6.5, 3.2) dans l'angle supérieur gauche à (6.5, -3.1) dans l'angle inférieur droit. Elles sont représentées par un nombre complexe (paire ordonnée), dont la partie réelle correspond à la coordonnée horizontale et la partie imaginaire à la verticale. Les coordonnées en unités-utilisateur sont plus pratiques pour manipuler des tracés.

Commandes d'objets graphiques

Le menu de commandes PRG contient deux sous-menus, GROB et PICT, permettant d'accéder à des commandes programmables pour manipuler des images et des éléments d'image. (Le mot GROB est la contraction de "Graphic Object".)

Commandes d'objets graphiques

Touche	Commande programmable	Description		
(PRG) PI	.			
PICT	PICT	Place le nom PICT dans la pile. Vous pouvez ainsi appeler l'objet graphique de PICT comme s'il était stocké dans une variable.		
PDIM	PDIM	Redimensionne <i>PICT</i> aux dimensions données aux niveaux 2 et 1. Ces dimensions correspondent soit à la largeur et la hauteur (en pixels), soit aux coordonnées minimales et maximales (en unités-utilisateur).		
LINE	LINE	Trace une ligne dans <i>PICT</i> 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 <i>PICT</i> 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 (au niveau 1). (La coordonnée et le rayon doivent tous deux être exprimés en unités-utilisateur ou en pixels.)		
PIXON	PIXON	Active, dans <i>PICT</i> , le pixel spécifié au niveau 1.		

Commandes d'objets graphiques (suite)

Touche	Commande programmable	Description	
PIXOF	PIXOFF	Désactive, dans <i>PICT</i> , le pixel spécifié au niveau 1.	
PIX?	PIX?	Renvoie 1 si le pixel spécifié au niveau 1 est allumé et 3 s'il est éteint.	
PVIEW	PVIEW	Affiche <i>PICT</i> avec les coordonnées spécifiées dans l'angle supérieur gauche de l'écran graphique.	
PX→C	$PX \rightarrow C$	Convertit des coordonnées exprimées en pixels ($\#n_x \#n_y$) en unités-utilisateur (x, y).	
C+PX	С→РХ	Convertit des coordonnées exprimées en unités-utilisateur (x, y) en pixels $\{ \#n_x \#n_y \}$.	
(PRG) GR	JB:		
÷GRO	→GROB	(Vers GROB.) Convertit un objet (niveau 2) en objet graphique en utilisant un nombre réel n (0 à 3 du niveau 1) pour spécifier la taille des caractères. 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 des caractères est la même que pour $n=3$, sauf que dans le cas d'objets algébriques et d'objets-unités, l'objet graphique résultant est une image 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	(GROB OR.) Superpose l'objet graphique du niveau 1 sur celui du niveau 3. L'angle supérieur gauche de l'objet graphique de niveau 1 est placé aux coordonnées spécifiées dans le niveau 2.	

Commandes d'objets graphiques (suite)

Touche	Commande	Description
	programmable	
GXOR	GXOR	(GROB XOR.) Identique à GOR sauf que l'objet graphique de niveau 1 s'affiche normalement sur un fond clair et inversé sur un fond noir.
SUB	SUB	(Subset.) Extrait et place dans la pile une partie d'objet graphique (niveau 3) définie par deux coordonnées (niveaux 2 et 1) qui définissent les angles diagonalement opposés du rectangle à extraire.
REPL	REPL	(Replace.) Identique à GOR sauf que l'objet graphique du niveau 1 écrase celui du niveau 3 sur lequel il se superpose.
→LCD	→LCD	(Pile vers LCD.) Affiche l'objet graphique du niveau 1 dans l'affichage de la pile, son pixel supérieur gauche étant dans l'angle supérieur gauche de l'affichage. Il écrase la totalité de l'affichage sauf les libellés de menu.
LCD+	$LCD \rightarrow$	(LCD vers pile.) Renvoie un objet graphique au niveau 1 représentant l'affichage en cours de la pile.
SIZE	SIZE	Renvoie la largeur (niveau 2) et la hauteur (niveau 1) en pixels pour l'objet graphique du niveau 1.

Touche	Commande programmable	Description
ANIM	ANIMATE	Prend, dans les niveaux $2 \ an + 1$, une séquence d'objets graphiques et, dans le niveau 1 , soit le nombre d'objets graphiques (n) , soit une liste contenant quatre éléments : le nombre d'objets graphiques (n) , une liste de coordonnées en pixels $\{\{ \#n_x \#n_y \}\}$ de la région où doit s'effectuer l'animation, la durée (en secondes) entre chaque "plan" de l'animation et le nombre de répétition de la séquence d'animation $(0 = \text{répétition jusqu'à interruption par pression sur une séquence de touches})$. Affiche ensuite chaque objet graphique en séquence dans l'endroit spécifié pour le nombre de secondes indiquées.

Obiets-unités

L'application Units contient un catalogue de 147 unités que vous pouvez combiner avec des nombres réels pour créer des objets-unités. Cette application permet:

- De convertir des unités. Par exemple, vous pouvez convertir l'objet-unité 10 ft en 120 in ou en 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.

Présentation de l'application Units

Elle comporte deux menus:

- Le menu du catalogue des unités (→ UNITS), qui contient les unités du HP 48, classées par sujet. Vous utiliserez ce menu pour créer des objets-unités et effectuer des conversions entre unités associées.
- Le menu des commandes ((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 d'unités (SI), qui reconnaît sept unités de base : m (le mètre), kg (le kilogramme), ≤ (la seconde), A (l'ampère), K (le kelvin), cd (la candela) et mol (la mole). Le HP 48 dispose de deux unités de base supplémentaires : r (le radian) et sr (le stéradian). Le menu du

catalogue des unités contient ces neufs unités de bases, ainsi que 141 unités composées, construites à partir de ces unités de base. Par exemple, in (inch) vaut 0,0254 m et Fdy (Faraday) 96487 A*s. (Consultez l'annexe E pour la liste complète des unités intégrées et leur valeur SI.)

Un objet-unité comporte 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) et 8.303_9al h (8,303 gallons US par heure) sont des objets-unités. Comme les autres types d'objets, 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-unité par une nouvelle (spécifiée par vous) et multiplie automatiquement le nombre par le facteur de conversion approprié.

Les opérateurs d'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.

Menu du catalogue des unités

Le menu du catalogue des unités (UNITS) affiche 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 des sous-menus ne se comportent pas comme celles des menus standard. En mode de saisie immédiate, lorsque vous appuyez sur :

■ Une touche non shiftée, le HP 48 crée un objet-unité en combinant le nombre réel du niveau 1 avec l'expression-unité correspondant à cette touche. (En mode de saisie algébrique ou 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 dans la ligne de commande ou au niveau 1, en l'unité correspondante.
- Une touche shiftée-droite, le HP 48 divise par l'unité correspondante. Ceci facilite la création d'expressions-unités avant un dénominateur.

Création d'un objet-unité

Le menu du catalogue des unités facilite la création d'objets-unités.

Pour créer un objet-unité dans la pile :

- 1. Tapez la partie numérique de l'objet-unité.
- 2. Appuyez sur (UNITS) et sélectionnez le menu contenant l'unité appropriée.
- 3. Appuyez sur la touche de menu de l'unité appropriée. (Si vous souhaitez *l'inverse* de l'unité, appuyez sur \longrightarrow et sur la touche de menu.)
- 4. Dans le cas d'unités composées, répétez les étapes 2 et 3 pour chaque unité constituant l'expression-unité.

Lorsque vous appuyez sur une touche dans le menu du catalogue des unités, le HP 48 introduit d'abord un objet-unité dans la pile avec la valeur numérique 1. Puis, dans le cas d'une touche non shiftée, il exécute une multiplication (*), ou, dans le cas d'une touche shiftée-droite, une division (/).

Pour créer un objet-unité dans la ligne de commande :

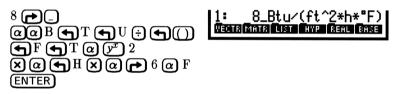
- 1. Tapez le nombre.
- 2. Tapez le caractère _ (() pour activer le mode de saisie algébrique.
- 3. Tapez l'expression-unité comme s'il s'agissait d'une expression algébrique :
 - Pour taper un nom d'unité, appuyez sur la touche de menu correspondante ou tapez les lettres qui le composent.
 - Pour créer des unités composées, appuyez sur (x), (\div) , (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, les libellés des touches de menu sont en majuscules. Par conséquent, faites la distinction entre les libellés des touches d'unités et le nom exact de ces unités.)

En tapant directement les noms d'unités, vous pouvez créer un objet-unité sans passer d'un sous-menu à un autre du catalogue des unités. Néanmoins, avec les touches de menu, vous éliminez tout risque de fautes de frappe ou d'emploi incorrect des majuscules et des minuscules.

Exemple: Créez l'objet-unité 8_Btu/(ft^2*h*"F) en ligne de commande.

Etape 1 : Tapez le nombre et le caractère _, puis l'expression-unité en utilisant les caractères alpha. Enfin, entrez l'objet-unité.



Pour créer un objet-unité à l'aide de EquationWriter :

- 1. Appuyez sur ((EQUATION).
- 2. Saisissez le nombre, appuyez sur , puis saisissez l'expression-unité en notation EquationWriter standard.
- 3. Appuyez sur (ENTER).

L'application EquationWriter permet de créer 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 en notation classique.

10

Préfixes

Vous pouvez aussi insérer des préfixes devant le nom d'une unité pour indiquer une puissance de dix. Le tableau suivant dresse la liste des préfixes disponibles. (Pour saisir le symbole μ , appuyez sur α \longrightarrow N.)

Préfixes d'unités

Préfixe	Nom	Exposant	Préfixe	Nom	Exposant
Υ	yota	+24	d	déci	-1
z	zêta	+21	c	cent	-2
E	exa	+18	m	milli	-3
P	péta	+15	μ	micro	-6
Т	téra	+12	n	nano	-9
G	giga	+9	P	pico	-12
M	méga	+6	f	femto	-15
k ou K	kilo	+3	а	atto	-18
h ou H	hecto	+2	z	zepto	-21
D	déca	+1	y	yocto	-24

La plupart des préfixes utilisés par le HP 48 correspondent à la notation SI standard, à l'exception de "déca" qui est noté "D" dans le HP 48 et "da" en notation SI.

Remarque



Vous ne pouvez pas 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 signifiant "minutes." Voici d'autres combinaisons inutilisables parce que correspondant à des unités intégrées : Pa, da, cd, ph, flam, nmi, mph, kph, ct, pt, ft, au, cu, yd et yr.

Conversion d'unités

Le HP 48 dispose de plusieurs moyens de conversion d'objets-unités :

- Le menu du catalogue des unités (UNITS). Convertit en unités intégrées seulement.
- La commande CONVERT. Convertit en toutes unités.
- La commande UBASE (unités de base). Convertit en unités de base SI uniquement.

Si vous utilisez des unités de température, consultez "Unités de température", page 10-10.

Utilisation du menu du catalogue UNITS

Le menu du catalogue des unités (UNITS) permet de convertir un objet-unité placé au niveau 1 de la pile en toute unité du menu, pour autant qu'elle soit cohérente du point de vue des dimensions.

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 sujet contenant l'unité appropriée.
- 3. Appuyez sur (et sur la touche de menu de l'unité voulue.

Utilisation de CONVERT

Vous pouvez utiliser la commande CONVERT pour convertir des objets-unités en toute expression-unité cohérente du point de vue des dimensions.

Pour convertir en une unité quelconque :

- 1. Saisissez l'objet-unité avec les unités d'origine.
- 2. Saisissez un nombre quelconque (1 par exemple) et associez-lui les unités de conversion voulues.
- 3. Appuyez sur (UNITS) CONV.

CONVERT convertit l'unité-objet du niveau 2 en utilisant les unités du niveau 1. Elle ignore la partie numérique de l'objet-unité du niveau 1.

Utilisation de UBASE (pour les unités de base SI)

La commande UBASE convertit une unité composée en unités de base SI équivalentes.

Pour convertir des unités en unités de base SI :

- 1. Saisissez l'objet-unité avec ses unités d'origine.
- 2. Appuyez sur (UNITS) UBASE.

Conversion d'unités d'angle

Les angles plans et volumiques sont associés à des unités spécifiques (sans dimension). Bien que cela les distingue des grandeurs scalaires, le HP 48 permet d'effectuer des conversions entre unités d'angles et grandeurs scalaires. L'opération interprète la grandeur scalaire en fonction du mode d'angle en cours (degrés, radians ou grades).

Unité	Symbole	Définition	Valeur
Arc-minute	arcmin	$^{1}/_{21600}$ cercle-unité	$2.90888208666 \times 10^{-4} \text{ r}$
Arc- seconde	arcs	$\binom{1}{1296000}$ cercle-unité	$4.8481368111 \times 10^{-6} \text{ r}$
Degré		$^{1}/_{360}$ cercle-unité	$1.74532925199 \times 10^{-2} \text{ r}$
Grade	grad	$^{1}/_{400}$ cercle-unité	$1.57079632679 \times 10^{-2} \text{ r}$
Radian	r	$^{1}/_{2\pi}$ cercle-unité	1 r
Stéradian	sr	$^{1}/_{4\pi}$ sphère-unité	1 sr

Calcul avec des unités

Le HP 48 permet d'exécuter de nombreuses opérations arithmétiques sur les objets-unités comme s'il s'agissait de nombres réels :

- Addition et soustraction (unités cohérentes du point de vue des dimensions uniquement).
- Multiplication et division.
- Inversion.
- Elévation à une puissance.

- Calcul de pourcentage (unités cohérentes du point de vue des dimensions uniquement).
- Comparaison de valeurs (unités cohérentes du point de vue des dimensions uniquement).
- Opération trigonométrique (unités angulaires planaires uniquement).

Un grand nombre d'autres opérations mathématiques sont possibles, mais ne s'effectuent que sur la partie numérique de l'objet-unité.

Pour effectuer des calculs sur des objets-unités :

- 1. Saisissez les objets-unités.
- 2. Exécutez les commandes appropriées.

Les unités sont automatiquement converties et combinées au cours du calcul. Certaines opérations nécessitent des unités cohérentes du point de vue des dimensions. Dans ce cas, les résultats et leurs unités sont convertis en fonction des unités de l'objet placé au niveau 1.

Les unités de température requièrent une mention spéciale : consultez à ce sujet "Unités de température", page 10-10.

Les opérations trigonométriques SIN, COS et TAN sur les objets-unités exigent des unités angulaires planaires : radians (r), degrés (°), grades (grad), arc-minutes (arcmin) ou arc-secondes (arcs). Le résultat est un nombre réel sans dimension.

Exemple: soustraction. Soustrayez 39_in de 4_ft.



Exemple: multiplication et division. Multipliez 50_ft par 45_ft, puis divisez par 3.2_d (jours).

Etape 1: D'abord, multipliez les deux objets-unités.



10

Etape 2: Saisissez le troisième objet-unité, puis divisez.

Exemple: puissance. Elevez 2 ft/s à la puissance six. Ensuite. calculez la racine carrée, puis la racine cubique du résultat.

Etape 1 : Saisissez l'objet-unité et élevez-le à la puissance six.

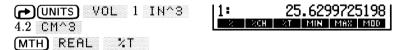


Etape 2: A présent, calculez la racine carrée du résultat.

Etape 3: Enfin, calculez la racine cubique du résultat.



Exemple: pourcentage. Quel pourcentage de 1_in^3 représente 4.2 cm^3?



Factorisation d'expressions-unités

La commande UFACT factorise une unité dans une expression-unité, donnant un objet-unité constitué par l'unité factorisée et les unités de base SI restantes.

Pour factoriser des unités dans une expression-unité :

- 1. Saisissez l'objet-unité avec ses unités d'origine.
- 2. Saisissez un nombre quelconque (1 par exemple) et associez-lui les unités à factoriser.
- 3. Appuyez sur (UNITS) UFHCT.

10

UFACT factorise les unités de l'objet du niveau 1 à partir de l'objet-unité du niveau 2.

Utilisation d'objets-unités dans les expressions algébriques

Les objets-unités sont acceptés dans les expressions algébriques. Saisissez-les comme vous le feriez pour les introduire dans la 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.

Les signes + et - sont autorisés 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 le message + Error: Inconsistent Units (unités non cohérentes).

Unités de température

L'emploi des unités de température ne diffère pas outre mesure de celui des autres unités sauf qu'il vous faut reconnaître et anticiper la distinction entre niveau et différence de température. Par exemple, un niveau de température de 0 °C correspond au "gel", alors qu'une différence de 0 °C signifie "aucun changement".

Lorsque °C ou °F représentent un *niveau* de température, celle-ci est une unité avec une constante additive : 0 °C = 273.15 K et 0 °F = 459.67 °R. Mais lorsque °C ou °F représentent une différence, la température est une unité sans constante additive : 1 °C = 1 K et 1 °F = 1 °R.

Conversion d'unités de température

Les conversions entre les quatre unités de température (K, °C, °F et °R) impliquent l'utilisation de constantes additives et de facteurs multiplicateurs. Les constantes additives sont incluses dans la conversion lorsque les unités de température représentent des niveaux, mais sont ignorées lorsqu'elles représentent des différences:

- Unités de température simples (niveaux). Si les deux expressions-unités comportent une seule unité de température sans préfixe et sans exposant, vous effectuez, via le menu du catalogue des unités (UNITS) ou la commande CONVERT, une conversion absolue, incluant les constantes additives.
- Unités de températures combinées (différences). Si l'une des expressions-unités comprend un préfixe, un exposant ou toute autre unité qu'une unité de température, CONVERT exécute une conversion relative, ignorant les constantes additives.

Exemple: Convertissez 25_°C en °F.



Exemple: Convertissez 25_°C/min en °F/min.

Etape 1: D'abord, créez l'objet-unité 25_°C/min.



Etape 2 : Saisissez un objet-unité contenant les nouvelles unités.



Etape 3: Exécutez la conversion.



Opérations sur les unités de température

Les unités de température sont automatiquement converties et combinées au cours des calculs.

■ Unités de température simples (niveaux ou différences). Dans le cas des opérateurs relationnels (<, >, ≤, ≥, ==, ≠), les unités de température simples sont interprétées comme des niveaux relatifs au zéro absolu pour toutes les unités de températures. Avant

Dans le cas des opérateurs + et -, ainsi que des fonctions %CH et %T, les unités de température simples doivent toutes deux exprimer des températures absolues (K ou °R), des °C ou des °F. Ceci garantit que ces opérations conservent leurs propriétés algébriques.

Dans le cas des autres fonctions, les unités de température simples sont interprétées comme des différences de température ; elles ne sont pas converties avant le calcul.

■ Unités de température combinées (différences). Les unités de température qui comportent des préfixes, des exposants ou d'autres unités sont interprétées comme des différences; elles ne sont pas converties avant le calcul.

Exemple: Déterminez si 12 °C est supérieure à 52 °F.

(L'opérateur > interprète les températures comme des niveaux.)



Le résultat indique que l'expression est vraie (12 °C est supérieure à 52 °F).

Exemple : Calculez la température finale en cas d'augmentation de 18 °F d'une température de 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 $\alpha \Delta T$. (l'opérateur \times interprète les températures comme des différences.)



10

Lorsque vous devez utiliser des températures absolues dans une unité composée ou une expression, veillez à saisir les températures avec une unité absolue. Le HP 48 ne convertit pas correctement les °C ou °F en échelle absolue une fois que la température fait partie de l'expression composée.

Exemple: L'équation d'état des gaz parfaits est PV = nRT, où P est la pression exercée par le gaz (en atmosphères), V le volume du gaz (en litres), P la quantité de gaz (en moles), P la constante des gaz parfaits (0.082057 litre-atmosphère/mole-kelvin) et P la température du gaz (en kelvins).

Etant donné un comportement de gaz parfait, calculez la pression exercée par 0.305 mole d'oxygène dans 0.950 litre à 150 °C.

Etape 1 : Saisissez d'abord la température.



Etape 2 : Convertissez les unités en kelvins. Cette conversion s'effectue correctement à ce niveau car la température est encore "simple" et non partie intégrante d'une unité composée.



Etape 3: Multipliez T (déjà au niveau 1) par n (0.305 mole).



Etape 4: Multipliez nT par R, la constante des gaz parfaits. Extrayez R de la bibliothèque des constantes avant d'effectuer la multiplication.



Etape 5: Divisez par V (0.950 litre) pour calculer P.



Etape 6: Convertissez les unités de pression en atmosphères.



Etape 7 : Convertissez la pression (en atmosphères) en unités de base SI.



Création d'unités-utilisateur

Si vous utilisez une unité non comprise dans le menu du catalogue UNITS, vous pouvez créer une *unité-utilisateur* opérant de la même façon qu'une unité intégrée. (La bibliothèque d'équations contient quatre unités-utilisateur; voir page 25-18.)

Pour créer une unité-utilisateur :

- 1. Saisissez un objet-unité, en utilisant des unités intégrées ou définies antérieurement, qui soit égal à la valeur d'une nouvelle unité.
- 2. Stockez l'objet-unité dans une variable ; le nom de celle-ci est celui de la nouvelle unité.
- 3. Facultatif: Ajoutez l'objet-unité avec l'unité-utilisateur au menu CST (voir plus loin). La partie numérique est ignorée. (Reportez-vous à la page 30-1 pour de plus amples informations sur les menus personnalisés.)

Vous ne pouvez pas utiliser de touches d'unité dans le menu VAR comme cela est possible dans le menu UNITS. En effet, les touches du menu VAR stockent et rappellent des objets. Cependant, si vous ajoutez l'unité-utilisateur dans le menu CST, vous pourrez saisir et

convertir vos unités-utilisateur de la même manière qu'avec les touches du menu UNITS.

Exemple: Utilisez l'unité intégrée d (jour) pour créer l'unitéutilisateur WEEK (semaine). A cet effet, stockez l'objet-unité 7_d dans la variable WEEK. Entrez une liste contenant un objet avec la nouvelle unité : (1_WEEK). Stockez-la dans le menu CST et affichez ce dernier (appuyez sur (MODES) MENU MENU).

Autres commandes pour les objets-unités

Touche	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, en ignorant la partie numérique de l'objet du niveau 1, pour former un objet-unité au niveau 1.

Fonctions mathématiques

Fonctions et commandes intégrées

Les fonctions et commandes intégrées sont des sous-ensembles d'opérations du HP 48. Toute action exécutable par le calculateur est une opération (chaque fois que vous appuyez sur une touche, vous exécutez une opération). Toutefois, les opérations ne sont pas toutes équivalentes. C'est pourquoi elles sont classées en quatre catégories :

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

Les fonctions analytiques constituent un sous-ensemble des 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 en revanche (qui permet de permuter le contenu des niveaux 1 et 2), 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, à l'annexe G, indique la classification des opérations du calculateur. Par ailleurs, tout au long de ce manuel, les activités du HP 48 sont identifiées en tant qu'opérations, commandes, fonctions 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 pas les inclure dans un programme).

Expression des fonctions : syntaxe algébrique

La différence entre fonctions et commandes est que les premières peuvent être incluses dans des expressions algébriques. La syntaxe utilisée détermine la façon dont la fonction interprète ses entrées (ou arguments). Les fonctions se répartissent en trois types selon la syntaxe employée:

- Fonctions préfixes. Telles que 'SIN(X)' et 'MAX(X,Y)', dont le nom (ou opérateur) est placé avant le ou les arguments (listés entre parenthèses et séparés par des virgules).
- Fonctions infixes. Telles que + et ≥, dont l'opérateur est placé entre les deux arguments.
- Fonctions suffixes. Telles que! (factorielle), dont l'opérateur est placé après l'argument.

Remarque



Dans l'expression 'A(B*C)', A est traité comme une fonction préfixe et non comme un argument multiplicateur. Le HP 48 interprète l'expression dans le sens "appliquer la fonction A au produit de B et C" et non "multiplier A par le produit de B et C". S'il faut effectuer une multiplication, veillez à inclure l'opérateur * (ou * sous EquationWriter).

La priorité des opérateurs d'une expression algébrique détermine l'ordre d'évaluation de ses termes. Les opérations hautement prioritaire 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 présente les fonctions du HP 48 classées par ordre décroissant de priorité (de 1 à 11) :

- 1. Expressions entre parenthèses. Les expressions entre parenthèses imbriquées sont évaluées de l'intérieur vers l'extérieur.
- 2. Fonctions préfixes (telles que SIN, INV ou LOG).
- 3. Fonctions suffixes (telles que!).
- 4. Puissance (^).
- 5. Opposé (-), multiplication (*) et division (/).
- 6. Addition (+) et soustraction (-).
- 7. Opérateurs de comparaison (==, \neq , \langle , \rangle , \leq ou \geq).
- 8. Opérateurs logiques AND et NOT.
- 9. Opérateurs logiques OR et XOR.
- 10. Argument de gauche pour | (recherche).
- 11. Egalité (=).

Exemple:

'A^3+B' Elève A à la puissance 3, puis ajoute B au résultat

puisque a est prioritaire par rapport à +.

'A^(3+B)' Elève A à la puissance 3+B, puisque l'expression entre parenthèses est prioritaire par rapport à ^.

Expression des fonctions : syntaxe de la pile

Bien que les fonctions algébriques suffixes soient rares, toutes les fonctions du HP 48 peuvent être exécutées en notation suffixée dans la pile. La syntaxe de la pile est typiquement une notation suffixée, dans la mesure où les arguments sont saisis les premiers, suivis de la commande ou du nom de la fonction. La notation suffixée est souvent plus efficace que la syntaxe algébrique pour manipuler une série de fonctions.

Le HP 48 permet d'utiliser les deux syntaxes pour exécuter les fonctions. Par exemple, la fonction sinus peut être employée sous la forme 'SIN(X)' ou 'X' SIN, et l'addition sous la forme 'X+Y' ou 1X1 1Y1 ±.

Rappel: si vous ne délimitez pas les noms des fonctions par des apostrophes (délimiteurs ' '), le HP 48 considère que vous utilisez la syntaxe suffixée et prend les objets de la pile comme arguments de la fonction.

Expressions et équations

11

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

Lorsque vous utilisez une équation comme argument d'une fonction, celle-ci est appliquée aux deux membres et le résultat est également une équation. Par exemple, 'X=Y' SIN renvoie 'SIN(X)=SIN(Y)'.

Sur le HP 48, le symbole = signifie en général l'égalité de deux expressions. La commande DEFINE (DEF) interprète = de façon différente : elle *stocke* l'expression du côté droit du signe égal dans le nom placé à sa gauche (pour de plus amples informations, consultez la page 11-7).

Constantes symboliques

Le HP 48 dispose de cinq constantes intégrées susceptibles d'être incluses dans des expressions algébriques soit sous forme de constantes symboliques, soit sous forme d'approximations numériques à 12 chiffres. Ces constantes sont les suivantes :

- π (3.14159265359), rapport du périmètre d'un cercle à son diamètre.
- \bullet e (2.71828182846), base logarithmique népérienne.
- i ((0,1)), racine carrée de (-1).
- MINR (1.E-499), nombre réel positif minimal représentable par le HP 48.

Ces cinq constantes sont disponibles à la fois sous forme symbolique et numérique dans le menu MTH CONSTANTS. Pour y accéder,

11-4 Fonctions mathématiques

appuyez sur MTH (NXT) CONS. Trois d'entre elles peuvent également être saisies directement à partir du clavier principal :

- Appuyez sur $(\neg)(\pi)$ pour obtenir π .
- Appuyez sur \bigcirc E pour obtenir e.
- Appuyez sur (α) I pour obtenir i.

Le HP 48 dispose également de 40 constantes physiques (avec leurs unités) dans sa bibliothèques de constantes. La fonction CONST permet d'utiliser ces constantes sous forme symbolique. Pour de plus amples informations, reportez-vous à la page 25-17.

Contrôle de l'évaluation des constantes symboliques

Les indicateurs système -2 (constantes symboliques) et -3 (résultats symboliques) déterminent si l'évaluation des constantes symboliques produit des résultats symboliques ou numériques. Ces deux indicateurs sont par défaut "désarmés".

Pour contrôler l'évaluation des constantes symboliques :

- Pour laisser la constante symbolique inchangée pendant l'évaluation, désarmez les indicateurs -3 et -2 (état par défaut).
- Pour remplacer une constante symbolique par sa valeur numérique pendant l'évaluation, armez l'indicateur -3.
- Pour remplacer une constante symbolique par sa valeur numérique sauf lorsqu'elle est l'argument d'une fonction, désarmez l'indicateur -3 et armez l'indicateur -2. Une pression sur (EVAL) entraı̂ne l'emploi de la valeur numérique, ce qui n'est pas le cas des autres fonctions (/, SIN, LOG etc).
- Appuyez sur (→NUM) pour obtenir systématiquement un résultat numérique quel que soit le réglage des indicateurs.

Fonctions mathématiques intégrées

Les six chapitres suivants (12 à 17) traitent des fonctions mathématiques intégrées du HP 48. Elles sont groupées en chapitres, eux-mêmes divisés en parties.

La plupart des fonctions arithmétiques et scientifiques courantes sont accessibles à partir du clavier principal, mais un plus grand nombre encore sont disponibles dans les sous-menus accessibles au moyen de la touche (MTH). Le tableau suivant indique comment accéder

aux groupes de fonctions du HP 48 et le chapitre correspondant du manuel.

Récapitulatif des fonctions mathématiques du HP 48

Sujet ou groupe	Accès	Référence
Arithmétique	Clavier	Chapitre 12
Fonctions exponentielles	Clavier	Chapitre 12
Fonctions logarithmiques	Clavier	Chapitre 12
Fonctions	Clavier	Chapitre 12
trigonométriques		
Fonctions hyperboliques	MTH) HYP	Chapitre 12
Probabilités	(MTH) PROB	Chapitre 12
Pourcentages	MTH) REAL	Chapitre 12
Constantes intégrées	MTH NXT CONS	Chapitre 12
	(EQLIB) COLIB	Chapitre 25
Fonctions sur des nombres	(MTH) REAL	Chapitre 12
réels		
Fonctions sur des nombres complexes	MTH NXT CMPL	Chapitre 12
Fonctions vectorielles	(MTH) VECTR	Chapitre 13
Transformées de Fourier	MTH) (NXT) FFT	Chapitre 13
Matrices	(MTH) MATR	Chapitre 14
Algèbre linéaire	(MTH) MATR	Chapitre 14
Conversions de bases de nombres	MTH) BASE	Chapitre 15
Arithmétique binaire	(MTH) BASE	Chapitre 15
Logique booléenne	(MTH) BASE LOGIC	Chapitre 15
Arithmétique sur les dates et heures	TIME	Chapitre 16
Arithmétique fractionnaire	(SYMBOLIC)	Chapitre 16
Application de fonctions à	(MTH) LIST Clavier	Chapitre 17
des listes	<u> </u>	r
Suites et séries	(MTH) LIST	Chapitre 17
Application récursive	(PRG) LIST	Chapitre 17
d'une fonction à une liste		_

Fonctions-utilisateur

Le HP 48 permet de créer des fonctions-utilisateur. Elles se comportent comme des fonctions intégrées dans la mesure où :

- Elles prennent leurs arguments dans la pile ou en syntaxe algébrique.
- Elles acceptent les arguments symboliques.
- Elles peuvent être différenciées.

Création d'une fonction-utilisateur

La commande DEFINE permet de créer directement une fonction-utilisateur à partir d'une équation. L'équation doit être exprimée sous la forme 'nom(arguments) = expression'.

Pour créer une fonction-utilisateur :

- 1. Saisissez une équation spécifiant le nom de la fonction et ses arguments dans le membre gauche et l'expression définissant le calcul dans le membre droit. Utilisez des virgules pour séparer les arguments.
- 2. Appuyez sur (Commande DEFINE).

Utilisez DEFINE pour créer CMB, une fonction-Exemple: utilisateur qui calcule le nombre de combinaisons C de n différents éléments pris 1, 2, 3, ... n à la fois : $C = 2^n - 1$.

Etape 1: Saisissez l'équation pour CMB.



Etape 2: Exécutez DEFINE. Sélectionnez le menu VAR et notez qu'il comporte à présent la fonction-utilisateur CMB.



Exécution d'une fonction-utilisateur

Une fonction-utilisateur est exécutée de la même façon qu'une fonction intégrée : elle peut prendre des arguments numériques ou symboliques dans la pile ou utiliser la syntaxe algébrique.

Pour exécuter une fonction-utilisateur :

- Pour utiliser la pile, placez-y les arguments dans l'ordre où ils apparaissent du côté gauche de la définition de la fonction (le dernier argument doit se trouver au niveau 1 de la pile). Appuyez ensuite sur la touche de fonction du menu VAR (ou tapez le nom de la fonction), puis sur ENTER).
- Pour utiliser la syntaxe algébrique, appuyez sur ①, puis sur la touche du menu VAR (ou tapez le nom de la fonction). Appuyez ensuite sur ⑤ , saisissez les arguments algébriques dans l'ordre, séparés par des virgules, et appuyez enfin sur ⑥ (ou sur ⑥ VAL pour évaluer l'expression).
- **Exemple :** Exécutez la fonction-utilisateur *CMB* de l'exemple précédent pour effectuer les calculs suivants.
- Etape 1 : Calculez le nombre total de combinaisons d'un nombre d'éléments compris entre un et quatre (n = 4).

Etape 2 : Pour la même valeur de n, calculez les combinaisons en syntaxe algébrique.



Etape 3: Calculez CMB(Z) en syntaxe algébrique, sachant que Z est une variable formelle. (Purgez Z pour vous assurer qu'elle ne contient aucun objet.)



Fonctions-utilisateur imbriquées

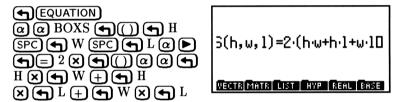
A l'instar des fonctions intégrées, les fonctions-utilisateur peuvent être incluses dans l'expression de définition d'une fonction-utilisateur.

Ecrivez une fonction-utilisateur pour calculer le rapport Exemple: entre la surface d'une boîte et son volume, selon la formule de calcul suivante :

$$\frac{A}{V} = \frac{2(hw + hl + wl)}{hwl}$$

où h, w et l représentent respectivement la hauteur, la largeur et la longueur de la boîte.

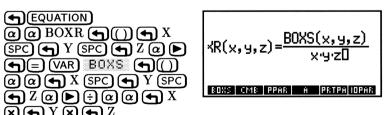
Etape 1: D'abord, créez une fonction-utilisateur BOXS pour calculer la surface de la boîte. Utilisez EquationWriter pour la saisie de l'équation.



Etape 2: Entrez l'équation et créez la fonction-utilisateur.

BOXS CMB PPAR A PRTPA IOPAR (ENTER) **←**DEF

Etape 3: A présent, créez une fonction-utilisateur BOXR pour calculer le rapport entre la surface et le volume. Utilisez Equation Writer pour la saisie de l'équation.



Etape 4: Entrez l'équation et créez la fonction-utilisateur.



Etape 5: Utilisez BOXR pour calculer le rapport entre la surface et le volume d'une boîte de 9 centimètres de haut, 18 de large et 21 de long. Saisissez ces dimensions, puis exécutez BOXR.

9 (ENTER) 18 (ENTER) 21	11:				8571
(VAR) BOXR	BOXR BOX	(S CMB	PPAR	Ĥ	PRTPA

Notez que BOXS a été définie en utilisant h, p et l comme variables et qu'elle prend x, y et z comme arguments dans la définition de BOXR. Aucune importance si les variables des deux définitions correspondent, car les deux ensembles de variables sont indépendants.

12

Fonctions sur des nombres réels et complexes

Fonctions mathématiques du clavier principal

Les tableaux suivants décrivent les commandes intégrées du clavier.

Fonctions arithmétiques et mathématiques courantes

Touche	Commande programmable	Description
1/x	INV	Préfixe. Inverse (réciproque).
\sqrt{x}	\checkmark	Préfixe. Racine carrée.
-	\mathbf{SQ}	Préfixe. Carré.
+/-	NEG	Infixe. Changement de signe. Change le signe du nombre placé en ligne de commande. S'il n'y a pas de ligne de commande, +/- exécute une commande NEG (change le signe de l'argument situé au niveau 1).
+	+	Infixe. Niveau 2 + niveau 1.
+ - × +	_	Infixe. Niveau 2 - niveau 1.
×	*	Infixe. Niveau 2 × niveau 1.
÷	/	Infixe. Niveau 2 ÷ niveau 1.
y^x	۸	Infixe. Niveau 2 élevé à la puissance de niveau 1. La syntaxe algébrique de la commande ^ est 'y^x'.
₹ ₹	XROOT	Préfixe. Racine xième (au niveau 1) d'une valeur réelle de niveau 2. La syntaxe algébrique de la commande XROOT est 'XROOT(x, y)'.

Fonctions exponentielles et logarithmiques

Touche	Commande programmable	Description
1 0 ^x	ALOG	Préfixe. Antilogarithme commun (base 10).
₽ LOG	LOG	Préfixe. Logarithme de base 10.
1	EXP	$egin{array}{c} \textit{Préfixe.} & \text{Antilogarithme népérien (base} \\ e). \end{array}$
	LN	Préfixe. Logarithme népérien (base e).

Fonctions trigonométriques

Les arguments et les résultats sont interprétés en degrés, radians ou grades en fonction du mode d'angle en cours.

Fonctions trigonométriques

Touche	Commande programmable	Description
SIN	SIN	Préfixe. Sinus.
(ASIN)	ASIN	Préfixe. Arc-sinus.
cos	COS	Préfixe. Cosinus.
(ACOS)	ACOS	Préfixe. Arc-cosinus.
TAN	TAN	Préfixe. Tangente.
(ATAN)	ATAN	Préfixe. Arc-tangente.

Fonctions hyperboliques

Ces fonctions se trouvent dans le menu MTH HYP (MTH) HYP).

Touche	Commande programmable	Description
мтн) н		
SINH	SINH	Préfixe. Sinus hyperbolique : $(e^x - e^{-x})/2$.
HSINH	ASINH	Préfixe. Sinus hyperbolique inverse : $\sinh^{-1} x$.
COSH	COSH	Préfixe. Cosinus hyperbolique : $(e^x + e^{-x})/2$.
HOUSH	ACOSH	$Pr\acute{e}fixe$. Cosinus hyperbolique inverse : $\cosh^{-1} x$.
- 18121 8	TANH	Préfixe. Tangente hyperbolique : $\sinh x/\cosh x$.
TIME	ATANH	Préfixe. Tangente hyperbolique inverse : $\sinh^{-1}(x/\sqrt{1-x^2})$.
EXPM	EXPM	Préfixe. $e^x - 1$. 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	Préfixe. $\ln (x + 1)$. L'argument x est au niveau 1. (LNP1, $\ln plus$ 1, est plus précise que LN lorsque l'argument de $\ln est$ proche de 1.)

Probabilités et tests statistiques

Utilisez les commandes du menu PROB (probabilités) (MTH NXT PROB) pour calculer combinaisons, permutations, factorielles, nombres aléatoires et probabilités à droite pour des tests statistiques.

Commandes de probabilités

Touche	Commande programmable	Description
(MTH) (NX		,
COMB	COMB	Préfixe. Nombre de combinaisons de n éléments (au niveau 2) pris m (au niveau 1) à la fois.
PERM	PERM	Préfixe. Nombre de permutations de n éléments (au niveau 2) pris m (au niveau 1) à la fois.
I	!	Suffixe. Factorielle d'un entier positif. Pour les non entiers, ! renvoie $\Gamma(x+1)$.
RAND	RAND	Commande. Renvoie le nombre réel suivant $n \ (0 \le n < 1)$ dans une suite de nombres pseudo-aléatoires, chacun servant de générateur pour le suivant.
RDZ	RDZ	Commande. Prend un nombre réel dans le niveau 1 comme générateur (venant de RAND) du nombre aléatoire suivant. 0 placé au niveau 1 crée un générateur (valeur de départ) venant de l'horloge système. Une suite de nombres aléatoires peut être répétée en partant de la même valeur différente de zéro.

Calcul de tests statistiques

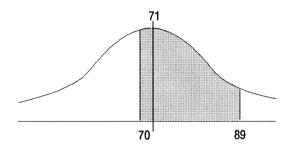
Les tests statistiques sont calculés en utilisant des valeurs que vous saisissez dans la pile : ils n'utilisent pas les données statistiques stockées dans la variable ΣDAT de l'application STAT.

Commandes de tests statistiques

Touche	Commande programmable	Description
(MTH) (NX	T) PROB (NXT):	
UTPC	UTPC	Distribution Khi carré à droite.
		Préfixe. Prend les degrés de liberté au niveau 2, un nombre réel (x) au niveau 1 et renvoie la probabilité qu'une variable aléatoire χ^2 soit supérieure à x .
	\mathbf{UTPF}	Distribution F à droite. Préfixe. Prend
		les degrés de liberté du numérateur au
		niveau 3, ceux du dénominateur au
		niveau 2, un nombre réel (x) au niveau
		1 et renvoie la probabilité qu'une variable aléatoire F de Snedecor soit
		supérieure à x .
	UTPN	Distribution normale à droite. Préfixe.
	0 11 11	Prend la moyenne au niveau 3, la
		variance au niveau 2, un nombre réel
		(x) au niveau 1 et renvoie la probabilité
		qu'une variable aléatoire normale soit
		supérieure à x dans une distribution
		normale.
UTPT	UTPT	Distribution t à droite. Préfixe. Prend
		les degrés de liberté au niveau 2, un
		nombre réel (x) au niveau 1 et renvoie la probabilité que la variable aléatoire t
		de Student soit supérieure à x .
NDIST	NDIST	Distribution normale. Préfixe. Prend la
		moyenne au niveau 3, la variance au
		niveau 2, un nombre réel (x) au niveau
		1 et renvoie la probabilité qu'une
		variable aléatoire normale soit égale à x
		dans une distribution normale.

Notez que, lorsqu'il est utilisé comme argument pour ces commandes, le nombre de degrés de liberté doit se situer 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, présentant 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?



Etape 1: D'abord, calculez la probabilité qu'un étudiant choisi au hasard ait obtenu un résultat supérieur à 70. (Elevez l'écart type au carré pour obtenir la variance.)



Etape 2 : A présent, faites le même calcul pour un résultat de 89, après avoir rappelé le dernier argument utilisé.



Etape 3: Soustrayez les deux valeurs. Environ 49 % des étudiants ont obtenu un résultat compris entre 70 et 89.



Fonctions sur des nombres réels

Certaines fonctions ne peuvent utiliser que des nombres réels comme arguments. Parmi celles-ci figurent les conversions d'angle, les fonctions de pourcentages et plusieurs autres qui effectuent des arrondis, des troncatures ou des extractions de parties de nombres réels.

Fonctions de conversion d'angle

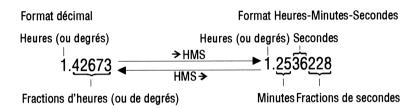
Deux commandes du menu MTH REAL permettent de convertir des valeurs de degrés décimaux en radians, et inversement. Deux autres commandes du menu TIME permettent des calculs en degrés-minutes-secondes en utilisant le format heures-minutes-secondes (HMS).

En mode Degrés, les arguments et résultats d'angle utilisent les degrés décimaux.

Fonctions de conversion d'angles

Touche	Commande programmable	Description
MTH) RE	AL (NXT)(NXT):	
D+R	D→R	Préfixe. Degrés en radians. Convertit la valeur en degrés décimaux d'un nombre en son équivalent en radians.
R≯D	R→D	Préfixe. Radians en degrés. Convertit la valeur en radians d'un nombre en son équivalent en degrés décimaux.
TIME	NXT :	
→HMS	\rightarrow HMS	Décimaux en HMS. Convertit un nombre de degrés décimaux en format HMS.
HMS→	${\rm HMS}{\rightarrow}$	HMS en décimaux. Convertit un nombre du format HMS en degrés décimaux.
HMS+	HMS+	Ajoute deux angles en format HMS.
HMS-	HMS-	Soustrait deux angles en format HMS.

Le schéma suivant illustre la conversion en format HMS, et inversement :



Exemple: Convertissez 1.79π radians en degrés.

Etape 1: D'abord, saisissez $1,79\pi$.

Etape 2: Utilisez la fonction R→D. (Elle agit indépendamment du mode d'angle en cours.)

Etape 3: Utilisez →NUM pour obtenir un résultat numérique.

Exemple : Convertissez 25.2589 degrés en degrés, minutes et secondes.

Fonctions de pourcentage

Fonctions de pourcentage

Touche	Commande programmable	Description
MTH) RE	FL:	
*	%	Préfixe. A pourcent de B ou B pourcent de A (A est au niveau 2 , B est au niveau 1): $(A \times B)/100$.
исн	%СН	Préfixe. Variation entre A et B , en pourcentage de A (A est au niveau 2, B est au niveau 1) : $((B-A)/A) \times 100$.
XT.	%Т	Préfixe. Pourcentage du total (le total, A , est au niveau 2 et la valeur, B , est au niveau 1) : $(B/A) \times 100$.

Autres fonctions sur les nombres réels

Les fonctions suivantes sont dans le menu MTH REAL (MTH) REAL).

Commande/Description		Exemple			
		Entrée		Sortie	
ABS Préfixe. Valeur absolue.	1:	-12	1:	12	
CEIL Préfixe. Plus petit entier supérieur ou égal à	1:	-3.5	1:	-α	
l'argument.	1:	3.5	1:	4	
FLOOR Préfixe. Plus grand entier inférieur ou égal	1:	6.9	1:	6	
à l'argument.	1:	-6.9	1:	-7	
FP Préfixe. Partie décimale de l'argument.	1:	5.234	1:	.234	
	1:	-5.234	1:	234	

Commande/Description		Exemple			
		Entrée		Sortie	
IP Préfixe. Partie entière de l'argument.	1:	-5.234	1:	-5	
Ŭ.	1:	5.234	1:	5	
MANT Préfixe. Mantisse de l'argument.	1:	1.23E12	1:	1.23	
MAX Préfixe. Le plus grand de deux arguments.	2: 1:	5 -6	1:	5	
MIN Préfixe. Le plus petit de deux arguments.	2: 1:	5 -6	1:	-6	
MOD Préfixe. Modulo; reste de $^{A}/_{B}$. A MOD B = A - B FLOOR $^{(A}/_{B})$.	2: 1:	6 4	1:	2	
RND Préfixe. Arrondit un nombre d'après l'argument : $n = 0$ à 11 tronque à n FIX;	2: 1:	1.2345678 5	1:	1.23457	
n = -11 à -1 , à n chiffres significatifs et $n = 12$, au format d'affichage en cours.	2: 1:	1.2345678 -5	1:	1.2346	
SIGN Préfixe. Renvoie +1 pour des arguments positifs, -1 pour des arguments négatifs et 0 pour des arguments 0.	1:	-2.7	1:	-1	
TRNC Préfixe. Tronque le nombre d'après l'argument : $n = 0$ à 11 tronque à n FIX;	2: 1:	1.2345678 5	1:	1.23456	
n = -11 à -1 , à n chiffres significatifs et $n = 12$, au format d'affichage en cours.	2: 1:	1.2345678 -5	1:	1.2345	
XPON Préfixe. Exposant de l'argument.	1:	1.23E45	1:	45	

Nombres complexes

La plupart des fonctions qui opèrent sur les nombres réels acceptent également les nombres complexes. L'utilisation des nombres complexes est donc similaire à celle des nombres réels.

Nous partons du principe, pour les exemples de cette partie, que le calculateur est en mode degrés. (A cet effet, appuyez sur (MODES) ANGL DEG .)

Affichage des nombres complexes

Vous pouvez afficher les nombres complexes en coordonnées rectangulaires ou polaires (mode Rectangular ou Polar).

Pour afficher en mode de coordonnées rectangulaires :

- Appuyez sur (→) (POLAR) jusqu'à ce qu'aucun témoin de coordonnées ne soit plus activé. ou
- Appuyez sur (→) (MODES) (▼) (▼), puis sur (+/-) jusqu'à ce que Rectangular soit affiché dans le champ COORD SYSTEM:. Confirmez votre sélection en appuyant sur UK.....

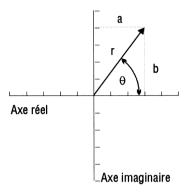
Pour afficher en mode de coordonnées polaires :

- Appuyez sur (→) (POLAR) jusqu'à ce que le témoin R∠Z ou R∠∠ soit activé.
 - 011
- Appuyez sur (→) (MODES) (▼) (▼), puis sur (+/-) jusqu'à ce que Polar s'affiche dans le champ COORD SYSTEM:. Confirmez votre sélection en appuyant sur DK.

Bien que seuls deux modes de coordonnées soient nécessaires pour le traitement des nombres complexes, le HP 48 en dispose de trois pour prendre en compte les vecteurs tridimensionnels. Ce sont les modes rectangulaire, polaire (cylindrique) et sphérique.

Les nombres complexes sont affichés entre parenthèses. En mode rectangulaire, les parties réelle et imaginaire sont séparées par une virgule (si la virgule a été définie comme séparateur décimal, elles sont séparées par un point virgule). En mode polaire, le module et la phase des nombres complexes sont séparés par une virgule et un

signe d'angle (ع). La représentation polaire est affichée selon le mode d'angle en cours : degrés, radians ou grades. Quel que soit le mode d'affichage, le HP 48 stocke les nombres complexes en représentation rectangulaire.



Modes d'affichage				
Rectangulaire Polaire				
(a,b)	(r, ∠θ)			

Saisie de nombres complexes

Vous pouvez saisir les nombres complexes en utilisant soit les coordonnées rectangulaires, soit les coordonnées polaires.

Pour saisir un nombre complexe :

- Pour entrer en mode de coordonnées rectangulaires, appuyez sur (), puis saisissez les coordonnées en les séparant par (SPC) ou (1), et appuyez sur (ENTER).
- Pour entrer en mode de coordonnées polaires, appuyez sur ← (), puis saisissez les coordonnées en les séparant par → △ et appuyez sur ENTER.

La représentation interne rectangulaire de tous les nombres complexes a l'impact suivant sur les nombres polaires :

- \blacksquare 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.
- \blacksquare Si vous saisissez un r de valeur 0, θ est également réduit à 0.

Opérations sur nombres réels à résultats complexes

Les possibilités du HP 48 en matière de nombres complexes peuvent influencer les résultats de certaines opérations effectuées sur des nombres réels. Certains calculs qui aboutiraient à une erreur sur la plupart des calculateurs, produisent des résultats 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, de même que l'arc-sinus de 5.

Dans la plupart des cas, le calculateur vous donnera le résultat (réel ou complexe) attendu. Néanmoins, si vous obtenez des résultats complexes alors que vous attendez des nombres réels, vérifiez votre programme et la manière dont vous avez effectué la saisie :

- 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 de la formule a peut-être faussé le calcul.
- Un résultat complexe, bien qu'inattendu, est peut-être correct pour votre problème.

Autres commandes pour nombres complexes

La plupart des commandes opérant sur des nombres réels le font également sur des nombres complexes (SIN, INV, ^ et LN, par exemple). Le tableau suivant décrit des commandes supplémentaires particulièrement utiles aux nombres complexes.

Ces commandes se trouvent dans le menu MTH CMPL (appuyez sur (MTH) (NXT) CMPL .

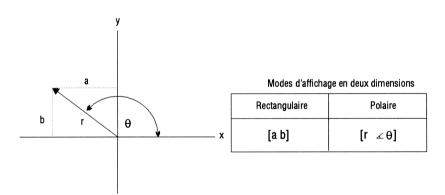
Commande/Description		Exemple			
		Entrée		Sortie	
ABS Préfixe. Valeur absolue; $\sqrt{x^2 + y^2}$.	1:	(3,4)	1:	5	
ARG Préfixe. Angle polaire d'un nombre complexe.	1:	(1,1)	1:	45	
CONJ Préfixe. Conjugué complexe d'un nombre complexe.	1:	(2,3)	1:	(2,-3)	
C \rightarrow R Commande. Complexe en réel; sépare un nombre complexe en deux nombres réels, les coordonnées rectangulaires x et y .	1:	(2,3)	2:	ω ω	
IM Préfixe. Partie imaginaire (y) d'un nombre complexe.	1:	(4,-3)	1:	-3	
NEG Infixe. Opposé de son argument.	1:	(2,-1)	1:	(-2,1)	
RE Préfixe. Partie réelle (x) d'un nombre complexe.	1:	(4,-3)	1:	4	
$\mathbf{R} \rightarrow \mathbf{C}$ Commande. Réel en complexe; combine deux nombres réels en un nombre complexe (x,y) .	2: 1:	-7 -2	1:	(-7,-2)	
SIGN Préfixe. 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)	

Vecteurs et tranformations

Tous les vecteurs sont des objets-tableaux. Le cas général des vecteurs à n dimensions est traité au chapitre 14, intitulé "Matrices et algèbre linéaire", principalement consacré aux vecteurs 2D et 3D.

Affichage de vecteurs 2D et 3D

Vous pouvez afficher les vecteurs 2D en représentation rectangulaire ([XY]) ou polaire $([R \angle])$, autrement dit en mode rectangulaire ou en mode polaire.



Composants des vecteurs 2D

Vous pouvez afficher des vecteurs 3D en représentation rectangulaire ([X Y Z]), cylindrique $([R \angle Z])$ ou sphérique $([R \angle Z])$, autrement dit en mode rectangulaire, cylindrique ou sphérique.

Modes	d'affichage	en trois	dimensions

Rectangulaire	Cylindrique	Sphérique
[a b c]	[r _{Xy} ∡θ c]	[r ∡ θ ∡ φ]

Composants des vecteurs 3D

Le mode polaire est en fait constitué de deux modes : cylindrique et sphérique. Dans le cas des vecteurs 2D, 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.

 \mathbf{ou}

■ Appuyez sur (MTH) WECTR (NXT) RECT.

Pour afficher les composants polaires (cylindriques ou sphériques) :

■ Appuyez sur POLAR jusqu'à ce que le témoin R∠Z ou R∠∠ s'affiche.

or

■ Appuyez sur MTH WECTR NXT CYLIN (cylindriques/polaires) ou SPHER (sphériques/polaires).

Le symbole • dans le libellé de menu et le témoin de coordonnées indiquent le mode de coordonnées en cours :

■ Mode rectangulaire : RECT■, pas de témoin.

■ Mode cylindrique : CYLI■, témoin R∠Z.

■ Mode sphérique : SPHE ■, témoin Rፈፈ.

Les vecteurs sont affichés entre [], leurs délimiteurs. En représentation rectangulaire, les composants sont séparés par des espaces. En représentation polaire (cylindrique ou sphérique), les

13-2 Vecteurs et tranformations

13

angles sont précédés du signe & (L'angle est basé sur le mode d'angle en cours : degrés, radians ou grades.) Quel que soit le mode d'affichage des vecteurs, le stockage interne s'effectue en représentation rectangulaire dans le HP 48.

Si vous saisissez un type de coordonnées, il vous suffit de modifier le mode de coordonnées pour convertir des vecteurs en un mode différent

Saisie de vecteurs 2D et 3D

Vous pouvez saisir des vecteurs 2D et 3D avec n'importe quel type de composants : rectangulaires, cylindriques/polaires ou sphériques/polaires.

Pour saisir un vecteur 2D ou 3D :

- Pour saisir un type spécifique de composants, appuyez sur (◄)[1], saisissez les composants en les séparant par (SPC) ou par (A) et appuyez sur (ENTER). (Appuyez sur (Appuye composant angulaire.)
- Pour utiliser le mode de coordonnées en cours, saisissez les deux ou trois valeurs des composants et appuyez sur MTH VECTR + V2 ou → ₩3 . (Ne saisissez pas le symbole ∡.)

La représentation interne rectangulaire des vecteurs a l'impact suivant sur les vecteurs polaires affichés (cylindriques et sphériques):

- θ est normalisé à l'intérieur de $\pm 180^{\circ}$ ($\pm \pi$ radians, ± 200 grades).
- ϕ est normalisé à l'intérieur de 0 à 180° (0 à π radians, 0 à 200 grades).
- \blacksquare Si vous saisissez 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 saisissez un r de valeur θ , θ et ϕ sont réduits à θ .

Pour construire un vecteur 2D ou 3D à partir de composants pris dans la pile :

- Pour un vecteur 2D, saisissez un composant dans les niveaux 1 et 2 et appuyez sur MTH WECTR → W2. Les composants sont interprétés selon le mode de coordonnées en cours.
- Pour un vecteur 3D, saisissez un composant dans les niveaux 1, 2 et 3 et appuyez sur MTH WECTR → V3. Les composants sont interprétés selon le mode de coordonnées en cours.

Pour éclater un vecteur 2D ou 3D dans la pile :

■ Appuyez sur MTH VECTR V→ . Les valeurs fournies sont identiques aux composants affichés.

Commandes mathématiques propres aux vecteurs

Un vecteur, comme un nombre réel, constitue un seul objet. Vous pouvez donc utiliser des vecteurs comme arguments de commandes. Vous pouvez ajouter et soustraire des vecteurs, les multiplier et les diviser par des scalaires, ainsi qu'exécuter des commandes spécifiques (DOT, CROSS et ABS). Elles interprètent les arguments et renvoient des résultats dans le mode de coordonnées en cours. Ces commandes se trouvent dans le menu MTH VECTR (MTH) WECTR).

Commande/Description	Exemple	
	Entrée	Sortie
ABS Préfixe. Renvoie la longueur scalaire (norme) du vecteur, calculée en tant que norme de Frobenius (définie comme la racine carrée des sommes des carrés de la valeur absolue de chaque élément).	1:[2-34]	1: 5.3851648
bot Commande. Renvoie le produit interne (ou produit scalaire) de deux vecteurs de dimensions égales.	2:[2 -3 4] 1:[-1 2 8]	1: 24
CROSS Commande. Renvoie le produit vectoriel (un vecteur 3D) de deux vecteurs. Pendant l'exécution, un troisième élément nul sera ajouté aux vecteurs à deux éléments.	2: [2 3 4] 1:[-1 2 1]	1:[-5 -6 7]

Le chapitre 14 traite des commandes supplémentaires permettant de manipuler les vecteurs et leurs éléments.

Exemples de calculs avec des vecteurs 2D et 3D

Pour calculer avec des vecteurs :

■ Saisissez les vecteurs dans la pile, puis exécutez la commande.

Calcul du vecteur-unité. Pour calculer un vecteur-unité Exemple: parallèle à un vecteur donné, divisez ce dernier par sa norme:

$$\mathbf{u} = \frac{\mathbf{v}}{|\mathbf{v}|}$$

1. Saisissez le vecteur.

13

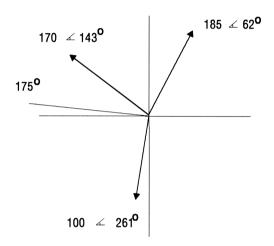
- 2. Dupliquez le vecteur (appuyez sur ENTER) une deuxième fois).
- 3. Appuvez sur MTH) WECTR HBS pour calculer la norme du vecteur.
- 4. Appuyez sur (÷) pour diviser le vecteur par sa norme et obtenir le vecteur-unité.

Exemple: Calcul de l'angle entre deux vecteurs. L'angle entre deux vecteurs est obtenu par :

$$angle = \cos^{-1} \left[\frac{\mathbf{V1} \cdot \mathbf{V2}}{|\mathbf{V1}| \; |\mathbf{V2}|} \right]$$

- 1. Saisissez les deux vecteurs dans la pile.
- 2. Appuyez sur (MTH) VECTR DOT pour prendre le produit scalaire (interne).
- 3. Appuyez sur (ARG) pour replacer les deux vecteurs dans la pile.
- 4. Appuyez sur ABS (SWAP) ABS pour calculer la norme de chaque vecteur.
- 5. Appuyez sur (x) pour multiplier ces normes.
- 6. Appuyez sur (÷) pour diviser ce résultat par le produit scalaire.
- 7. Appuyez sur (ACOS) pour calculer l'angle entre les vecteurs.

Exemple: Calcul de la composante dans une direction donnée. Le diagramme suivant représente trois vecteurs 2D. Calculez leur somme, puis utilisez DOT pour trouver la composante de la somme selon la ligne de 175°. (Pour cet exemple, le mode Degrés est présumé actif.)



Etape 1 : Définissez le mode polaire-cylindrique, saisissez les trois vecteurs et calculez leur somme.



Etape 2 : Saisissez le vecteur-unité de 175° et calculez la norme du vecteur résultant le long de la ligne de 175°.



Transformées de Fourier rapides

Un processus physique peut être décrit deux manières différentes :

- La variation d'une quantité, h, en fonction du temps, t (h(t)).
- La variation d'une amplitude, H, en fonction de la fréquence, f(H(f)).

Dans de nombreux cas, il est utile de considérer h(t) et H(f) comme deux représentations différentes de la $m \hat{e} m e$ fonction. Les transformées de Fourier permettent de passer de l'une à l'autre de ces représentations ou domaines.

Le HP 48 peut calculer des transformées de Fourier discrètes, dans lesquelles une séquence de données échantillonnées de manière discrète peut être transformée en un "autre" domaine. Le HP 48 exécute des transformées de Fourier "rapides", utilisant des fonctions de calcul pour lesquelles le nombre de lignes et de colonnes de l'échantillon doit être une puissance intégrale de 2.

Les transformées de Fourier rapides servent en général à l'analyse des signaux unidimensionnels et des images bidimensionnelles : les commandes du HP 48 prennent en charge les deux cas. Dans le premier, il faut saisir les données sous la forme d'un vecteur de N éléments, où N est une puissance intégrale de 2 (2, 4, 8, 16, 32, ...). Dans le second, il faut saisir les données sous la forme d'une matrice de M lignes sur N colonnes, où M et N sont des puissances intégrales de 2.

La transformation (FFT) fait correspondre un tableau $M \times N$ de nombres réels ou complexes (h_k) dans le domaine du temps à un tableau $M \times N$ de nombres réels ou complexes dans le domaine de fréquence (H_n) :

$$H_k \equiv \sum_{n=0}^{N-1} h_n e^{-2\pi i k n/N}$$

La transformation inverse (IFFT) fait correspondre un tableau $M \times N$ de nombres réels ou complexes (H_n) dans le domaine de fréquence à un tableau $M \times N$ de nombres réels ou complexes (h_k) dans le domaine du temps :

$$h_n \equiv \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} H_k e^{2\pi i k n/N}$$

Pour préparer un tableau à une transformation de Fourier rapide :

- 1. Placez le tableau dans la pile.
- 2. Si besoin est, ajoutez des zéros pour que toutes les dimensions soient égales à une puissance intégrale de 2. Pour de plus amples informations sur l'ajout de colonnes ou de lignes de zéros à des matrices, consultez le chapitre 14.

Pour effectuer une transformation de Fourier rapide :

- 1. Entrez le tableau de données à transformer (ou son nom) dans la pile. Vérifiez que ses dimensions correspondent à des puissances intégrales de 2 (voir ci-dessus).
- 2. Appuyez sur (MTH) (NXT) FFT FFT pour transformer les données du domaine de temps au domaine de fréquence. 011

Appuyez sur (MTH) (NXT) FFT IFFT pour transformer les données du domaine de fréquence au domaine de temps.

Utilisez FFT et IFFT pour effectuer des transformations Exemple: de Fourier rapides sur les éléments d'un vecteur aléatoire représentant un signal échantillonné.

- 1. Créez un vecteur aléatoire de 16 éléments dans la pile. A cet effet, saisissez: {16} RANM.
- 2. Calculez la transformée de Fourier discrète unidimensionnelle de ce signal : exécutez FFT. Les éléments du vecteur résultant représente les composants en fréquence du signal d'origine.
- 3. Reconstruisez le signal d'origine en calculant la transformée de Fourier discrète unidimensionnelle inverse : exécutez IFFT. Le résultat est identique au signal d'origine, sauf quelques erreurs d'arrondi.

Il est possible de calculer des transformées de Fourier bidimensionnelles en utilisant des matrices comme arguments. Vous pouvez refaire l'exemple ci-dessus en utilisant la matrice aléatoire 16×16 (entrez < 16 16) RANM).

Matrices et algèbre linéaire

Le HP 48 possède de réelles possibilités pour l'introduction et la manipulation de tableaux. Les objets-tableaux représentent à la fois les vecteurs et les matrices. Nombre des opérations traitées dans ce chapitre concernent également les vecteurs. Chaque fois que cela s'impose, le terme tableau, plus général, est employé à la place de matrice.

Création et construction de matrices

Vous pouvez saisir une matrice de deux manières :

- Application MatrixWriter. Une méthode de saisie visuelle. permettant examen et modification des éléments du tableau.
- Ligne de commande. La méthode de base de saisie d'objets.

Pour saisir une matrice sous MatrixWriter:

- 1. Appuyez sur (MATRIX) pour afficher l'écran et le menu de MatrixWriter.
- 2. Pour chaque élément de la première ligne, effectuez l'une des opérations suivantes :
 - Tapez le nombre réel ou complexe et appuyez sur (ENTER). Vous ne pouvez pas mélanger des éléments réels et complexes dans une même matrice.
 - Calculez l'élément dans la ligne de commande et appuyez sur (ENTER). A cet effet, tapez les arguments (appuyez sur (SPC) pour les séparer) et appuyez sur les touches de fonction voulues.
- 3. Appuyez sur 🔽 pour marquer la fin de la première ligne (qui spécifie le nombre de colonnes de la matrice).
- 4. Pour chaque élément du reste de la matrice, tapez une valeur ou calculez-la dans la ligne de commande ; appuyez ensuite sur

5. Une fois la saisie effectuée, appuyez sur ENTER pour placer la matrice dans la pile.

Pour de plus amples informations sur l'utilisation de MatrixWriter, consultez le chapitre 8.

Pour saisir une matrice en utilisant la ligne de commande :

- 1. Appuyez sur et pour saisir les délimiteurs de la matrice et de la première ligne.
- 2. Saisissez la première ligne. Appuyez sur SPC pour séparer les éléments.
- 3. Appuyez sur pour déplacer le curseur au-delà du délimiteur de la ligne.
- 4. Facultatif: appuyez sur (retour chariot) pour commencer une nouvelle ligne.
- 5. Introduisez le reste de la matrice. Nul besoin de délimiteurs [] pour les lignes suivantes : ils sont ajoutés ultérieurement de manière automatique.
- 6. Appuyez sur ENTER.

Le HP 48 dispose de commandes intégrées permettant de créer des matrices spécifiques souvent utilisées avec des matrices créées élément par élément.

Pour créer un tableau dont tous les éléments sont la même constante :

- 1. Saisissez l'un des objets suivants dans la pile :

 - Un tableau quelconque dont vous pouvez modifier les éléments.
- 2. Saisissez la constante à introduire dans le tableau.
- 3. Appuyez sur MTH MATR MAKE CON pour obtenir le tableau aux dimensions données, rempli par la constante indiquée.

Pour créer une matrice identité :

1. Saisissez l'un des objets suivants dans la pile:

- Un nombre réel représentant le nombre de lignes et de colonnes voulues dans la matrice identité carrée (les valeurs décimales sont arrondies).
- Une matrice carrée dont vous pouvez modifier les éléments.
- 2. Appuyez sur MTH MATR MAKE IDN pour obtenir la matrice identité carrée aux dimensions données.

Pour créer un tableau complété par des entiers aléatoires :

- 1. Saisissez l'un des objets suivants dans la pile :
 - Une liste contenant les dimensions du tableau voulu : { lianes colonnes }.
 - Un tableau quelconque dont vous pouvez modifier les éléments.
- 2. Appuyez sur (MTH) MATR MAKE RANM pour obtenir un tableau aux dimensions spécifiées et contenant des entiers aléatoires dans la plage [-9 9]. A la différence des autres nombres, 0 peut être considéré soit comme positif, soit comme négatif.

Pour construire une matrice par lignes à partir d'une série de vecteurs:

- 1. Saisissez les vecteurs dans la pile dans l'ordre où ils doivent être placés dans la matrice. Introduisez d'abord le vecteur correspondant à la ligne 1, puis celui de la ligne 2, etc. jusqu'à celui de la dernière ligne.
- 2. Saisissez le nombre de lignes de la matrice.
- 3. Appuyez sur (MTH) MATR ROW ROW+ pour assembler les vecteurs dans la matrice.

Pour construire une matrice par colonnes à partir d'une série de vecteurs:

- 1. Saisissez les vecteurs dans la pile dans l'ordre où ils doivent être placés dans la matrice. Introduisez d'abord le vecteur correspondant à la colonne 1, puis celui de la colonne 2, etc. jusqu'à celui de la colonne d'extrême droite.
- 2. Saisissez le nombre de colonnes de la matrice.
- 3. Appuyez sur (MTH) MATR COL COL→ pour assembler les vecteurs dans la matrice.

Pour construire une matrice avec une diagonale donnée par un vecteur :

- 1. Saisissez le vecteur contenant les éléments diagonaux.
- 2. Saisissez l'un des objets suivants :

 - Un nombre réel représentant le nombre de lignes et de colonnes de la matrice carrée voulue.
- 3. Appuyez sur MTH MATR NXT DIAG→ pour obtenir la matrice aux dimensions spécifiées dont les éléments diagonaux ont été créés à partir du vecteur. Si le vecteur contient plus d'éléments diagonaux qu'il est nécessaire pour créer la matrice, le surplus est supprimé. Dans le cas contraire, les éléments diagonaux non définis prennent la valeur zéro.

Eclatement de matrices

Le HP 48 assemble et sépare les éléments d'une matrice bidimensionnelle en suivant l'ordre de la ligne, de gauche à droite. Autrement dit, le calculateur prend le premier élément (celui que se trouve ligne 1 colonne 1), puis l'élément "suivant" présent dans la ligne. S'il n'y en a plus, l'élément "suivant" est le premier de la ligne suivante. Ce principe ressemble au fonctionnement d'un traitement de texte qui remplit (ou supprime) des lignes de gauche à droite avant de boucler sur le début de la ligne suivante.

Pour éclater une matrice en éléments séparés :

- 1. Saisissez la matrice dans la pile.
- 2. Appuyez sur PRG TYPE OBJ+ pour éclater la matrice de gauche à droite en laissant chaque élément dans son propre niveau de la pile. Le niveau 1 contient une liste des dimensions d'origine de la matrice.

Pour construire une matrice à partir d'une séquence d'éléments :

1. Saisissez les éléments dans la pile en suivant de gauche à droite l'ordre de la ligne.

- 2. Saisissez une liste contenant les dimensions de la matrice voulue : { lianes colonnes }.
- 3. Appuyez sur (PRG) TYPE → ARR pour assembler la matrice.

Pour éclater une matrice en vecteurs-lignes :

- 1. Saisissez une matrice dans la pile.
- 2. Appuyez sur (MTH) MATR ROW →ROW pour éclater la matrice en vecteurs-lignes (de la première à la dernière ligne). Le niveau 1 de la pile contient un nombre réel indiquant le nombre de lignes de la matrice d'origine.

Pour éclater une matrice en vecteurs-colonnes :

- 1. Saisissez la matrice dans la pile.
- 2. Appuyez sur (MTH) MATR COL +COL pour éclater la matrice en vecteurs-colonnes (de la première à la dernière colonne). Le niveau 1 de la pile contient un nombre réel indiquant le nombre de colonnes de la matrice d'origine.

Pour extraire le vecteur des éléments diagonaux d'une matrice :

- 1. Saisissez la matrice dans la pile.
- 2. Appuyez sur (MTH) MATR (NXT) →DIAG pour extraire les éléments diagonaux sous forme de vecteur.

Insertion de lignes et de colonnes

Pour insérer des lignes dans un tableau :

- 1. Saisissez le tableau cible (à modifier) dans la pile.
- 2. Saisissez le vecteur, la matrice ou l'élément (lorsque le tableau cible est un vecteur) à insérer. Le tableau inséré doit avoir le même nombre de colonnes que celui de la matrice cible.
- 3. Saisissez le numéro de ligne où doit s'insérer la première (ou la seule) ligne. Les éléments qui s'y trouvaient, ainsi que ceux des lignes suivantes, se décalent vers le bas pour permettre l'insertion. Les numéros de lignes débutent à 1, non à 0.
- 4. Appuyez sur (MTH) MATR ROW ROW+ pour insérer les lignes.

Pour insérer des colonnes dans un tableau :

- 1. Saisissez le tableau cible (à modifier) dans la pile.
- 2. Saisissez le vecteur, la matrice ou l'élément (lorsque le tableau cible est un vecteur) à insérer. Le tableau inséré doit avoir le même nombre de lignes que celui de la matrice cible.
- 3. Saisissez le numéro de colonne où doit s'insérer la première (ou la seule) colonne. Les éléments qui s'y trouvaient, ainsi que ceux des colonnes de droite, se décalent vers la droite pour permettre l'insertion. Les numéros de colonnes débutent à 1, non à 0.
- 4. Appuyez sur MTH MATR COL COL+ pour insérer les colonnes.

Extraction de lignes et de colonnes

Pour extraire une ligne donnée d'un tableau :

- 1. Saisissez le tableau dans la pile.
- 2. Saisissez le numéro de la ligne à extraire (ou le numéro d'élément si le tableau est un vecteur).
- 3. Appuyez sur MTH MATR ROW ROW- pour extraire le vecteur-ligne (ou l'élément) qui est placé au niveau 1, tandis que le tableau réduit (ligne ou élément supprimé) est placé au niveau 2.

Pour extraire une colonne donnée d'un tableau :

- 1. Saisissez le tableau dans la pile.
- 2. Saisissez le numéro de la colonne à extraire (ou le numéro d'élément si le tableau est un vecteur).
- 3. Appuyez sur MTH MATR COL COL- pour extraire le vecteur-colonne (ou l'élément) qui est placé au niveau 1, tandis que le tableau réduit (ligne ou élément supprimé) est placé au niveau 2.

Permutation de lignes et de colonnes

Pour permuter deux lignes dans un tableau :

- 1. Saisissez le tableau dans la pile. S'il s'agit d'un vecteur, il est pris en compte comme un vecteur-colonne.
- 2. Saisissez les numéros des deux lignes à permuter.
- 3. Appuyez sur MTH MATR ROW NXT RSWP pour obtenir le tableau modifié au niveau 1.

Pour permuter deux colonnes dans un tableau :

- 1. Saisissez le tableau dans la pile. S'il s'agit d'un vecteur, il est pris en compte comme un vecteur-ligne.
- 2. Saisissez les numéros des deux colonnes à permuter.
- 3. Appuyez sur MTH MATR COL CSWP pour obtenir le tableau modifié au niveau 1.

Extraction et remplacement d'éléments de matrices

Pour extraire un élément de tableau à un emplacement donné :

- 1. Saisissez le tableau dans la pile.
- 2. Saisissez l'un des objets suivants :
 - Une liste contenant les numéros de ligne et de colonne de l'élément à extraire : { ligne colonne }.
 - Le numéro d'emplacement de l'élément à extraire. (Dans le cas des matrices, ce numéro est pris en compte en suivant de gauche à droite l'ordre de la ligne.)
- 3. Appuyez sur (MTH) MATR MAKE (NXT) GET pour extraire l'élément de tableau spécifié.

Pour remplacer un élément de tableau à un emplacement donné :

- 1. Saisissez le tableau dans la pile.
- 2. Saisissez l'un des objets suivants :
 - Une liste contenant les numéros de ligne et de colonne de l'élément à remplacer : { ligne colonne }.

- Le numéro d'emplacement de l'élément à remplacer. (Dans le cas des matrices, ce numéro est pris en compte en suivant de gauche à droite l'ordre de la ligne.)
- 3. Saisissez l'élément de remplacement.
- 4. Appuyez sur MTH MATR MAKE (NXT) PUT pour remplacer l'élément à l'emplacement spécifié.

Caractéristiques des matrices

Les calculs matriciels sont souvent conditionnés par les caractéristiques 14 spécifiques des matrices utilisées. Le HP 48 dispose d'un certain nombre de commandes renvoyant les caractéristiques des matrices. Notez que certaines de ces commandes sont définies uniquement pour des matrices carrées, tandis que d'autres opèrent sur toutes les matrices rectangulaires.

Commandes de caractérisation des matrices

Touche	Commande	Description		
programmable (MTH) MATR MAKE:				
SIZE	SIZE	Commande. Renvoie les dimensions du tableau au niveau 1 de la pile.		
мтн) МА	(MTH) MATR NORM:			
ABS	ABS	Préfixe. Renvoie la norme de Frobenius d'une matrice et la longueur euclidienne d'un vecteur : la racine carrée des sommes des carrés des valeurs absolues des éléments.		
SNRM	SRNM	Commande. Renvoie la norme spectrale d'un tableau. Pour une matrice, la norme spectrale est égale à sa plus grande valeur singulière. Identique à ABS pour un vecteur.		
RNRM	RNRM	Commande. Renvoie la norme de ligne d'un tableau. Pour une matrice, la norme de ligne est la valeur maximale (pour toutes les lignes) des sommes des valeurs absolues de tous les éléments d'une ligne. Pour un vecteur, elle est la valeur absolue maximale de ses éléments.		
CHRM	CNRM	Commande. Renvoie la norme de colonne d'un tableau. Pour une matrice, la norme de colonne est la valeur maximale (pour toutes les colonnes) des sommes des valeurs absolues de tous les éléments d'une colonne. Pour un vecteur, elle est la somme des valeurs absolues de ses éléments.		

Commandes de caractérisation des matrices (suite)

Touche	Commande	Description
	programmable	_
SRAD	SRAD	Commande. Renvoie le rayon spectral d'une matrice carrée, à savoir la valeur absolue de la plus grande valeur propre de la matrice.
COND	COND	Commande. Renvoie le nombre de condition de la norme de colonne d'une matrice carrée. Le nombre de condition est défini comme le produit de la norme de colonne d'une matrice carrée par la norme de colonne de son inverse.
RANK	RANK	Commande. Renvoie une estimation du rang d'une matrice. Celui-ci est égal au nombre de valeurs singulières non nulles de la matrice. Si l'indicateur -54 est désarmé (défaut), RANK traite comme nulle toute valeur singulière calculée inférieure à 10 ⁻¹⁴ fois la taille de la plus grande valeur singulière calculée. Si l'indicateur -54 est armé, RANK compte toutes les valeurs singulières non nulles quelle que soit leur taille.
DET	DET	Commande. Renvoie le déterminant d'une matrice carrée. DET contrôle l'état de l'indicateur -54 et ne raffine la valeur calculée que s'il est désarmé (défaut).
TRACE	TRACE	Commande. Renvoie la trace d'une matrice carrée. Elle est égale à la somme des éléments diagonaux, ainsi qu'à la somme des valeurs propres de la matrice.

14

Transformation de matrices

Pour transposer une matrice :

- 1. Saisissez la matrice dans la pile.
- 2. Appuyez sur MTH MATR MAKE TRN: la première ligne de la matrice d'origine est devenue la première colonne, la deuxième ligne la deuxième colonne, etc. Il s'agit du calcul de la transposée conjuguée de matrices complexes.

Pour inverser une matrice carrée :

- 1. Saisissez la matrice carrée.
- 2. Appuyez sur (1/x). Notez que l'inversion peut produire des résultats erronés si vous utilisez une matrice mal conditionnée. Voir "Matrices singulières et mal conditionnées", page 14-17.

Pour redimensionner un tableau :

- 1. Saisissez le tableau dans la pile.
- 2. Saisissez une liste contenant les nouvelles dimensions : { lianes colonnes }.
- 3. Appuyez sur MTH) MATR MAKE RDM. Les éléments du tableau d'origine sont placés, en suivant de gauche à droite l'ordre de la ligne, dans le tableau redimensionné. Si le nouveau tableau contient moins d'éléments que l'ancien, le surplus est supprimé. Dans le cas contraire, les éléments manquants sont complétés par des zéros (ou (0,0) s'il s'agit d'un tableau complexe).

Opérations sur des éléments matriciels

Pour additionner ou soustraire deux matrices :

- 1. Saisissez les deux matrices dans la pile dans le même ordre que pour additionner ou soustraire des nombres réels. Ces matrices doivent avoir les mêmes dimensions.
- 2. Appuyez sur (+) ou sur (-). La matrice résultante contient les éléments représentant, selon le cas, la somme des éléments correspondants des matrices d'origine ou la différence entre ces éléments.

Pour multiplier ou diviser une matrice par un scalaire :

- 1. Saisissez la matrice dans la pile.
- 2. Saisissez le scalaire (un nombre réel ou complexe).
- 3. Appuyez sur (x) ou sur (-). Chaque élément de la matrice résultante est le produit ou le quotient du scalaire et de l'élément correspondant de la matrice d'origine.

Pour changer le signe de chaque élément d'une matrice :

- 1. Saisissez la matrice dans la pile.
- 2. Appuyez sur (+/-).

Pour calculer la matrice produit (AB) de deux matrices :

- Saisissez les deux matrices dans la pile. Veillez à l'ordre de saisie, en effet la multiplication de matrices n'est pas commutative.
 Saisissez d'abord la matrice A, puis la matrice B. Souvenez-vous également que le nombre de colonnes de A doit être égal au nombre de lignes de B.
- 2. Appuyez sur 🕱. La matrice résultante contient le même nombre de lignes que A et le même nombre de colonnes que B.

Pour multiplier une matrice par un vecteur :

- 1. Saisissez la matrice dans la pile.
- 2. Saisissez le vecteur. Le nombre d'éléments du vecteur doit être égal au nombre de colonnes de la matrice.
- 3. Appuyez sur 🗷. Le vecteur résultant contient autant d'éléments qu'il y avait de lignes dans la matrice d'origine.

Pour diviser un tableau par une matrice carrée :

- 1. Saisissez le tableau dans la pile.
- 2. Saisissez la matrice carrée. Le nombre de lignes de la matrice doit être égal au nombre de lignes du tableau (éléments du vecteur).
- 3. Appuyez sur \div pour calculer $\mathbf{Y} \cdot \mathbf{X}^{-1}$. Le vecteur résultant est de la même taille que l'original. Notez que la division peut produire des résultats erronés si vous utilisez une matrice mal conditionnée. Voir "Matrices singulières et mal conditionnées", page 14-17.

Tableaux et éléments de tableaux dans les expressions algébriques

Vous pouvez effectuer des calculs sur des éléments de tableaux en syntaxe algébrique. Le tableau doit être représenté par un nom dans l'expression symbolique ou dans l'équation.

Pour utiliser un élément de matrice dans une expression algébrique :

- 1. Vérifiez que le tableau est stocké dans une variable nommée.
- 2. Créez l'expression algébrique puis, au point où l'élément matriciel doit être employé, tapez le nom du tableau. Appuyez ensuite sur (-1)
- 3. Saisissez les indices de l'élément :
 - Pour un vecteur, saisissez un indice (position de l'élément).
 - Pour une matrice, saisissez deux indices séparés par ♠ (numéros de ligne et de colonne de l'élément).

Saisissez une expression symbolique pour la somme de Exemple: tous les éléments d'une matrice 2×5 stockée dans MATR.

Etape 1: Commencez l'expression.

$$\sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^5 \mathbb{I}$$
 Westin where List they bead base

Etape 2: Saisissez le nom de la matrice et ses indices.

$$\sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^5 \text{MATR}(j,k) \, \mathbb{D}$$
 Wells with the seal same

Etape 3: Appuyez sur (ENTER) pour placer l'expression dans la pile. Partant du principe que la matrice 2 x 5 est déjà stockée dans MATR, appuyez sur (EVAL) pour calculer la somme de ses éléments.

Pour appliquer une fonction mathématique à chacun des éléments d'un tableau :

- 1. Saisissez un tableau.
- 2. Saisissez un programme contenant une fonction. Le programme doit prendre un argument et donner un résultat.
- 3. Tapez TEACH et appuyez sur (ENTER).
- 4. Appuyez sur VAR EXAM PRGS APLY. La fonction est appliquée à chaque élément, qui est remplacé par le résultat obtenu. Si la fonction en question renvoie une expression algébrique pour l'un des éléments, le tableau est produit sous forme de liste.

Transformation de matrices complexes

Pour combiner deux matrices en une matrice complexe :

- 1. Saisissez la matrice réelle qui sera la partie réelle de la matrice complexe.
- 2. Saisissez la matrice réelle qui sera la partie imaginaire de la matrice complexe.
- 3. Appuyez sur MTH (NXT) CMPL R+C pour combiner les deux matrices réelles en une matrice complexe.

Pour séparer une matrice complexe en deux matrices réelles :

- 1. Saisissez la matrice complexe dans la pile.
- 2. Appuyez sur MTH (NXT) CMPL C→R pour séparer la matrice complexe en ses parties réelle et imaginaire.

Pour conjuguer chaque élément d'une matrice complexe :

- 1. Saisissez la matrice complexe dans la pile.
- 2. Appuyez sur (MTH) (NXT) CMPL (NXT) CONJ.

Pour extraire une matrice de parties réelles d'une matrice complexe:

- 1. Saisissez la matrice complexe dans la pile.
- 2. Appuyez sur MTH NXT CMPL RE pour obtenir une matrice contenant uniquement les parties réelles des éléments de la matrice d'origine.

Pour extraire une matrice de parties imaginaires d'une matrice complexe:

- 1. Saisissez la matrice complexe dans la pile.
- 2. Appuyez sur (MTH) (NXT) CMPL IM pour obtenir une matrice contenant uniquement les parties imaginaires des éléments de la matrice d'origine.

Solutions matricielles de systèmes d'équations linéaires

Les systèmes d'équations linéaires relèvent de trois catégories :

- Systèmes sur-déterminés. Ils contiennent plus d'équations linéairement indépendantes que de variables indépendantes. Dans ce cas, il n'y a pas de solution exacte et le calculateur renvoie la "meilleure" solution (moindres carrés).
- Systèmes sous-déterminés. Ils contiennent plus de variables indépendantes que d'équations linéairement indépendantes. Dans ce cas, il n'y a pas de solution ou bien un nombre infini de solutions. S'il existe une solution, vous pouvez obtenir la norme euclidienne minimale. Sinon, vous pouvez obtenir une norme minimale selon la méthode des moindres carrés.
- Systèmes exactement déterminés. Ils contiennent le même nombre de variables indépendantes que d'équations. En règle générale, il y a dans ce cas une seule solution exacte. Mais pas toujours : consultez à ce sujet la partie intitulée "Matrices singulières et mal conditionnnées", page 14-17.

Pour calculer la "meilleure" solution de tout système d'équations linéaires :

- 1. Appuyez sur → SOLVE ▲ ▲ OK pour ouvrir le masque de saisie SOLVE SYSTEM A•X=B.
- 2. Saisissez la matrice des coefficients dans le champ A:.
- 3. Saisissez le tableau (vecteur ou matrice) des constantes dans le champ B:.
- 4. Appuyez sur SOLVE. La "meilleure" solution s'affiche dans le champ X. Si le système est exactement déterminé, elle consiste en une approximation à 12 chiffres de la solution exacte; s'il s'agit d'un système sur- ou sous-déterminé, vous obtenez comme solution la norme minimale selon la méthode des moindres carrés (jusqu'à 12 chiffres).

Pour estimer la solution d'un système d'équations linéaires surdéterminé :

- 1. Saisissez le tableau des constantes (vecteur ou matrice) dans la pile.
- 2. Saisissez la matrice des coefficients. Elle a évidemment plus de lignes que de colonnes.

3. Appuyez sur MTH MATR LSQ pour calculer la "solution moindres carrés" (X) qui minimise le résidu (AX-B) (la norme euclidienne minimisée des colonnes).

Pour estimer la solution d'un système d'équations linéaires sousdéterminé :

- 1. Saisissez le tableau des constantes (vecteur ou matrice) dans la pile.
- 2. Saisissez la matrice des coefficients. Elle a évidemment plus de colonnes que de lignes.
- 3. Appuyez sur MTH MATR LSQ pour calculer la "solution moindres carrés" (X) ayant la norme de Frobenius la plus petite de toutes les solutions moindres carrés possibles.

Pour résoudre un système d'équations linéaires exactement déterminé :

- 1. Saisissez le vecteur des constantes dans la pile.
- 2. Saisissez la matrice carrée des coefficients. Le nombre de colonnes ("variables") de la matrice doit être égal au nombre d'éléments du vecteur.
- 3. Appuvez sur (÷). Le vecteur solution résultant est de la même taille que le vecteur des constantes. Notez que la division de tableaux peut produire des résultats erronés si vous utilisez des matrices mal conditionnées. Voir "Matrices singulières et mal conditionnées" ci-après.

Matrices singulières et mal conditionnées

Une matrice singulière est une matrice carrée qui n'a pas d'inverse. Vous obtenez donc normalement une erreur lorsque vous utilisez (1/x)pour calculer l'inverse d'une matrice singulière ou (÷) pour résoudre un système d'équations linéaires ayant une matrice de coefficients singulière.

Les matrices singulières sont le plus souvent le fait d'équations d'un système d'équations linéaires qui sont des combinaisons linéaires les unes des autres. Autrement dit, les coefficients d'une équation peuvent être calculés exactement à partir des coefficients d'une autre équation.

Si un système d'équations est indépendant, mais que des changements minimes de coefficients risquent de le rendre dépendant, les équations (par conséquent, leur matrice correspondante A) sont dites mal conditionnées.

Pour vérifier si une matrice est mal conditionnée :

- 1. Saisissez la matrice dans la pile.
- 2. Calculez son nombre de condition (MTH MATR NORM COND). Si c'est un grand nombre, la matrice est mal conditionnée. S'il est de l'ordre de 10¹², il est possible que le HP 48 ne puisse distinguer la matrice d'une matrice singulière.

Pour utiliser des matrices mal conditionnées pour la résolution de systèmes d'équations linéaires :

- 1. Armez l'indicateur -22 (MODES 22 +/- FLAG SF). Il s'agit de l'indicateur d'exception de résultat infini. Ainsi, le calculateur ne renvoie pas d'erreur lors de l'emploi d'une matrice singulière.
- 2. Résolvez le système d'équations linéaires. Le HP 48 modifie la matrice singulière de façon généralement moindre par rapport à l'erreur d'arrondi. Le résultat correspond à celui d'une matrice proche de la matrice mal conditionnée d'origine.
- 3. Vérifiez la précision de la solution calculée au moyen du nombre de condition, comme vous le feriez pour toute matrice mal conditionnée. (Voir plus loin "Vérification de la précision d'une solution matricielle".)
- 4. Calculez le résidu pour tester les résultats.
- 5. Résolvez le système d'équations linéaires au moyen de la fonction LSQ.

14

Vérification de la précision d'une solution matricielle

Deux méthodes permettent d'évaluer la précision de la solution lorsque vous pensez utiliser des matrices singulières ou mal conditionnées :

- Calcul du tableau résidu. Ce tableau résulte du remplacement de l'équation originale par la solution calculée. Plus le tableau résidu se rapproche d'un tableau composé d'éléments nuls, plus la solution est précise.
- **Emploi du nombre de condition.** Ce nombre permet d'estimer le nombre de chiffres de précision attendus pour une matrice donnée.

Pour calculer les résidus pour une solution d'un système d'équations linéaires (AX=B):

- 1. Saisissez le tableau (vecteur ou matrice) des constantes (B) dans la pile.
- 2. Saisissez la matrice des coefficients (A).
- 3. Saisissez le tableau de la solution calculée (X). Il doit être du même type et avoir les mêmes dimensions que le tableau des constantes.
- 4. Appuyez sur (MTH) MATR (NXT) RSD (ou sur (4)(SOLVE) SYS RSD). Le tableau résidu résultant (AX-B) montre dans quelle mesure la solution calculée se rapproche d'une solution réelle : plus la valeur absolue des éléments est petite, meilleure est la solution.

Pour estimer le nombre des chiffres précis d'une solution calculée :

- 1. Si les éléments de la matrice A sont exacts, saisissez 15 dans la pile, c'est-à-dire le nombre maximal de chiffres calculés en interne par le HP 48. Si les éléments de la matrice A ont été arrondis à 12 chiffres (lors de calculs précédents par exemple), saisissez 12.
- 2. Saisissez la matrice de coefficients (A).
- 3. Appuyez sur (MTH) MATR NORM COND pour calculer le nombre de condition de la matrice.
- 4. Appuyez sur (LOG) pour calculer le nombre approximatif des chiffres précis de la solution calculée. Cette opération constitue une estimation brute et approximative de la précision de la solution et en aucun cas un calcul précis.

Méthode de Gauss et opérations élémentaires

Le processus classique d'élimination connu sous le nom de méthode de Gauss permet de résoudre des systèmes d'équations linéaires et d'effectuer des inversions de matrices. Elle emploie la matrice augmentée du système d'équations, obtenue par l'inclusion d'un ou plusieurs vecteurs de constantes ($[b_1 \ldots b_m]$) comme colonne(s) à l'extrême droite de la matrice des coefficients ($[a_{11} \ldots a_{mn}]$):

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} & b_2 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \dots & a_{3n} & b_3 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & a_{m3} & \dots & a_{mn} & b_m \end{bmatrix}$$

Pour créer une matrice augmentée :

- 1. Saisissez la matrice à augmenter (la matrice des coefficients dans le contexte d'élimination de Gauss).
- 2. Saisissez le tableau à insérer (le tableau des constantes dans le contexte d'élimination de Gauss). Il doit comporter le même nombre de lignes que la matrice.
- 3. Saisissez le nombre de la dernière colonne, n, de la matrice à augmenter de façon à indiquer où doit s'effectuer l'insertion du tableau.
- 4. Appuyez sur MTH MATR COL COL+.

Une fois obtenue la matrice augmentée représentant le système d'équations linéaires, vous pouvez appliquer la méthode d'élimination de Gauss. Ce processus s'applique à éliminer systématiquement les variables figurant dans les équations (en réduisant leurs coefficients à zéro), afin que la matrice augmentée soit transformée en une matrice équivalente permettant de calculer facilement la solution.

Chaque étape de l'élimination consiste en trois opérations élémentaires exécutées sur les lignes de la matrice :

- Permutation de deux lignes.
- Multiplication d'une ligne par une constante non nulle.
- Addition d'un multiple de la constante d'une ligne à une autre ligne.

14

L'élimination de Gauss utilise des opérations élémentaires effectuées sur les lignes pour calculer la matrice réduite échelonnée équivalente à la matrice augmentée, afin d'en obtenir la solution par rétro-substitution.

Le HP 48 dispose des commandes correspondant à ces opérations élémentaires en tant que telles, mais aussi de commandes mettant en oeuvre ces opérations de manière itérative jusqu'à génération de la forme réduite échelonnée de la matrice :

- **RSWP** permute deux lignes de la matrice.
- RCI multiplie chaque élément d'une ligne donnée de la matrice augmentée par un scalaire de votre choix.
- **RCIJ** multiplie chaque élément d'une ligne donnée par un scalaire et ajoute le résultat à une autre ligne de la matrice.
- RREF convertit la matrice augmentée en sa forme réduite échelonnée équivalente.

Pour permuter deux lignes d'une matrice :

- 1. Saisissez la matrice dans la pile.
- 2. Saisissez les numéros des lignes à permuter.
- 3. Appuyez sur (MTH) MATR ROW (NXT) RSWP.

Pour multiplier les éléments d'une ligne de la matrice par un facteur non nul:

- 1. Saisissez le tableau dans la pile.
- 2. Saisissez le facteur non nul.
- 3. Saisissez le numéro de la ligne à multiplier.
- 4. Appuyez sur (MTH) MHTR ROW RCI.

Pour ajouter à une autre ligne le produit du facteur non nul par une ligne du tableau :

- 1. Saisissez le tableau dans la pile.
- 2. Saisissez le facteur non nul.
- 3. Saisissez le numéro de la ligne à multiplier par ce facteur.
- 4. Saisissez le numéro de la ligne à laquelle ajouter le produit obtenu.
- 5. Appuyez sur (MTH) MATR ROW RCIJ.

Pour calculer la forme réduite échelonnée d'une matrice :

- 1. Saisssez la matrice dans la pile. Si vous résolvez un système d'équations linéaires, il doit s'agir de la matrice augmentée représentant ce système (voir plus haut).
- 2. Facultatif: Armez l'indicateur -54 si vous ne voulez pas que les éléments "très petits" soient remplacés par des zéros pendant le calcul (MODES FLAG 54 4/- SF). Ces "très petits" éléments, qui peuvent être générés par des erreurs d'arrondi en cours de calcul, sont inférieurs à 1 x 10⁻¹⁴ fois la taille de l'élément le plus grand de leur colonne.
- 3. Appuyez sur (MTH) MATR FACTR RREF.

Autres considérations d'algèbre linéaire

Le HP 48 dispose d'un certain nombre d'autres commandes d'algèbre linéaire offrant une puissance et une souplesse accrues pour la résolution des problèmes.

Valeurs propres et vecteurs propres

Une matrice carrée $(n \times n)$ A possède une valeur propre λ et un vecteur propre correspondant \mathbf{x} , si $\mathbf{A}\mathbf{x} = \lambda \mathbf{x}$.

Les valeurs propres sont les racines de l'équation caractéristique $\det(\mathbf{A} - \lambda \mathbf{I}) = 0$, qui est un polynôme de degré n. En conséquence, \mathbf{A} possède n valeurs propres, bien qu'elles ne soient pas toujours distinctes. A chaque valeur propre correspond un vecteur propre.

Le HP 48 permet de calculer uniquement les valeurs propres (calcul accéléré) ou, simultanément, les valeurs et les vecteurs propres correspondants.

Pour calculer les valeurs propres d'une matrice carrée :

- 1. Saisissez la matrice carrée $(n \times n)$ dans la pile.
- 2. Appuyez sur MTH MATR NXT EGYL pour obtenir un vecteur de n valeurs propres.

Pour calculer les valeurs propres et les vecteurs propres d'une matrice carrée :

- 1. Saisissez la matrice carrée $(n \times n)$ dans la pile.
- 2. Appuyez sur MTH MATR (NXT) EGY. Une matrice $n \times n$ de vecteurs propres est renvoyée au niveau 2 et un vecteur de valeurs propres à n-éléments au niveau 1. Les colonnes de la matrice du niveau 2 représentent les vecteurs propres correspondant aux valeurs propres du niveau 1.

Pour décomposer ou factoriser une matrice :

Le HP 48 dispose d'un ensemble de fonctions de décomposition et de factorisation à utiliser seules ou dans des programmes afin de résoudre des problèmes spécifiques. Ces fonctions se trouvent dans le menu (MTH) MATE FACTE:

- Décomposition LU de Crout. Pour résoudre un système d'équations linéaires exactement déterminé, inverser une matrice et calculer le déterminant d'une matrice carrée. Cette procédure factorise la matrice carrée (A) en une matrice triangulaire inférieure L (renvoyée au niveau 3), une matrice triangulaire supérieure U contenant l'une de ses diagonales (renvoyée au niveau 2) et une matrice de permutation P (renvoyée au niveau 1), de façon que PA = LU.
- **Factorisation LQ.** Factorise une matrice $m \times n$ A en une matrice trapézoïdale inférieure $m \times n$ L (renvoyée au niveau 3), une matrice orthogonale $n \times n$ Q (renvoyée au niveau 2) et une matrice de permutation $m \times m$ P (renvoyée au niveau 1), de facon que PA = LQ.
- **Factorisation QR.** Factorise une matrice $m \times n$ A en une matrice orthogonale $m \times m$ Q (renvoyée au niveau 3), une matrice trapézoïdale supérieure $m \times n$ R (renvoyée au niveau 2) et une matrice de permutation $n \times n$ P (renvoyée au niveau 1), de façon que AP = QR.

Décomposition de Schur. Factorise une matrice carrée A en une matrice orthogonale Q (renvoyée au niveau 2) et une matrice triangulaire supérieure (ou, si A est réelle, la matrice quasi triangulaire supérieure) U (renvoyée au niveau 1), de façon que $A = QUQ^T$ (Q^T étant la transposée de la matrice Q).

SVD

Décomposition en valeurs singulières. Factorise une matrice $m \times n$ **A** en une matrice orthogonale $m \times m$ **U** (renvoyée au niveau 3), une matrice orthogonale $n \times n$ **V** (renvoyée au niveau 2) et un vecteur **S** des valeurs singulières de **A**, de façon que **A** = **US'V** (**S**' étant la matrice $m \times n$, dont les éléments diagonaux sont issus des éléments de **S**).

Pour calculer les valeurs singulières d'une matrice :

- 1. Saisissez la matrice dans la pile.
- 2. Appuyez sur MTH MATR FACTR NXT SVL pour obtenir un vecteur réel des valeurs singulières, disposées en ordre non croissant.

Pour reconstruire une matrice à partir de ses valeurs singulières et de matrices orthogonales issues de la factorisation :

- 1. Saisissez la matrice orthogonale U dans la pile.
- 2. Saisissez le vecteur S.
- 3. Saisissez les dimensions de la matrice { m n }.
- Appuyez sur MTH MATR NXT DIAG+ pour construire la matrice en utilisant les valeurs singulières comme ses éléments diagonaux.
- 5. Appuyez sur 🗷.
- 6. Saisissez la matrice orthogonale (V) ayant le même nombre de colonnes que la matrice d'origine.
- 7. Appuyez sur 🗶 pour recalculer la matrice d'origine. Le degré de correspondance de la matrice recalculée avec la matrice d'origine reflète la précision de la décomposition.

15

Arithmétique binaire et bases

Le HP 48 permet l'arithmétique binaire, c'est-à-dire les opérations sur des entiers binaires.

Entiers binaires et bases

Sur le HP 48, les entiers binaires contiennent de 1 à 64 bits, selon la taille de mot en cours. Vous pouvez les introduire en décimal (base 10), en hexadécimal (base 16), en octal (base 8), ou en binaire (base 2). La base en cours détermine l'affichage des entiers binaires dans la pile.

Un entier binaire est précédé d'un délimiteur (#) et suivi d'une lettre (d, h, o ou b) indiquant sa base. Par exemple, # 182d, # B6h, # 266o ou # 10110110b.

Définir la base en cours :

- 1. Appuyez sur (MTH) BASE.
- 2. Appuyez sur l'une des touches suivantes: HEX (hexadécimal), DEC (décimal), OCT (octal) ou BIN (binaire).

Les fonctions HEX, DEC, OCT et BIN sont programmables. La définition des indicateurs -11 et -12 correspond à la base en cours. (Pour de plus amples informations sur les indicateurs -11 et -12. consultez l'annexe D, "Indicateurs système.")

Le choix de la base en cours est sans effet sur la représentation interne des entiers binaires.

Pour visualiser la base en cours :

- 1. Appuyez sur MTH BHSE.
- 2. Dans les libellés du menu, la base en cours est indiquée par un .

Le choix de la base en cours est sans effet sur la représentation interne des entiers binaires.

Pour définir la taille de mot :

- 1. Introduisez un nombre de 1 à 64.
- 2. Appuyez sur MTH BASE NXT STWS (la commande STWS). (Les nombres décimaux sont arrondis à l'entier le plus proche.)

Pour rappeler la taille de mot en cours :

■ Appuyez MTH BASE NXT RCWS (la commande RCWS).

Pour saisir un entier binaire :

- Appuyez sur (**)#.
- Saisissez l'entier binaire : les caractères à utiliser dépendent de la base sélectionnée.
- 3. Facultatif: pour spécifier la base, tapez le marqueur de base: d, h, o ou b. (Sinon, la base en cours est utilisée.)
- 4. Appuyez sur ENTER.

Remarque



Si l'argument d'un entier binaire dépasse la taille de mot en cours, les bits de poids fort excédentaires sont éliminés avant l'exécution de la commande. Si nécessaire, les résultats sont également tronqués. Si le résultat du calcul comporte un reste, seule la partie entière du résultat est conservée.

Pour additionner ou pour soustraire deux entiers binaires :

- 1. Saisissez les entiers binaires.
- 2. Appuyez sur (+) ou sur (-).

Pour trouver l'opposé d'un entier binaire :

- 1. Saisissez l'entier binaire dans la pile.
- 2. Appuyez sur (+/-). L'opposé d'un entier binaire est son complément à deux (inversion de tous les bits plus 1), dans la mesure où il n'existe pas "d'opposé" au sens "entiers réels" du terme. Soustraire un entier binaire revient donc à ajouter son complément à deux.

Pour multiplier ou diviser deux entiers binaires :

- 1. Saisissez les deux entiers binaires.
- 2. Appuyez sur (x) ou (\div). N'oubliez pas que le reste de la division est perdu et que le résultat de l'opération est tronqué pour obtenir un nombre entier.

Pour changer la base d'un entier binaire :

- 1. Saisissez l'entier binaire dans la pile.
- 2. Appuyez sur MTH BHSE et appuyez sur la touche de menu correspondant à la base désirée.

Pour convertir un entier binaire en un nombre réel :

- 1. Saisissez l'entier binaire dans la pile. Ce nombre peut être affiché dans l'une des quatre bases autorisées.
- 2. Appuyez MTH BASE B→R pour convertir l'entier en nombre réel décimal.

Pour convertir un nombre réel en un entier binaire :

- 1. Saisissez le nombre réel dans la pile.
- 2. Appuyez sur MTH BASE RAB pour convertir le nombre réel en entier binaire. Si nécessaire, le nombre réel est d'abord arrondi à un entier avant d'être converti. Les opposés de nombres réels sont convertis en # \odot et les nombres réels $> 1.84467440738 \times 10^{19}$ en l'entier binaire le plus grand (# FFFFFFFFFFFFFh, par exemple).

Utilisation des opérateurs booléens

Le tableau suivant contient des commandes du menu MTH BASE LOGIC (MTH BASE NXT LOGIC) utilisées pour effectuer des opération booléennes sur les entiers binaires. Sauf indication particulière, chaque exemple suppose une taille de mot de 24.

Commande/Description	Exemple		
Commande/ Description	Entrée	Sortie	
AND ET logique bit-à-bit de deux arguments.	2: # 1100b 1: # 1010b	1: # 1000b	
NOT Renvoie le complément à un de l'argument. Chaque bit du résultat est le complément du bit correspondant de l'argument.	1: # FF00FFh	1: # FF00h	
OR OU logique bit-à-bit de deux arguments.	2: # 1100b 1: # 1010b	1: # 1110b	
XOR OU exclusif logique bit-à-bit de deux arguments.	2: # 1101b 1: # 1011b	1: # 1106	

Manipulation des bits et des octets

Le tableau suivant contient des commandes des menus MTH BASE BIT et MTH BASE BYTE (MTH) BASE (NXT) BIT et ... BYTE) utiles pour manipuler des objets entiers binaires au niveau du bit ou de l'octet. Sauf indication particulière, chaque exemple suppose une taille de mot de 24.

Commande/Description	Exemple		
Communication Description	Entrée	Sortie	
ASR Décalage arithmétique droit. Effectue un décalage arithmérique vers la droite d'un bit. Le bit le plus significatif est recréé.	1:# 1100010b 1: # 800000h	1: # 110001b 1: # C00000h	
RL Permutation à gauche. L'entier binaire subit une permutation à gauche d'un bit. (La taille de mot est ici égale à 4.)	1: # 1100b	1: # 1001b	
RLB Permutation d'octet à gauche. L'entier binaire subit une permutation à gauche d'un octet.	1: # FFFFh	1: # FFFF00h	
RR Permutation à droite. L'entier binaire subit une permutation à droite d'un bit. (La taille de mot est ici égale à 4.)	1: # 11016	1: # 1110b	

Commande/Description	Exemple		
Commande/ Description	Entrée	Sortie	
RRB Permutation d'octet à droite. L'entier binaire subit une permutation à droite d'un octet.	1: # A0B0C0h	1: # C0A0B0h	
SL Décalage vers la gauche. L'entier binaire est décalé d'un bit vers la gauche.	1: # 1101b	1: # 11010b	
SLB Décalage d'octet vers la gauche. L'entier binaire est décalé d'un octet vers la gauche.	1: # A0B0h	1: # A0B000h	
SR Décalage vers la droite. L'entier binaire est décalé d'un bit vers la droite.	1: # 110115	1: # 11016	
SRB Décalage d'octet vers la droite. L'entier binaire est décalé d'un octet vers la droite.	1: # A0B0C0h	1: # A0B0h	

16

Calculs sur les dates, heures et fractions

Le HP 48 dispose d'un calendrier et d'une horloge intégrés évolués basés sur le calendrier Grégorien qui a réformé le calendrier Julien le 15 octobre 1582. Les dates antérieures à celle-ci (ou postérieures au 31 décembre 9999) ne sont pas acceptées par le calculateur.

Calculs de dates

Le menu de la commande TIME contient des commandes spécifiques permettant de calculer des intervalles d'horloge et de calendrier.

Le tableau suivant illustre les formats d'heure et de date disponibles sur le calculateur HP 48, avec pour exemple le 21 février, 1992 à 4:31 рм.

Horloge	Format	Forme numérique
Date:		
02/21/1992	mois/jour/année	2.211992
21.02.1992	jour.mois.année	21.021992
Heure:		
04:31:04P	12 heures	16.3104
16:31:04	24 heures	16.3104

Pour définir ou changer le format de la date en cours :

- 1. Appuyez sur (→)(TIME) (▲) ÜK .
- 2. Appuyez sur pour mettre en valeur le champ correspondant au format de date.
- 3. Appuyez sur (+/-) jusqu'à ce que le format de date voulu s'affiche.
- 4. Appuyez sur DK pour confirmer la sélection.

■ Appuyez sur (TIME) DATE.

Pour ajouter ou soustraire un nombre de jours à une date :

- 1. Saisissez la date sous la forme numérique correspondant au format en cours.
- 2. Saisissez un nombre réel représentant le nombre de jours que vous souhaitez additionner ou soustraire. Si vous souhaitez soustraire des jours, utilisez des nombres négatifs.
- 3. Appuyez sur TIME NXT DATE+. La date modifiée est reconvertie sous la forme numérique correspondant au format en cours.

Exemple: Calculez la date à 239 jours du 30 avril 1993.

Etape 1: Placez la date en cours au niveau 1.

TIME DATE 1: 4.301993

Etape 2 : Saisissez le nombre de jours et calculez la date future. Le résultat est le 25 décembre 1993.

239 (NXT) DATE+ 1: 12.251993 (MTE*) [ORIE*] [O

Pour déterminer le nombre de jours séparant deux dates :

- 1. Saisissez la première date dans la pile.
- 2. Saisissez la seconde date dans la pile.
- 3. Appuyez sur TIME NXT DDAYS.

Exemple : Calculez le nombre de jours séparant le 10 Avril 1982 du 2 août 1986.

16

16

Calculs d'heures

Pour définir ou changer le format de la date en cours :

- 1. Appuyez sur (r) (TIME) (A) OK.
- 2. Appuyez sur () pour mettre en valeur le champ de format de l'heure.
- 3. Appuyez une ou plusieurs fois sur (+/-) jusqu'à ce que le format d'heure voulu s'affiche.
- 4. Appuyez sur UK pour confirmer votre choix.

Pour placer l'heure en cours dans la pile (sous forme numérique) :

■ Appuyez sur (►) TIME TIME.

Un nombre au format HMS (heures-minutes-secondes) se présente de la façon suivante *H.MMSSs*:

- HZéro ou plusieurs chiffres pour le nombre d'heures.
- MMDeux chiffres pour le nombre de minutes.
- SSDeux chiffres pour le nombre de secondes.
- Zéro ou plusieurs chiffres pour la partie décimale des S secondes.

Pour convertir une heure d'un format décimal en format HMS :

- 1. Saisissez le nombre correspondant à l'heure au format décimal.
- 2. Appuyez $() (TIME) (NXT) \rightarrow HMS$.

Pour convertir une heure du format HMS en format décimal :

- 1. Saisissez le nombre correspondant à l'heure au format HMS.
- 2. Appuyez sur ← TIME (NXT) HMS → .

Pour additionner deux heures au format HMS:

- 1. Saisissez les nombres correspondant aux heures au format HMS.
- 2. Appuyez sur (TIME) (NXT) HMS+. Le nombre renvoyé est également au format HMS.

Pour soustraire deux heures au format HMS:

- 1. Saisissez les nombres correspondant aux heures au format HMS.
- 2. Appuyez sur TIME (NXT) HMS-. Le nombre renvoyé est également au format HMS.

Pour convertir une date et une heure en une chaîne de texte :

- 1. Saisissez le nombre de la date dans la pile.
- 2. Saisissez le nombre de l'heure.
- 3. Appuyez sur TIME NXT NXT TSTR. Vous obtenez une chaîne de texte indiquant le jour de la semaine, la date (au format en cours), ainsi que l'heure (au format en cours).

Pour placer l'heure système dans la pile :

1. Appuyez sur TIME TICKS. L'heure système est liée aux "tops" d'horloge, chaque top d'horloge correspondant à 1/8192 de seconde. Le nombre total de ces tops d'horloge est représenté par un entier binaire. La commande TICKS permet de mesurer le temps écoulé, qui peut être converti en heure standard décimale ou HMS.

Pour convertir l'heure système (tops d'horloge) en format HMS :

- 1. Saisissez l'heure système. Il doit s'agir d'un nombre binaire.
- 2. Appuyez sur MTH BASE B→R pour convertir l'heure système en nombre réel.
- 3. Tapez 29491200 (÷) pour effectuer la conversion en format décimal.
- 4. Appuyez sur ← TIME (NXT) → HMS pour convertir la valeur décimale en format HMS.

Pour calculer le temps écoulé en secondes :

- Appuyez sur TIME TICKS pour lancer le chronomètre.
- Appuyez sur TICKS pour l'arrêter.
- Appuyez sur SWAP pour obtenir la durée écoulée en tops d'horloge.
- Appuyez sur MTH BASE B→R 8192 ÷ pour obtenir le temps écoulé en secondes.

16

16

Calculs sur les fractions

Une fraction est la représentation algébrique d'une opération arithmétique non encore évaluée. Par exemple, la fraction $\frac{4}{3}$ représente le résultat de la division $4 \div 3$ sans que l'opération soit réellement effectuée. De même, $4\frac{5}{6}$ représente l'opération algébrique $4+(5\div$ 6). Le HP 48 utilise ces représentations algébriques pour afficher les fractions:

14/31 14+5/61

Pour saisir une fraction:

- Sous EquationWriter:
 - 1. Appuyez (EQUATION).
 - 2. Saisissez la fraction. Appuyez sur (A) pour commencer un numérateur et sur (V) (ou (D)) pour passer au dénominateur.
 - 3. Appuyez sur (ENTER).
- A l'aide de la ligne de commande :
 - 1. Appuyez sur () (la fraction étant sous forme algébrique).
 - 2. Saisissez la fraction dans la ligne de commande.
 - 3. Appuyez sur (ENTER).

Pour additionner, soustraire, multiplier et diviser des fractions :

- 1. Saisissez les fractions dans la pile dans le même ordre que s'il s'agissait de nombres décimaux.
- 2. Exécutez l'opération (+), (-), (x) ou (÷).
- 3. Appuyez sur (EVAL) pour convertir l'expression en un résultat décimal.

Pour convertir un nombre décimal en une fraction :

- 1. Placez le nombre décimal dans le niveau 1 de la pile.
- 2. Si nécessaire, changez le mode d'affichage. La précision de l'approximation fractionnaire dépend du mode d'affichage. Si le mode d'affichage est Std, la précision est à 11 chiffres significatifs. Si le mode d'affichage est n Fix, la précision est à n chiffres significatifs.
- 3. Appuyez sur (SYMBOLIC) (NXT)

Pour convertir une fraction en un nombre décimal :

- Placez la fraction dans le niveau 1 de la pile.
- Appuyez sur (EVAL).

Pour convertir un nombre décimal en une fraction comportant le chiffre π :

- 1. Placez le nombre décimal dans le niveau 1 de la pile.
- 2. Si nécessaire, changez le mode d'affichage pour indiquer la précision de l'approximation fractionnaire voulue.

Exemple: Convertissez 7.896 en fraction à l'aide de la fonction $\rightarrow \mathbb{Q}$.





Listes et suites

Création de listes

Pour saisir une liste à partir du clavier :

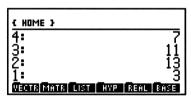
- 1. Utilisez (4)({}) pour indiquer le début et la fin d'une liste.
- 2. Saisissez les éléments de la liste en appuyant sur (SPC) pour les séparer.

Pour grouper plusieurs éléments en une liste :

- 1. Saisissez les éléments dans la pile.
- 2. Saisissez le nombre d'éléments dans le premier niveau de la pile.
- 3. Appuyez sur (PRG) LIST +LIST pour constituer la liste.

Exemple: Créez une liste contenant les éléments 7 11 13 à l'aide de

Etape 1 : Saisissez les éléments et le nombre d'éléments dans la pile.



Etape 2: Convertissez le contenu de la pile en liste.

(PRG) LIST →LIST

ELEMI PROC DEUP PLIST

Pour ajouter un nouvel élément au début d'une liste :

- 1. Saisissez l'élément.
- 2. Saisissez la liste.

3. Appuyez sur (+).

Pour ajouter un nouvel élément à la fin d'une liste :

- 1. Saisissez la liste.
- 2. Saisissez l'élément.
- 3. Appuyez sur (+).

Traitement des listes

Les opération effectuées sur les listes par le calculateur constituent le traitement des listes.

Pour appliquer à chaque élément d'une liste une commande à un seul argument :

- 1. Saisissez une liste.
- 2. Exécutez la commande.

Exemple: Calculez la factorielle de 3, 4 et 5.

Etape 1: Saisissez ces nombres dans une liste.

Etape 2 : Calculez les factorielles de ces éléments.

Pour exécuter une commande à deux arguments sur une liste et un nombre :

- 1. Saisissez la liste.
- 2. Saisissez le nombre.
- 3. Exécutez la commande.

N'oubliez pas que vous devez utiliser MTH LIST ADD, et non +, pour ajouter un nombre à chaque élément d'une liste.

Exemple: Combien de combinaisons peut-on obtenir de quatre objets pris 3 à la fois? Même problème pour 5, puis 6 objets.

17-2 Listes et suites

17

17

Etape 1 : Saisissez une liste contenant les objets, puis, au niveau 1, le nombre d'objets pris simultanément.



Etape 2: Calculez le nombre de combinaisons.



Commandes à arguments multiples sur des listes

Les opérations applicables à deux objets opèrent également sur les éléments correspondants de deux listes différentes.

Pour additionner les éléments correspondants de deux listes :

- 1. Saisissez les deux listes.
- 2. Exécutez la commande ADD.

Exemple: Additionnez $\{321\}$ et $\{456\}$.

Etape 1: Saisissez les deux listes.



Etape 2: Additionnez les éléments correspondants.



Pour chaîner deux listes :

- 1. Saisissez la liste dont les éléments formeront la première partie de la liste chaînée.
- 2. Saisissez la liste dont les éléments formeront la seconde partie de la liste chaînée.
- 3. Appuyez sur +.

Exemple: Chaînez $\{ 3 \ 2 \ 1 \}$ et $\{ 4 \ 5 \ 6 \}$.

Etape 1: Saisissez les deux listes.

Etape 2: Chaînez-les.

+ 1: { 3 2 1 4 5 6 }

- Pour soustraire, multiplier ou diviser les éléments correspondants de deux listes :
 - 1. Saisissez les deux listes.
 - 2. Exécutez l'opération.

Application d'une fonction ou d'un programme à une liste (DOLIST)

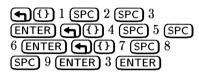
Vous pouvez exécuter des programmes ou des fonctions sur des groupes de listes.

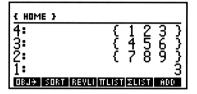
Pour exécuter un programme ou des fonctions sur des listes :

- 1. Saisissez les listes.
- 2. Saisissez le nombre de listes à traiter. Il s'agit du nombre d'éléments traités par chaque itération de la fonction ou du programme.
- 3. Saisissez le programme ou la fonction.
- 4. Exécutez DOLIST.

Exemple : Créez 3 listes (a, b et c) et exécutez une fonction effectuant les opérations $a_n + (b_n \times c_n)$ sur chacun des éléments.

Etape 1 : Saisissez les listes et le nombre de listes à traiter (en l'occurrence, 3).





Etape 2: Saisissez la fonction et exécutez-la.

(*)	X + ENTER PRO	9
LIST	PROC DOLIS	

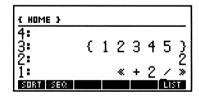
1: { 29 42 57 }

Pour appliquer une procédure aux éléments d'une liste de manière séquentielle :

- 1. Saisissez la liste.
- 2. Saisissez l'indice de bloc. Il s'agit du nombre d'éléments traités par chaque itération de la fonction. Par exemple, si vous saisissez 3, trois éléments de la liste seront pris comme arguments pour la fonction.
- 3. Saisissez la fonction.
- 4. Exécutez DOSUB.

Exemple : Calculez la moyenne mobile des éléments pris 2 à 2 pour la liste { 1 2 3 4 5 }.

Etape 1: Saisissez la liste, l'indice de bloc et la fonction.



Etape 2 : Exécutez DOSUB.

(PRG) LIST PROC DOSUB

1: { 1.5 2.5 3.5 4.5 }

Lorsque vous écrivez des programmes contenant DOSUB, le numéro de bloc (correspondant à la position du premier objet du bloc) est NSUB et le nombre de blocs est indiqué par ENDSUB.

Application récursive d'une fonction à une liste

La commande STREAM permet d'appliquer une fonction de manière récursive à chaque élément d'une liste.

Pour exécuter une fonction sur chaque élément d'une liste :

1. Saisissez la liste.

17

- 2. Saisissez le programme ou la fonction (qui, cas idéal, utilise deux arguments et renvoie un résultat).
- 3. Exécutez STREAM. Elle prend les deux premiers éléments de la liste, exécute l'opération, puis prend le résultat et l'élément suivant pour réexécuter l'opération. Ce processus se poursuit jusqu'à ce que tous les éléments aient été pris comme arguments.

Exemple : Multipliez entre eux tous les éléments de la liste { 1 2 3 4 5 }.

Etape 1: Saisissez la liste et la fonction.



Etape 2: Exécutez la fonction.

PRG LIST PROC STREA 1: 120

Manipulation des listes

Les fonctions suivantes permettent de manipuler les éléments d'une liste :

- MTH LIST SORT trie les éléments d'une liste par ordre croissant. La liste doit se trouver au niveau 1.
- MTH LIST REVLI inverse les éléments d'une liste. La liste doit se trouver au niveau 1.
- ‡ ajoute des éléments en début ou en fin de liste et permet également de chaîner deux listes. Pour ajouter un élément en début de liste, saisissez-le, puis saisissez la liste et appuyez sur ‡. Pour ajouter un élément en fin de liste, saisissez la liste, puis l'élément et appuyez sur ‡.
- PRG LIST ELEM NXT HEAD remplace la liste du niveau 1 par son premier élément.
- PRG LIST ELEM NXT THIL remplace la liste du niveau 1 par tous les éléments qu'elle contient à l'exception du premier.
- PRG LIST ELEM GET remplace la liste du niveau 2 et l'index de position du niveau 1 par l'élément qui se trouve à l'emplacement correspondant dans la liste.
- PRG LIST ELEM GETI identique à GET, tout en remontant l'index de position d'un niveau. Le nouvel index est placé au niveau 2. La liste d'origine est placée au niveau 3.
- PRG LIST ELEM PUT prend un objet situé au niveau 1 pour remplacer un objet existant dans une liste. Vous devez indiquer un index de position au niveau 2 et une liste au niveau 3. La liste résultante se trouve au niveau 1.
- PRG LIST ELEM PUTI identique à PUT, tout en remontant l'index de position d'un niveau. Le nouvel index est placé au niveau 1. La nouvelle liste est placée au niveau 2.
- PRG LIST ELEM SIZE remplace la liste du niveau 1 par le nombre d'éléments qu'elle contient.
- PRG LIST ELEM POS remplace la liste du niveau 2 ainsi qu'un élément de cette liste situé au niveau 1, par un index de position correspondant à la première occurrence de cet élément. Si cet élément n'est pas trouvé, le résultat est 0.

- PRG LIST OBJ→ place dans la pile chaque objet pris dans une liste située au niveau 1, ainsi que le nombre d'objets dans le niveau 1.
- PRG LIST SUB renvoie une liste d'éléments pris dans une liste située au niveau 3 spécifiée par les positions de début et de fin indiquées aux niveaux 1 et 2.
- PRG LIST REPL remplace des éléments d'une liste du niveau 3 par ceux d'une liste du niveau 1 en commençant à l'élément indiqué au niveau 2.

Suites

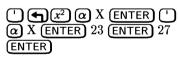
Les commandes de suites automatisent la génération d'une liste par l'exécution répétée d'une fonction ou d'un programme.

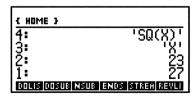
Pour générer une suite :

- 1. Saisissez la fonction ou le programme (ou son nom).
- 2. Saisissez le nom de la variable d'index.
- 3. Saisissez la valeur initiale de la variable.
- 4. Saisissez la valeur finale de la variable.
- 5. Saisissez la taille du pas d'incrémentation. Le nombre d'éléments générés correspond à la partie entière de $\frac{(finale-initiale)}{nas} + 1$.
- 6. Exécutez SEQ..

Exemple: Générez la liste des carrés pour les nombres 23 à 27.

Etape 1: Saisissez la fonction, le nom de la variable, les valeurs initiale et finale.





Pour calculer la somme d'une suite finie exprimée sous forme de liste :

- 1. Saisissez la liste.
- 2. Exécutez (MTH) LIST ELIST.

Vous pouvez également effectuer cette opération avec la fonction Σ dans une expression algébrique (voir page 7-6).

Pour calculer le produit d'une suite finie exprimée sous forme de liste :

- 1. Saisissez la liste.
- 2. Appuyez sur (MTH) LIST πLIST.

Pour calculer les différences finies du premier ordre d'une suite :

- 1. Saisissez la suite sous forme de liste.
- 2. Appuyez sur (MTH) LIST (NXT) ALIST.

Les différences finies du premier ordre de la suite $\{x_1 \ x_2 \dots x_n\}$ sont définies comme $\{x_2-x_1 \dots x_n-x_{n-1}\}$.

17

Résolution d'équations

Résolution d'une équation pour une variable inconnue

Lorsque vous résolvez manuellement une équation, vous observez généralement la procédure suivante :

- 1. Vous écrivez l'équation à résoudre.
- 2. Si possible, vous la manipulez pour calculer la variable inconnue.
- 3. Vous remplacez les variables fournies par des valeurs connues.
- 4. Vous calculez la valeur de la variable inconnue.

Avec l'application SOLVE, vous suivez une procédure similaire, à l'exception de l'étape 2, ce qui simplifie le processus.

Pour résoudre une équation pour une variable inconnue :

- Appuyez sur (→)(SOLVE) □K .
- 2. Saisissez ou choisissez l'équation à résoudre.
- 3. Entrez des valeurs pour toutes les variables connues.
- 4. Facultatif: saisissez une estimation pour la variable inconnue. Ceci accélère parfois la recherche ou guide l'extracteur de racines vers l'une des racines possibles de l'équation donnée.
- 5. Mettez en valeur la variable inconnue et appuyez sur SOLVE.

L'application SOLVE peut calculer la valeur numérique d'une variable dans une équation, une expression ou un programme :

- Equation. Une équation est un objet algébrique contenant le signe = (par exemple 'A+B=C'). Une solution est une valeur de la variable inconnue qui permet aux deux membres de l'équation d'avoir la même valeur numérique.
- **Expression.** Une expression est un objet algébrique sans signe = (par exemple 'A+B+C'). Une solution est une racine de l'expression,

- c'est-à-dire une valeur de la variable inconnue pour laquelle l'expression est égale à 0.
- **Programme.** Un programme à résoudre doit renvoyer un seul nombre réel. Une solution est une valeur de la variable inconnue pour laquelle le programme renvoie 0.

Pour saisir une nouvelle équation à résoudre :

1. Si besoin est, ouvrez l'application SOLVE (SOLVE). Il se peut qu'une équation figure déjà dans le masque.



- 2. Vérifiez que le champ EQ: est mis en valeur, puis exécutez l'une des opérations suivantes :
 - Tapez l'équation, l'expression ou le programme (avec les délimiteurs adéquats) dans la ligne de commande et appuyez sur (ENTER).
 - Appuyez sur ► EQUATION, puis saisissez l'équation ou l'expression dans EquationWriter et appuyez sur ENTER.

Pour sélectionner une équation existante et la résoudre :

- 1. Si besoin est, ouvrez l'application SOLVE en appuyant sur SOLVE.
- Vérifiez que le champ EQ: est mis en valeur et appuyez sur CHOOS.
- 3. A l'aide des touches fléchées, recherchez la variable voulue. Si elle ne figure pas dans le répertoire en cours, réappuyez sur CHOOS, sélectionnez un autre répertoire et appuyez sur OK. Localisez la variable et appuyez sur OK. afin de l'introduire dans le champ EQ:.

Lorsque vous entrez une équation dans le champ EQ:, les noms des variables s'affichent également. A chaque variable de l'équation en cours correspond un libellé, sauf si l'une d'elles contient un objet

algébrique : dans ce cas, ce sont les libellés des variables de l'obiet algébrique qui s'affichent. Par exemple, si l'équation en cours est 'A=B+C' et que B contient l'expression 'D+TAN(E)', vous voyez les libellés A, D, E et C.

Remarque



Dans le cas des équations utilisant une variable de garde (une intégrale, une sommation ou une dérivée par exemple), le libellé de cette variable est également affiché. Cependant, vous ne pouvez pas résoudre l'équation pour une variable de garde.

Si une ou plusieurs variables n'existent pas encore, elles sont créées et ajoutées au répertoire en cours lorsque vous résolvez l'équation pour la première fois.

Pour saisir une valeur pour une variable connue :

- 1. Mettez en valeur le champ identifié par le nom de la variable connue.
- 2. Tapez la valeur et appuyez sur ENTER.

Pour stocker une valeur estimée pour une variable inconnue :

- 1. Mettez en valeur le champ identifié par le nom de la variable inconnue.
- 2. Tapez l'estimation et appuyez sur (ENTER).

Pour résoudre pour une variable inconnue :

- 1. Mettez en valeur le champ identifié par le nom de la variable inconnue.
- 2. Appuyez sur SOLVE. Le résultat s'affiche dans le champ et une copie identifiée est placée dans la pile.

Interprétation des résultats

L'application 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 une racine de votre équation.

Pour interpréter le résultat :

■ Une fois le résultat obtenu, appuvez sur INFO. Appuvez sur OK pour effacer la fenêtre d'informations après en avoir pris connaissance.

Le message se fonde sur la valeur de l'équation, c'est-à-dire la différence entre les membres gauche et droit d'une équation, ou la valeur fournie par une expression ou un programme.

Si une racine est trouvée, l'application SOLVE renvoie un message décrivant cette racine :

Zero

L'application SOLVE a trouvé un point pour leauel la valeur de l'équation est 0 à l'intérieur de la précision à 12 chiffres du calculateur.

Sign Reversal

L'application 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 SOLVE renvoie le point pour lequel la valeur est la plus proche de 0. Si l'expression est une fonction réelle continue, ce point est la meilleure estimation que SOLVE puisse faire de la racine.

Extremum

Plusieurs situations sont possibles:

- L'application SOLVE a trouvé un point pour lequel la valeur de l'équation approche un minimum local (dans le cas de valeurs positives) ou un maximum pour des valeurs négatives). Ce point peut, ou non, représenter la racine.
- L'application SOLVE a arrêté sa recherche à ±9.99999999999E499, le plus petit ou le plus grand nombre que puisse gérer le calculateur.

Pour obtenir plus d'informations sur la solution :

- Vous avez plusieurs possibilités :
 - □ Mettez en valeur le champ EQ et appuyez sur EXPR= (ENTER). Pour une expression ou un programme, plus le résultat (Expr:) est proche de 0, et pour une équation, plus les deux résultats (Left: et Right:) sont proches l'un de l'autre, plus il est probable que SOLVE ait trouvé une racine. Faites appel au bon sens pour interpréter ces résultats.
 - □ Tracez 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.
 - □ Vérifiez l'état des indicateurs qui détectent les erreurs mathématiques (voir annexe B). Par exemple, l'indicateur -25 désigne un dépassement de capacité.

Si l'application SOLVE ne parvient pas à un résultat, elle affiche un message en indiquant la raison:

Bad Guess(es)

Une ou plusieurs des estimations initiales figurent hors du domaine de l'équation, ou les unités de l'inconnue ne sont pas homogènes avec celles des autres variables. En conséquence, lorsque l'évaluation de l'équation a eu lieu, elle n'a pas fourni un nombre réel ou elle a généré une erreur.

Constant?

La valeur de l'équation est la même pour chacun des points échantillonnés.

Options de résolution

Pour afficher l'extracteur de racines pendant le déroulement du processus:

- 1. Immédiatement après avoir appuyé sur SOLVE pour lancer l'extracteur de racines, appuyez sur (ENTER). Deux estimations intermédiaires et le signe de l'expression évaluée pour chacune d'elles (placé à gauche de chaque estimation) s'affichent.
 - -.219330555745
 - + -1.31111111149

L'examen des estimations intermédiaires fournit des indications sur la progression de l'extracteur, par exemple s'il a trouvé

une inversion de signe (les estimations ont des signes opposés), s'il y a convergence vers un maximum ou un minimum local (les estimations ont le même signe), ou s'il n'y pas du tout de convergence. Dans ce dernier cas, vous pouvez interrompre l'extracteur et recommencer avec une nouvelle estimation.

Pour arrêter et relancer l'extracteur de racines :

- 1. Pendant que l'extracteur de racines est actif, appuyez sur CANCEL. Il s'arrête et affiche l'estimation intermédiaire en cours dans le champ de la variable inconnue.
- 2. Pour le relancer, procédez de l'une des façons suivantes :
 - Appuyez sur SOLVE pour redémarrer au point où vous vous êtes arrêté.
 - Saisissez une nouvelle estimation dans le champ de la variable inconnue et appuyez sur SOLVE pour relancer la recherche de l'extracteur dans une région différente.

Pour utiliser des unités pendant la résolution pour une variable inconnue :

- 1. Pour stocker une valeur avec des unités dans une variable, saisissez l'objet-unité dans le champ de la variable considéré. Les unités doivent être cohérentes pour toutes les variables, y compris la variable inconnue, afin que la résolution soit possible (sinon vous obtenez le message d'erreur Bad Guess).
- 2. Pour changer la valeur d'une variable et garder les anciennes unités, entrez uniquement le nombre.
- 3. Pour obtenir une solution avec les unités, saisissez une estimation pour la variable inconnue en incluant les unités voulues avant d'appuyer sur SOLVE.

Pour modifier l'ordre d'apparition des variables :

- Depuis l'écran principal SOLVE EQUATION, appuyez sur VARS et procédez de l'une des façons suivantes :
 - Appuyez sur EDIT, modifiez l'ordre des variables de la liste et appuyez sur ENTER.
 - Appuyez sur ♠ (}), tapez les variables dans l'ordre de votre choix et appuyez sur ENTER).
- 2. Appuyez sur OK pour enregistrer les modifications et revenir à l'écran SOLVE. Les variables s'affichent dans le nouvel ordre.

SOLVR: un autre environnement de calcul

Les calculateurs de la série HP 48G disposent d'un autre environnement pour la résolution des équations, semblable à celui qui était disponible sur les modèles précédents, les HP 48S et HP 48SX. Cet environnement, SOLVR, emploie le même extracteur de racines intégré que l'application SOLVE, mais il vous permet, parallèlement, de visualiser et d'utiliser la pile.

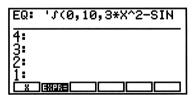
Si les méthodes de résolution des équations sont similaires, les procédures utilisées diffèrent quelque peu.

Pour saisir l'équation à résoudre :

- 1. Placez l'équation (ou le programme correctement désigné) au niveau 1 de la pile. Vous pouvez la saisir dans la ligne de commande ou dans EquationWriter, ou encore la rappeler depuis une variable.
- 2. Appuyez sur (SOLVE) ROOT.
- 3. Appuyez sur (ou tapez STEQ et appuyez sur (ENTER) pour que l'équation du niveau 1 devienne l'équation en cours.

Pour entrer dans l'environnement SOLVR :

■ Appuyez sur ⑤ SOLVE ROOT SOLVE pour accéder à l'environnement SOLVR. Les variables de l'équation en cours s'affichent, sous la forme de libellés de menu blancs, en bas de l'écran et l'équation en cours (stockée dans EQ:) en haut de l'écran. Par exemple :



Pour saisir des valeurs de variables connues à l'aide de SOLVR :

- 1. Si besoin est, accédez à l'environnement SOLVR.
- 2. Tapez la valeur de la variable connue et appuyez sur la touche de menu correspondant au libellé de menu blanc de la variable.

Pour rappeler la valeur d'une variable connue :

■ Appuyez sur → , puis sur la touche de menu correspondant au libellé de menu blanc de la variable.

Pour calculer une variable inconnue dans l'environnement SOLVR :

- 1. Vérifiez que toutes les variables connues contiennent des valeurs.
- 2. Facultatif: saisissez une estimation pour la variable inconnue et appuyez sur la touche de menu blanche de cette variable.
- 3. Appuyez sur , puis sur la touche de menu blanche de la variable inconnue. Le résultat identifié est renvoyé au niveau 1 de la pile et un message d'interprétation s'affiche en haut de l'écran.
- 4. Facultatif: appuyez sur EXPR= pour évaluer l'équation en cours en utilisant la nouvelle valeur calculée de la variable inconnue. Voir "Interprétation des résultats", page 18-3 pour de plus amples informations sur l'interprétation des résultats de l'extracteur de racines.

Options de résolution supplémentaires dans l'environnement SOLVR

Outre un environnement différent pour calculer les racines des équations, des expressions ou des programmes, SOLVR offre plusieurs options non disponibles dans l'application SOLVE.

Pour résoudre séquentiellement une série d'équations à l'aide de SOLVR :

- Saisissez les équations dans la pile dans l'ordre de la résolution.
 Commencez par celle qui ne contient qu'une variable inconnue. Il se
 peut que les équations suivantes commencent par d'autres variables
 inconnues. Mais elles ne devraient en avoir plus qu'une après la
 résolution des équations précédentes.
- 2. Appuyez plusieurs fois sur **(A)** jusqu'à ce que le pointeur de la pile désigne la première équation à résoudre.
- 3. Appuyez sur *LIST (ENTER) pour regrouper les équations dans une liste.
- 4. Appuyez sur SOLVE ROOT Dour stocker la liste dans EQ comme "équation" en cours.
- 5. Accédez à l'environnement SOLVR, saisissez les valeurs dans les variables connues et résolvez pour l'inconnue de la première équation comme s'il s'agissait d'une seule équation.

- 6. Appuyez sur NXEQ (appuyez éventuellement plusieurs fois sur (NXT) s'il existe de nombreuses variables), afin que l'équation suivante dans la liste devienne l'équation en cours. Les équations sont permutées dans la liste : la première devient la dernière, la deuxième passe au premier rang, la troisième au deuxième rang, etc.
- 7. Entrez les autres valeurs connues et résolvez l'équation pour la variable inconnue restante.
- 8. Répétez les étapes 6 et 7 jusqu'à résolution complète pour toutes les inconnues de la série d'équations.

Vous pouvez également, pour ce type d'opération, utiliser le Solver d'équations multiples (voir page 25-7).

Pour personnaliser le menu SOLVR :

1. Saisissez une liste Solver au niveau 1 de la pile. La syntaxe est € équation € définitions-touches > >, où :

équation

Spécifie l'équation. Il peut s'agir d'une équation ou d'une expression (avec délimiteurs '), d'un objet-programme (avec délimiteurs «») ou du nom d'une équation, d'une expression ou d'un programme.

définitions-touches

Spécifie les touches de menu, chaque saisie définissant une touche. Il peut s'agir de noms de variable ou d'autres types d'objets. Les noms de variables s'affichent sous forme de libellés de menu blancs, les autres objets sous forme de libellés de menu noirs. Pour inclure un programme exécutable, tapez son nom sous la forme d'une sous-liste du type { " $libell\acute{e}$ " « nom»).

2. Appuyez sur (SOLVE) ROOT (pour que l'équation de cette liste devienne l'équation en cours et pour afficher le menu SOLVR personnalisé.

Exemple: L'équation $I=2\pi^2f^2\rho va^2$ calcule l'intensité d'une onde sonore. Supposons que vous calculiez systématiquement la valeur de ρ et que vous la stockiez dans la variable correspondante avant d'utiliser cette équation, et que, pour cette raison, vous désiriez éliminer ρ du menu SOLVR. Supposons, de plus, que vous vouliez disposer de la commande IP dans le menu SOLVR, afin de stocker des 18

valeurs entières dans les variables. La liste Solver suivante inclut deux touches supplémentaires : une touche vierge et une autre qui exécute IP (partie entière) et qui supprime ρ .

{
$$'I=2*\pi^2*f^2*p*v*a^2'$$
 { I f v a { } IP } }

Cette liste, une fois stockée dans EQ, crée le menu suivant de variables et de fonctions :

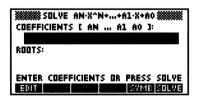


Calcul de toutes les racines d'un polynôme

Un polynôme symbolique, tel que $x^3 + 4x^2 - 7x + 9$, peut également être exprimé sous la forme du vecteur de ses coefficients : [1 4 -7 9]. Il est alors possible d'appliquer des techniques numériques très efficaces pour calculer un vecteur contenant ses racines.

Pour utiliser l'extracteur de racines des polynômes :

■ Appuyez sur (►) (SOLVE) (▼) ①K .



Pour calculer toutes les racines d'un polynôme :

- 1. Ouvrez l'extracteur de racines des polynômes.
- 2. Mettez en valeur le champ COEFFICIENTS (si nécessaire).
- 3. Saisissez le polynôme sous la forme de coefficients. Utilisez soit la ligne de commande (n'oubliez pas les délimiteurs []), soit MatrixWriter. Notez que le premier élément du vecteur doit être le coefficient du terme d'ordre le plus élevé et le dernier celui de la constante. N'oubliez pas d'inclure des zéros là où des termes

- "manquants" (puissances non représentées) figurent dans le polvnôme.
- 4. Mettez en valeur le champ ROOTS: et appuyez sur SOLVE. Un tableau complexe de racines s'affiche dans le champ ROOTS: et une copie identifiée est renvoyée dans la pile.

Pour calculer un polynôme à partir d'un ensemble de racines :

- 1. Ouvrez l'extracteur de racines des polynômes.
- 2. Mettez en valeur le champ ROOTS: (si nécessaire).
- 3. Saisissez l'ensemble des racines sous la forme d'un vecteur. N'oubliez pas que si l'une des racines est complexe, vous devez les entrer toutes sous forme complexe (les racines réelles sont saisies sous la forme ($r\acute{e}el$, \emptyset).
- 4. Mettez en valeur le champs COEFFICIENTS et appuvez sur SOLVE.

Pour évaluer un polynôme à une valeur donnée :

- 1. Saisissez le polynôme dans la pile sous forme de coefficients.
- 2. Saisissez la valeur donnée pour laquelle vous voulez évaluer ce polvnôme.
- 3. Appuyez sur (SOLVE) POLY PEVAL.

Pour convertir un polynôme sous forme de coefficients en syntaxe algébrique:

- 1. Ouvrez l'extracteur de racines des polynômes.
- 2. S'il ne contient pas déjà le polynôme sous forme de coefficients. entrez-le dans le champ COEFFICIENTS.
- 3. Mettez en valeur le champ COEFFICIENTS et appuyez sur SYMB. Le polynôme symbolique est renvoyé dans la pile avec X comme variable.

Résolution d'un système d'équations linéaires

Le HP 48 permet de résoudre un système d'équations linéaires. Pour créer le système, vous pouvez choisir parmi les équations stockées ou les saisir directement.

Lorsque vous résolvez un système d'équations, n'oubliez pas qu'il est possible de le représenter sous la forme d'une matrice $\mathbf{A} \cdot \mathbf{X} = \mathbf{B}$:

Système d'équation

Matrice

Le HP 48 utilise cette représentation pour résoudre les systèmes d'équations linéaires de manière rapide et efficace.

Pour résoudre un système d'équations linéaires :

- 1. Appuyez sur SOLVE (algorithme de résolution) de systèmes d'équations linéaires.
- 2. Saisissez la matrice des coefficients dans le champ A:. Vous pouvez utiliser MatrixWriter ou la ligne de commande.
- 3. Saisissez le tableau des constantes dans le champ B:.
- 4. Si besoin est, mettez en valeur le champ X: et appuyez sur SOLVE. Le tableau-résultat (de mêmes dimensions que celui des constantes B) s'affiche dans le champ X: et une copie identifiée est placée dans la pile.
- 5. Facultatif: appuyez sur EDIT pour visualiser le résultat dans MatrixWriter.

Le Solver d'équations linéaires renvoie un tableau-résultat pour les systèmes suivants :

- Systèmes exactement déterminés. Le nombre d'équations est égal au nombre de variables indépendantes du système. Le résultat renvoyé est exact (dans les limites de précision du HP 48), dès lors que la matrice des coefficients n'est pas mal conditionnée (voir "Matrices singulières et mal conditionnées", page 14-17).
- Systèmes sur-déterminés. Le nombre d'équations est supérieur au nombre de variables du système. Dans ce cas, il n'y a pas

- de solution exacte et le calculateur renvoie la meilleure solution (moindres carrés).
- Systèmes sous-déterminés. Le nombre d'équations est inférieur au nombre de variables indépendantes du système. Dans ce cas, il y a généralement un nombre infini de solutions et le calculateur renvoie la norme euclidienne minimale.

Attention à la nature du système linéaire que vous résolvez car elle influence la façon dont vous devez interpréter le tableau-résultat. Dans certains cas, il est souhaitable de vérifier l'éventuelle présence d'une matrice mal conditionnée (voir page 14-17) avant d'accepter comme "vraie" une solution, même exacte.

Un autre moyen de tester la validité d'une réponse est de calculer le résidu de la solution. Les solutions précises ont des résidus proches de zéro.

Pour calculer le résidu $(A \cdot X - B)$ d'une solution :

- 1. Vérifiez que le tableau de la solution calculée est au niveau 1 de la pile et appuyez sur (ENTER) pour le copier.
- 2. Entrez le tableau des constantes (B) dans la pile.
- 3. Entrez la matrice des coefficients (A).
- 4. Appuyez sur (STACK) ROT pour ramener le tableau de la solution au niveau 1.
- 5. Appuyez sur (SOLVE) SYS RSD pour calculer le résidu.

Voir 14-19 pour de plus amples informations sur la vérification de la précision d'une solution.

Application Finance Solver

L'application Finance Solver propose des fonctions permettant de calculer la valeur de rendement de l'argent (Time-Value-of-Money, ou TVM). Vous l'utiliserez pour tout calcul d'actualisation ou de capitalisation (intérêts composés) et d'amortissement.

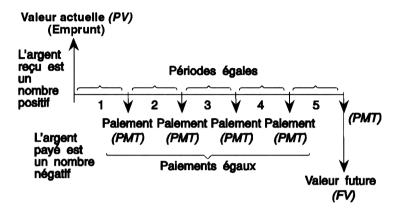
Les intérêts composés résultent de l'ajout au capital des intérêts créditeurs acquis sur des périodes de composition spécifiées, plus l'intérêt généré par ce montant composé. De nombreux calculs financiers portent sur des intérêts composés, par exemple les comptes d'épargne, les hypothèques, les fonds de retraite, les loyers et les annuités d'emprunts.

Les calculs relatifs à la valeur de rendement de l'argent (TVM) font intervenir la notion selon laquelle "le temps c'est de l'argent", à savoir qu'une somme d'argent aujourd'hui vaut plus qu'à un moment quelconque de l'avenir. Ainsi, vous pouvez investir un franc aujourd'hui et en obtenir un revenu que ce même franc, demain, ne pourra pas fournir. Le principe TVM régit les notions de taux d'intérêts, d'intérêts composés et de taux de rendement.

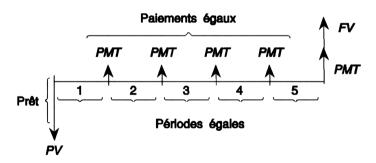
Il est possible de représenter et de comprendre les transactions TVM en utilisant des diagrammes de flux financiers. Un diagramme de flux est constitué d'une ligne, représentant le temps, divisée en segments égaux représentant les périodes de composition. Les flux financiers sont représentés par des flèches. L'argent reçu est indiqué par une flèche verticale dirigée vers le haut (nombre positif) et l'argent versé par une flèche dirigée vers le bas (nombre négatif).

Le diagramme des flux financiers d'une transaction dépend du point de vue que vous adoptez pour poser le problème. Par exemple, un prêt constitue un flux financier initial positif pour l'emprunteur, mais un flux initial négatif pour le prêteur.

Le diagramme suivant représente un prêt du point de vue de *l'emprunteur*.

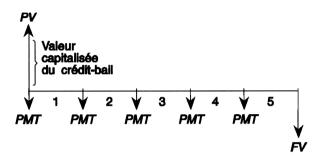


Le diagramme suivant représente un prêt du point de vue du prêteur.

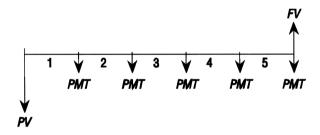


De plus, les diagrammes de flux financiers indiquent le moment où les paiements sont effectués par rapport aux périodes de composition : au début ou à la fin de chaque période. L'application Finance Solver gère ces deux modes d'échéance.

Le diagramme de flux financiers suivant représente des paiements de crédit-bail effectués au $d\acute{e}but$ de chaque période.



Le diagramme suivant représente des dépôts effectués sur un compte à la fin de chaque période.



Comme le montrent les diagrammes précédents, il y a cinq variables TVM:

Ы Le nombre total de périodes de composition ou de

paiements.

I2YR Le taux d'intérêt annuel nominal (ou taux de

> rendement). Ce taux est divisé par le nombre de paiements par an (P/YR), ce qui donne le taux d'intérêt par période de composition correspondant

au taux d'intérêt utilisé dans les calculs TVM.

PΨ La valeur actuelle du flux initial. Pour un prêteur

ou un emprunteur, PV est le montant du prêt. Pour un investisseur, PV est le placement initial. PV apparaît toujours au début de la première période.

PMT Le montant des paiements périodiques. Ils sont de

> même montant pour chaque période et le calcul TVM suppose qu'aucun paiement n'est omis. Ils peuvent être effectués au début ou à la fin de chaque période de composition. Vous décidez vous-même de cette option en définissant le mode de paiement à

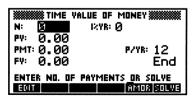
Beg ou End.

F۷ La valeur future de la transaction : montant du

flux final ou valeur composée de l'ensemble des flux précédents. Pour un prêt, il s'agit du montant du remboursement libératoire du capital (effectué après les versements périodiques contractuels). Pour un placement, il s'agit de la valeur financière d'un investissement à la fin de la période d'investissement.

Pour effectuer un calcul TVM:

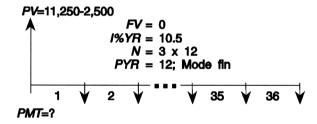
1. Appuyez sur (SOLVE DK pour lancer l'application Finance Solver.



Application Finance Solver

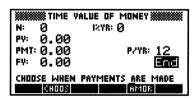
- 2. Mettez en valeur une variable TVM, tapez la valeur adéquate et appuyez sur ENTER. Vérifiez que des valeurs sont saisies pour au moins quatre des cinq variables TVM.
- 3. Si besoin est, saisissez une valeur différente pour PYYR.
- 4. Facultatif : appuyez sur +/- pour changer de mode d'échéance (Beg ou End).
- 5. Mettez en valeur la variable TVM pour laquelle vous voulez résoudre et appuyez sur SOLVE.

Exemple: Vous financez l'achat d'une voiture de 11 250 francs par un emprunt sur 3 ans à un taux d'intérêt annuel de 10,5 %, composé mensuellement, avec un apport de 2500 francs. Quels sont vos versements mensuels? Quel est le prêt maximum auquel vous pouvez prétendre sachant que vous avez l'intention de verser 225 francs par mois, et que les versements commencent à la fin de la première période?

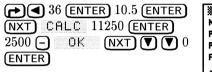


Etape 1: Ouvrez le Finance Solver. Vérifiez qu'il y a 12 versements par an (mensuels) et qu'ils s'effectuent à la fin de chaque période de composition.





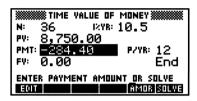
Etape 2 : Saisissez les variables TVM connues. Veillez à définir la variable FV à 0, car l'emprunt est entièrement remboursé au bout de 3 ans (3 × 12 versements).





Etape 3: Résolvez pour le versement mensuel.

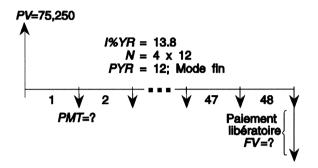




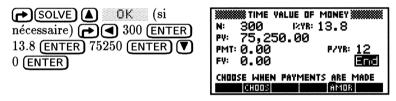
Etape 4: Tapez -225.00 pour le versement et résolvez pour PV, afin de connaître le montant de l'emprunt auquel vous pouvez prétendre.

225 **+/_** ENTER **A** SOLVE

Exemple: Prêt hypothécaire avec remboursement anticipé. Pour acheter une maison, vous avez emprunté 75 250 francs sur 25 ans au taux d'intérêt annuel de 13.8 %. Vous pensez revendre votre maison au bout de 4 ans et rembourser le prêt de manière anticipée. Calculez le montant du paiement anticipé, c'est-à-dire la valeur du prêt après 4 ans de versements.



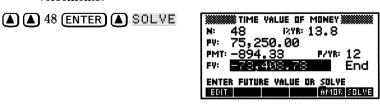
Etape 1: Si besoin est, ouvrez le Finance Solver et saisissez les valeurs des variables TVM connues.



 $\it Etape~2$: Calculez le versement mensuel pour le prêt sur 25 ans.



Etape 3 : Calculez le versement libératoire requis après 4 ans de versements.



Calculs d'amortissement

Les calculs d'amortissement, qui utilisent aussi les variables TVM. permettent de déterminer le capital et les intérêts correspondant à un paiement ou à une série de paiements.

Pour calculer l'amortissement :

- 1. Choisissez le mode d'affichage en fonction de la précision souhaitée, par exemple le mode 2 Fix.
- 2. Lancez le Finance Solver.
- 3. Vérifiez et définissez les conditions TVM suivantes :
 - Nombre de paiements par an.
 - Echéance en début ou en fin de chaque période.
- 4. Stockez les valeurs des quatre variables TVM : I%YR, PV, PMT, et FV. Ces variables définissent l'échéancier des paiements. (Vous pouvez les calculer à l'aide du menu TVM.)
- 5. Appuyez sur HMOR et entrez le nombre de paiements à amortir.
- 6. Appuyez sur AMOR pour amortir cette série de paiements. Vous voyez s'afficher les intérêts, le capital et le solde une fois cette série de paiements amortie.

Pour poursuivre l'amortissement du prêt :

- 1. Appuyez sur B+PV pour stocker dans FV le nouveau solde après l'amortissement précédent.
- 2. Entrez le nombre de paiements à amortir dans la nouvelle série.
- 3. Appuyez sur AMOR.
- 4. Répétez les étapes 1 à 3 aussi souvent que nécessaire.

Pour amortir une série de paiements futurs en commencant au paiement p:

- 1. Calculez le solde de l'emprunt au paiement p-1.
- 2. Stockez le nouveau solde dans la variable PV en utilisant $B \rightarrow PV$.
- 3. Amortissez en commençant à la nouvelle valeur de PV.

L'opération de calcul de l'amortissement lit les valeurs dans les variables TVM, arrondit les nombres obtenus dans PV et PMT en fonction du mode d'affichage en cours, puis calcule l'amortissement avec le même arrondi. Les variables d'origine ne sont pas modifiées, sauf PV, mise à jour par B+PV après chaque amortissement.

Le calculateur HP 48 permet de résoudre, y(t), une équation différentielle du type y'(t) = f(t,y), où la valeur initiale de la solution est $y(t_0) = y_0$.

Résolution d'équations différentielles

L'algorithme de résolution (Solver) des équations différentielles fait partie de l'application SOLVE.

Pour utiliser le Solver d'équations différentielles :

- 1. Appuyez sur SOLVE.
- 2. Sélectionnez Solve diff eq....



Cet écran contient les libellés de menu et les champs suivants :

F: Contient le membre droit de l'équation différentielle à résoudre.

INDEP: Spécifie la variable indépendante. (X par défaut.)

INIT: Contient la valeur initiale de la variable indépendante (t_0) . La valeur initiale de la variable indépendante doit correspondre à celle de la variable solution : $y(t_0) = y_0$.

19

FINAL: Contient la valeur finale de la variable indépendante, t_{FINAL} . Vous cherchez à résoudre l'équation suivante

 $y(t_{\text{FINAL}}) = (inconnue).$

SOLN: Spécifie la variable solution. (Y par défaut.)

INIT: Contient la valeur initiale de la variable solution

 $(y_0 = y(t_0)).$

FINAL: Contient la valeur finale de la variable solution. Ceci

correspond à l'équation que vous cherchez à résoudre. Vous ne pouvez pas saisir de valeur dans ce champ.

TOL: Contient le niveau acceptable d'erreur absolue. Dans un

modèle physique, sélectionnez la tolérance adaptée à la

précision des données. (0.0001 par défaut.)

STEP: Contient le pas initial utilisé pour calculer la solution. Le

calculateur utilise la méthode Runge-Kutta-Fehlberg pour déterminer y_{FINAL} . Cette méthode calcule la solution en progressant automatiquement d'un point à un autre, tout

en maintenant la précision à chaque point.

_STIFF: Sélectionne le Solver STIFF (résolution d'équations

raides).

EDIT Permet de modifier un champ.

CHOOS Permet de sélectionner une variable.

INIT+ Remplace les valeurs initiales par les valeurs finales en

cours. Utilisez cette option pour calculer la solution en un autre point avec la solution en cours comme point de

départ.

SOLVE Résolution de l'équation différentielle.

Résolution d'un problème à valeur initiale standard

Les problèmes à valeur initiale standard sont des équations différentielles qui ne nécessitent pas l'intervention du Solver STIFF. Pour le vérifier, tracez la courbe de l'équation avant de la résoudre. Si le traçage est très lent, il peut s'agir d'une équation raide; dans ce cas vous devez utiliser le Solver STIFF.

Pour résoudre un problème à valeur initiale standard :

- 1. Saisissez une équation ou appuyez sur CHOOS pour en sélectionner une.
- 2. Spécifiez la variable indépendante.
- 3. Entrez la valeur initiale de la variable indépendante.
- 4. Entrez la valeur finale de la variable indépendante.
- 5. Spécifiez la variable solution.
- 6. Saisissez la valeur initiale pour la variable solution.
- 7. Entrez une tolérance d'erreur acceptable.
- 8. Facultatif: indiquez une taille de pas. Généralement, l'algorithme calcule un pas adéquat.
- 9. Appuvez sur SOLYE.

Exemple: Résolvez cette équation pour y(1) étant donné que y(0) = 2:

$$y' = t + y$$





Quel est le degré de précision de la réponse ? La solution générale de l'équation différentielle :

$$y' = t + y$$

est:

$$y = ce^t - t - 1$$

où c est une constante arbitraire. Les conditions initiales données étaient $2 = ce^0 - 0 - 1$. Après le calcul de c et son intégration dans la solution générale, l'équation de solution est :

$$y = 3e^t - t - 1$$

Le calcul de y(1) renvoie 3e - 1 - 1 = 6.15484548538. En comparant les résultats, vous constatez qu'il y a une erreur d'environ 0.000068, qui satisfait à la tolérance spécifiée de 0.0001.

Résolution d'un problème à valeur initiale raide

Certaines équations différentielles semblent ne pas pouvoir être résolues. Si c'est le cas, il se peut que les équations soient raides. Utilisez le Solver STIFF.

Pour utiliser le Solver STIFF:

- 1. Appuyez sur (SOLVE)
- 2. Sélectionnez Solve diff eq....
- 3. Mettez _STIFF en valeur et appuyez sur ✔CHK



Cet écran contient les champs complémentaires suivants :

 $\partial F \partial Y$: La dérivée partielle par rapport à y de l'expression dans

F:.

 $\partial F \partial T$: La dérivée partielle par rapport à t de l'expression dans

F:

Pour résoudre un problème à valeur initiale raide :

- 1. Mettez en valeur STIFF et appuyez sur VCHK.
- 2. Saisissez une équation ou appuyez sur CHOOS pour en sélectionner une déjà en mémoire.
- 3. Entrez les dérivées partielles de l'équation par rapport à y et t (ou appuyez sur CHOOS pour les sélectionner si elles sont en mémoire).
- 4. Spécifiez la variable indépendante.
- 5. Saisissez la valeur initiale de la variable indépendante.
- 6. Saisissez la valeur finale de la variable indépendante.
- 7. Spécifiez la variable solution.
- 8. Saisissez la valeur initiale de la variable solution.
- 9. Indiquez une tolérance d'erreur acceptable.

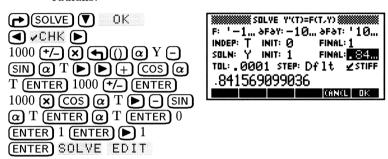
19

- 10. Facultatif: indiquez une taille de pas. Il est généralement préférable d'accepter le pas calculé par défaut.
- 11. Appuyez sur SOLVE.

Exemple: Résolvez cette équation pour y(1) sachant que y(0) = 1:

$$y' = -1000 * (y - sin(t)) + cos(t)$$

Cet exemple suppose que le calculateur est en mode radians.



La résolution du problème prend environ une minute. (Si vous aviez utilisé la méthode standard, elle en aurait pris plus de cinq).

Quel est le degré de précision de la réponse ? Avec les conditions initiales données, la solution est :

$$y = e^{-1000t} + \sin(t)$$

La résolution de y(1) donne $e^{-1000} + \sin(1) = 0.841470984808$. En comparant les résultats, vous constatez une erreur d'environ 0.000098, ce qui satisfait à la tolérance spécifiée de 0.0001.

Résolution d'une équation différentielle sous forme vectorielle

Vous pouvez utiliser des équations sous forme vectorielle pour résoudre des équations différentielles de second ordre (ou plus) en fonction de deux ou plusieurs valeurs initiales.

Une autre façon d'écrire l'équation de second ordre suivante :

$$y'' = a_1(t)y' + a_0(t)y + g(t)$$

est:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{y'} \end{bmatrix}' = \begin{bmatrix} \mathbf{0} & \mathbf{1} \\ \mathbf{a}_0(\mathbf{t}) & \mathbf{a}_1(\mathbf{t}) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{y'} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{0} \\ \mathbf{1} \end{bmatrix} g(t)$$

Vous pouvez remplacer $\begin{bmatrix} y \\ y' \end{bmatrix}$ par w, $\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ a_0(t) & a_1(t) \end{bmatrix}$ par fw, et $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ c de sorte que

$$w' = fw * w + c * g(t)$$

soit une équation différentielle de premier ordre.

Exemple: Résolvez cette équation pour w(1) sachant que y(0) = 0 et y'(0) = 0 (w(0) = [0, 0]):

$$y'' = .5y' + .5y + .5t + 1$$

Etape 1 : Convertissez l'équation en une équation de premier ordre :

$$\begin{bmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{y'} \end{bmatrix}' = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ .5 & .5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{y'} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} (.5t+1)$$

Etape 2: Stockez les valeurs dans fw ($\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ .5 & .5 \end{bmatrix}$) et c ($\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$):

Etape 3: Saisissez l'équation et les valeurs initiales, indiquez w pour la variable solution et résolvez pour w(1):

SOLVE V OK

(a) G FW
$$\times$$
 W $+$ C \otimes \times

(b) (c) \cdot 5 \times \otimes T $+$ 1

(enter) (a) T enter 0 enter 1

(enter) (a) Spc 0 enter Solve

Appuyez sur EDIT pour visualiser le vecteur w(1) obtenu : [.718262064225 1.71826206422]. La première valeur est y(1), la seconde est y'(1).

Quel est le degré de précision de la réponse ? Les équations initiales sont :

$$y = e^t - t - 1$$

et:

$$y' = t + y$$

L'évaluation des équations à 1 et la comparaison des résultats vous montrent l'existence d'une erreur d'environ 0.0000198, ce qui satisfait parfaitement à la tolérance spécifiée de 0.0001.

Tracé des solutions d'équations différentielles

Vous pouvez tracer la solution d'un problème à valeur initiale en sélectionnant l'option adéquate dans le masque PLOT.



Cet écran contient les champs et les libellés de menu suivants :

TYPE: Type de tracé (doit être Diff Eq).

∡: Mode d'angle.

F: Membre droit de l'équation à tracer.

INDEP: Variable indépendante. (X par défaut.)

INIT: Valeur initiale de la variable indépendante (t_0) .

FINAL: Valeur finale de la variable indépendante.

SOLN: Variable solution. (Y par défaut.)

INIT: Valeur initiale de la variable solution.

STIFF: Sélectionne le tracé du Solver STIFF.

EDIT Permet de modifier un champ.

CHOOS Permet de sélectionner une variable.

OPTS Permet de définir les variables de traçage.

ERASE Efface les tracés précédents.

DRHU Génère le tracé.

Appuyez sur OPTS pour afficher les options disponibles :



Cet écran contient les champs suivants :

TOL: Tolerance d'erreur acceptable.

STEP: Taille du pas.

_AXES Tracé des axes ou non.

H-VAR: Variable tracée sur l'axe horizontal.

V-VAR: Variable tracée sur l'axe vertical.

H-VIEW: Portion de l'axe horizontal que vous voulez voir.

V-VIEW: Portion de l'axe vertical que vous voulez voir.

H-TICK: Intervalle de graduation de l'axe horizontal.

V-TICK: Intervalle de graduation de l'axe vertical.

_PIXELS Intervalle de graduation en unités-utilisateur ou en pixels.

Pour tracer un problème à valeur initiale standard :

- Saisissez une équation ou appuyez sur <u>CHOOS</u> pour en sélectionner une.
- 2. Spécifiez la variable indépendante.
- 3. Entrez la valeur initiale de la variable indépendante.
- 4. Entrez la valeur finale de la variable indépendante.

19-8 Equations différentielles

- 5. Spécifiez la variable solution.
- 6. Entrez la valeur initiale de la variable solution.
- 7. Définissez les options souhaitées, dont les paramètres de visualisation.
- 8. Appuyez sur ERASE DRAW.

Exemple: Tracez le graphe y' = t + y, y(0) = 2, sur l'intervalle [0, 1].

Etape 1: Sélectionnez le mode PLOT Diff Eq. saisissez l'équation, définissez la variable indépendante à T et fixez les valeurs initiales et finale:





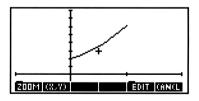
Etape 2: Définissez l'affichage horizontal dans une plage de -1 à 2, l'affichage vertical dans une plage de -2 to 8 et un intervalle de graduation d'une unité-utilisateur :





Etape 3: Dessinez le graphe.

OK ERASE DRAW



Vous constatez que y(1) est environ égal à 6. Cette valeur coïncide avec le résultat du premier exemple fourni dans ce chapitre.

Tracé d'une équation différentielle raide (stiff)

Utilisez le mode de tracé STIFF lorsque les équations sont longues à tracer ou qu'elles sont tracées de façon irrégulière. Dans ce cas, vous devez indiquer les dérivées partielles de l'équation.

Pour utiliser la fonction de tracé STIFF :

- 1. Appuyez sur (PLOT)
- 2. Sélectionnez Diff Eq.
- 3. Mettez _STIFF en valeur et appuyez sur ✔CHK



Cet écran présente les mêmes éléments que le tracé standard, plus les champs suivant :

 $\partial F \partial Y$: Dérivée partielle par rapport à y de l'expression dans F:.

 $\exists F \exists T$: Dérivée partielle par rapport à t de l'expression dans F:.

Pour tracer un problème à valeur initiale en mode STIFF :

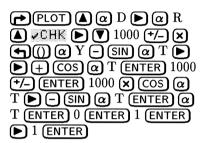
- 1. Sélectionnez STIFF.
- 2. Saisissez une équation ou appuyez sur CHOOS pour en sélectionner une.
- Saisissez les dérivées partielles de l'équation par rapport à y et t (ou appuyez sur CHOOS pour les sélectionner si elles sont déjà en mémoire).
- 4. Spécifiez la variable indépendante.
- 5. Saisissez la valeur initiale de la variable indépendante.
- 6. Entrez la valeur finale de la variable indépendante.
- 7. Spécifiez la variable solution.
- 8. Entrez la valeur initiale de la variable solution.
- 9. Définissez les options voulues, dont les paramètres de visualisation.
- 10. Appuyez sur ERASE DRAW.

19

Exemple: Tracez l'équation suivante sachant que y(0) = 1:

$$y' = -1000 * (y - sin(t)) + cos(t)$$

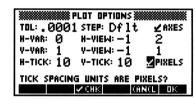
Etape 1: Sélectionnez STIFF, le mode radians, saisissez la fonction, les dérivées partielles et les valeurs initiales :





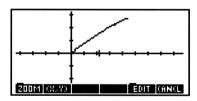
Etape 2: Définissez l'affichage horizontal dans une plage de -1 à 2, l'affichage vertical dans une plage de -1 à 1 et un intervalle de graduation de 10 pixels :





Etape 3: Dessinez le graphe.

OK ERASE DRAW



Tracé d'une courbe intégrale pour une solution vectorielle

Le HP 48 permet aussi de tracer des équations sous forme vectorielle et de sélectionner la valeur vectorielle à tracer sur un axe donné. Comme nous l'avons vu plus haut, une autre façon décrire l'équation du second ordre :

$$y'' = a_1(t)y' + a_0(t)y + g(t)$$

est:

$$w' = fw * w + c * g(t)$$

où
$$w$$
 est $\begin{bmatrix} y \\ y' \end{bmatrix}$, fw est $\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ a_0(t) & a_1(t) \end{bmatrix}$ et c est $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$.

La condition initiale $y'(t_0) = y_0$ et $y(t_0) = y_1$ peut s'écrire $w'(t_0) = [y_0 \ y_1]$. Il s'agit d'une condition initiale de forme vectorielle.

Exemple: Tracez l'équation suivante pour w(1) sachant que y(0) = 0 et y'(0) = 0 (w(0) = [0 0]):

$$y'' = .5y' + .5y + .5t + 1$$
 où $y(0) = 0$ et $y'(0) = 0$ ($w(0) = [0\ 0]$).

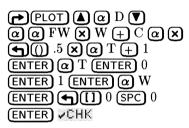
Etape 1 : Convertissez l'équation en équation de premier ordre :

$$\begin{bmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{y'} \end{bmatrix}' = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ .5 & .5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{y'} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} (.5t + 1)$$

Etape 2: Stockez les valeurs dans fw et c.

19

Etape 3: Saisissez l'équation et les valeurs initiales, définissez la variable solution à w.





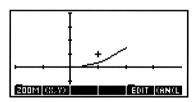
Etape 4: Définissez l'affichage horizontal dans une plage de -1 à 2, l'affichage vertical dans une plage de -1 à 2 et un intervalle de graduation de 0,5 unité-utilisateur.





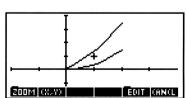
Etape 5: Dessinez le graphe.

OK ERASE DRAW



Etape 6: Redessinez le graphe avec la seconde solution vectorielle tracée sur l'axe vertical.





Calcul différentiel et manipulation symbolique

Intégration

Vous pouvez calculer l'intégrale symbolique d'expressions possédant des primitives connues (intégrales indéfinies). Vous pouvez aussi estimer la valeur numérique de ces intégrales et d'autres également.

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 obtenir l'approximation.

Pour calculer la valeur d'une intégrale en utilisant des limites numériques :

- 1. Appuyez sur (*) (SYMBOLIC) UK pour ouvrir le masque INTEGRATE.
- 2. Dans le champ EXPR:, saisissez l'expression à intégrer (sans le symbole de l'intégrale).
- 3. Saisissez la variable d'intégration dans le champ VAR:.
- 4. Saisissez les limites d'intégration dans les champs LO: et HI:. S'il s'agit d'une intégration numérique, ces limites doivent être soit des nombres soit des expressions algébriques qui donnent un résultat numérique.
- 5. Vérifiez que Numeric figure dans le champ RESULT (appuyez sur (+/-), si nécessaire). Si tel est le cas, le champ NUMBER FORMAT s'affiche. Ce champ est important car le format d'affichage des nombres détermine le facteur de précision de l'intégration numérique.



Ecran INTEGRATE (numérique)

- 6. Définissez le format d'affichage des nombres pour indiquer le facteur de précision voulu pour le calcul. Le format Std fournit le facteur de précision le plus élevé (et donc le temps de calcul le plus long), et Fix Ø, S⊂i Ø ou Eng Ø le facteur le plus faible (et le temps de calcul le plus court). Voir "Facteur de précision et incertitude de l'intégration numérique", page 20-6.
- 7. Appuyez sur UK pour calculer l'intégrale.

Les intégrales impropres sont des intégrales, dont une limite ou les deux tendent vers l'infini (∞) . Le HP 48 étant doté de limites de calcul finies, il doit donc toujours utiliser de telles limites pour le calcul d'intégrales numériques. Toutefois, en faisant appel à une transformation de variables, vous pouvez établir une correspondance entre des domaines illimité et limité.

Une transformation utile, $y=\arctan x$, établit une correspondance entre l'axe réel des x et l'intervalle limité $\frac{-\pi}{2} \leq y \leq \frac{\pi}{2}$. Ce qui donne la transformation suivante :

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx \longrightarrow \int_{arctan-\infty=\frac{-\pi}{2}}^{arctan\infty=\frac{\pi}{2}} f(\tan y) \cdot (1+\tan^2 y)dy$$

Pour évaluer une intégrale impropre :

- 1. Vérifiez que le calculateur est en mode radians (appuyez sur RAD), si nécessaire).
- 2. Appuyez sur (SYMBOLIC) OK pour ouvrir le masque INTEGRATE.
- 3. Dans le champ EXPR:, saisissez l'expression à intégrer à partir de l'intégrale impropre.
- 4. Le champ EXPR: étant mis en valeur, appuyez sur NXT CALC et introduisez l'expression de transformation dans la pile. Par exemple, si la variable d'intégration de l'intégrale impropre est X, entrez TAN(Y) pour effectuer la transformation (x = tan y)

- représentée ci-dessus. Faites une copie de cette expression en réappuyant sur (ENTER).
- 5. Saisissez le nom de la variable d'intégration d'origine dans l'intégrale impropre et appuyez sur (STO).
- 6. Saisissez le nom de la nouvelle variable d'intégration et appuyez sur (**)(**) pour calculer la dérivée de l'expression de transformation en fonction de cette variable.
- 7. Appuvez sur (x) (EVAL) OK pour calculer la variable à intégrer transformée et la renvoyer au champ EXPR:.
- 8. Saisissez la nouvelle variable d'intégration dans le champ VAR:.
- 9. Entrez la limite inférieure d'intégration dans le champ LO:. Utilisez 'MAXR' chaque fois que vous devez inclure ∞ .
- 10. Appuvez sur CHLC, exécutez la transformation de la limite et appuvez sur UK. Pour effectuer la transformation de l'arc-tangente $y = \arctan x$, vous devez d'abord calculer l'arc-tangente de la limite. Notez que cette fonction est l'inverse de celle qui permet d'effectuer la tranformation de l'expression plus haut.
- 11. Répétez les deux opérations précédentes pour la limite supérieure, en commençant et en finissant dans le champ HI:.
- 12. Vérifiez que le résultat est de type Numeric et définissez le format numérique voulu.
- 13. Appuyez sur DK pour calculer l'intégrale numérique.

Exemple: Calculez l'intégrale impropre suivante:

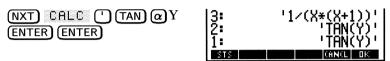
$$\int_{1}^{\infty} \frac{1}{x(x+1)} dx$$

Etape 1: Ouvrez le masque INTEGRATE et saisissez l'expression à intégrer de l'intégrale impropre.





Etape 2: Utilisez CALC pour accéder à la pile, saisissez l'expression de transformation et dupliquez-la.



Etape 3: Effectuez la transformation de la variable d'intégration, supprimez Y pour garantir un résultat symbolique et calculez la dérivée de l'expression de transformation.



Etape 4: Multipliez la dérivée de l'expression de transformation par l'expression à intégrer, évaluez pour que la transformation soit effective et que le résultat s'affiche dans le champ EXPR:.



Etape 5: Saisissez la nouvelle variable d'intégration, puis calculez et entrez les limites transformées.



Etape 6: Changez le type de résultat en Numeric, le mode d'affichage en Std. puis calculez l'intégrale.

Pour obtenir une évaluation numérique d'une intégrale multiple :

- 1. Appuyez sur (EQUATION), saisissez l'intégrale multiple (avec tous les symboles d'intégration) et appuyez sur (ENTER). Toutes les limites doivent donner un résultat numérique.
- 2. Définissez le format d'affichage des nombres en fonction de la précision requise.
- 3. Appuyez sur (+)(+NUM) pour obtenir le résultat.

Exemple: Calculez la surface de la région comprise dans le cardioide $r = 1 - \cos \theta$. Cette région peut être exprimée par une intégrale double :

$$\int_0^{2\pi} \int_0^{1-\cos\theta} r \ dr \ d\theta$$

Etape 1 : Saisissez l'intégrale double à l'aide de l'application EquationWriter.

Etape 2: Introduisez l'intégrale double dans la pile, puis définissez le mode d'affichage Fix 3 et le mode d'angle en radians.

Etape 3 : Evaluez la double intégrale. Ensuite, vérifiez l'hypothèse selon laquelle π est un facteur du résultat.



Facteur de précision et incertitude de l'intégration numérique

L'intégration numérique permet d'obtenir 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. Il y a deux raisons de limiter la précision du calcul :

- Le temps nécessaire pour calculer l'intégrale croît avec le nombre de points d'échantillonnage.
- Il existe des imprécisions inhérentes à chaque valeur calculée de f(x):
 - \Box Des constantes de f(x), dérivées empiriquement, peuvent être imprécises. Par exemple, si f(x) contient des constantes de ce type, précises à deux décimales seulement, il n'est pas intéressant de calculer l'intégrale avec toute la précision (12 chiffres) du calculateur.
 - \Box Si f(x) modélise un système physique, il peut y avoir des imprécisions dans le modèle.
 - \Box Le calculateur lui-même introduit des erreurs d'arrondi lors de chaque calcul de f(x).

Pour limiter indirectement la précision de l'intégrale, spécifiez le facteur de précision de l'expression à intégrer f(x), défini comme suit :

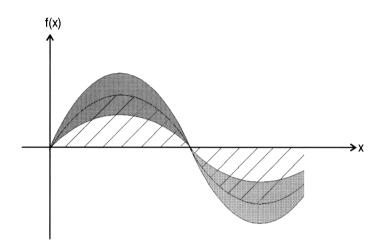
$$Facteur\ de\ precision \leq \left| rac{ ext{Valeur vraie de}\ f(x) - ext{Valeur calc. de}\ f(x)}{ ext{Valeur calc. de}\ f(x)}
ight|$$

Le facteur de précision constitue votre estimation, sous forme décimale, de l'erreur dans chaque valeur calculée de f(x). Vous spécifiez le facteur de précision en définissant le mode

d'affichage n Fix. Par exemple, 2 Fix donne un facteur de précision de 0,01, soit 1 % et 5 Fix, un facteur de 0,00001, soit 0,001 %.

Le facteur de précision est lié à l'incertitude d'intégration (une mesure de la précision de l'intégrale) par :

$$Incertitude \leq Facteur \ de \ precision imes \int |f(x)| dx$$



La zone hachurée représente la valeur de l'intégrale. La zone ombrée est la valeur de l'incertitude d'intégration. Vous pouvez constater qu'à chaque point x, l'incertitude de l'intégration est proportionnelle à f(x).

L'algorithme d'intégration numérique utilise une méthode itérative qui double le nombre de points d'échantillonnage à chaque itération. Lorsque l'algorithme s'arrête, la valeur en cours de l'intégrale est renvoyée au niveau 1, et l'incertitude d'intégration est stockée dans la variable IERR. Il est quasi certain que l'erreur dans la valeur finale sera inférieure à l'incertitude d'intégration.

Pour vérifier l'incertitude des résultats numériques :

■ Après avoir obtenu les résultats numériques, appuyez sur (VAR) IERR (vous devrez peut-être appuyer une ou plusieurs fois sur (NXT) pour que IERR s'affiche dans le menu).

Intégration symbolique

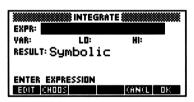
L'intégration symbolique est le calcul d'une intégrale par la recherche d'une primitive connue, puis par la substitution de limites d'intégration spécifiées. Le résultat est une expression symbolique.

Le HP 48 peut intégrer :

- 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 un "A" dans l'annexe G. Par exemple, 'SIN(X)' → 'COS(X)'.
- Les sommes, différences, opposés 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 calculer une intégrale définie avec des limites symboliques :

1. Appuyez sur SYMBOLIC OK pour ouvrir le masque INTEGRATE.



Ecran INTEGRATE (symbolique)

- 2. Dans le champ EXPR:, saisissez l'expression à intégrer (sans le symbole de l'intégrale).
- 3. Saisissez la variable d'intégration dans le champ VAR:.
- 4. Saisissez les limites d'intégration dans les champs LO: et HI:. Si vous voulez utiliser des variables formelles, vérifiez qu'elles n'existent pas dans le répertoire en cours.

- 5. Vérifiez que Symbolic figure dans le champ RESULT (appuvez sur (+/-), si nécessaire).
- 6. Appuyez sur DK pour calculer l'intégrale. Si le résultat est une expression de forme finie (pas de signe J dans le résultat). l'intégration symbolique a réussi. Sinon, essayez de ré-arranger l'expression et de l'évaluer à nouveau. Si vous n'obtenez pas un résultat de forme finie, vous pouvez estimer la réponse par intégration numérique ou faire une approximation de l'intégrale symbolique en utilisant un polynôme de Taylor (voir "Approximation polynômiale de Taylor", page 20-13).
- 7. Appuvez sur (EVAL) pour simplifier le résultat sous forme finie.

Pour calculer l'intégrale indéfinie d'une fonction :

- 1. Appuyez sur (**)(SYMBOLIC) OK pour ouvrir le masque INTEGRATE.
- 2. Dans le champ EXPR:, saisissez l'expression à intégrer (sans le symbole de l'intégrale).
- 3. Saisissez la variable d'intégration dans le champ VAR: Vérifiez qu'il s'agit d'une variable formelle et qu'elle n'existe pas déjà dans le répertoire en cours.
- 4. Saisissez 0 pour la limite inférieure et la variable d'intégration pour la limite supérieure.
- 5. Vérifiez que Symbolic figure dans le champ RESULT (appuyez sur (+/-), si nécessaire).
- 6. Appuyez sur OK pour calculer l'expression sous forme finie.
- 7. L'expression sous forme finie étant au niveau 1 de la pile, appuyez sur (PRG) TYPE OBJ+ 3 (STACK) (NXT) DRPN pour supprimer les limites inférieures.
- 8. Appuyez sur (EVAL) pour évaluer le résultat à la limite supérieure.

Pour intégrer symboliquement une expression non intégrable :

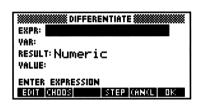
- 1. Dérivez une approximation polynômiale de Taylor de l'expression à intégrer.
- 2. Calculez l'intégrale symbolique du polynôme.

Différentiation

Vous pouvez différentier une expression symbolique soit pas à pas, afin de voir les substitutions, soit en une seule étape afin d'obtenir directement le résultat final. Si votre expression contient uniquement des fonctions analytiques (identifiées par un "A" dans l'annexe G), vous obtenez une dérivée explicite.

Pour calculer la dérivée d'une fonction à un point spécifié :

- 1. Appuyez sur ► SYMBOLIC ▼ □K pour ouvrir le masque DIFFERENTIATE.
- 2. Saisissez la fonction dans le champ EXPR:.
- 3. Saisissez la variable de différentiation dans le champ VAR:.
- 4. Utilisez (+/-), si nécessaire, pour spécifier un résultat Numeric.



Ecran DIFFERENTIATE (numérique)

- 5. Dans le champ VALUE:, saisissez la valeur pour laquelle vous voulez calculer la dérivée.
- 6. Appuyez sur DK .

Pour différentier symboliquement une expression en une étape :

1. Appuyez sur SYMBOLIC V OK pour ouvrir le masque DIFFERENTIATE.



Ecran DIFFERENTIATE (symbolique)

- 2. Saisissez la fonction dans le champ EXPR:.
- 3. Saisissez la variable de différentiation dans le champ VAR:.
- 4. Appuvez sur OK .

Pour différentier symboliquement une expression pas à pas :

- 1. Appuyez sur (→) (SYMBOLIC) (▼) OK pour ouvrir le masque DIFFERENTIATE.
- 2. Saisissez la fonction dans le champ EXPR:.
- 3. Saisissez la variable de différentiation dans le champ VAR:.
- 4. Appuyez sur STEP: la première étape du calcul de la dérivée s'exécute et le résultat est renvoyé dans la pile.
- 5. Appuyez sur (EVAL) de façon répétée pour faire progresser pas à pas le calcul de la dérivée.

Création de dérivées-utilisateur

Si vous exécutez ∂ pour une fonction qui n'a pas de dérivée intégrée, de renvoie une nouvelle fonction dont le nom est der, suivi du nom de la fonction d'origine. Les arguments de la nouvelle fonction sont ceux de la fonction d'origine, plus les dérivés des arguments. (Vous pouvez différentier plus avant en créant une fonction-utilisateur pour représenter la nouvelle fonction dérivée.)

Si vous exécutez ∂ pour une fonction-utilisateur formelle (un nom suivi d'arguments entre parenthèses, pour lequel aucune fonction-utilisateur n'existe en mémoire-utilisateur), ∂ renvoie une dérivée formelle dont le nom est der, suivi du nom de la fonction-utilisateur d'origine, plus les arguments et leurs dérivées.

La définition de % du HP 48 ne comporte pas de dérivée. Exemple: Si vous introduisez '\(\frac{1}{2}(\frac{1}{2}(\frac{1}{2}(\frac{1}{2},\frac{1}{2}))'\) et appuyez sur (EVAL), vous obtenez :

Chacun des arguments de la fonction % génère deux arguments pour la fonction der\%: \times donne \times et \frac{\partial Z(\times)}{2}, et Y donne Y et aZ(Y).

Pour définir la fonction dérivée de %, vous pouvez introduire 'der%(x,y,dx,dy)=(x*dy+y*dx)/100' et appuyer sur (DEF). DER 's'affiche dans le menu VAR.

Maintenant vous pouvez obtenir la dérivée de '%(X,2*X)' en saisissant l'expression et la variable 'X' et en appuyant sur (A) (ALGEBRA) COLCT. Le résultat est '.04*X'.

Exemple: Saisissez la dérivée d'une fonction-utilisateur formelle 'àx(f(x1,x2,x3))'. Ensuite, évaluez-la en appuvant sur (EVAL). Le résultat est :

'derf(x1,x2,x3,àx(x1),àx(x2),àx(x3))'

Différentiation implicite

Une fonction implicite, de x et y par exemple, est une fonction dans laquelle l'une des variables (y) n'est pas directement exprimée dans les termes de l'autre variable (f). Cela est peut-être dû au fait qu'il est difficile, voire impossible, de résoudre l'expression pour une variable en fonction de l'autre. Si tel est le cas, il est toujours possible de différentier l'expression en appliquant les règles normales de différentiation (et la règle relative aux chaînes).

Pour effectuer une différentiation implicite :

- 1. Introduisez la fonction implicite dans la pile. Au lieu d'utiliser deux variables indépendantes (telles que x et y), rendez la seconde dépendante de la première (par exemple x et y(x)). Le lien approprié est alors établi entre les variables de telle sorte que la différentiation traite la fonction comme étant implicite, au lieu d'éliminer l'une des variables considérée comme une constante.
- 2. Introduisez la variable de différentiation dans la pile (en utilisant les délimiteurs ').
- 3. Appuyez sur (A) pour calculer la dérivée implicite. Il se peut que le résultat contienne une dérivée-utilisateur telle que derY(X, 1). En effet, c'est ainsi que le HP 48 exprime la dérivée d'une variable par rapport à l'autre $(\frac{dY}{dX})$, par exemple).

Approximation polynômiale de Taylor

Pour toute fonction mathématique représentée par une expression symbolique, vous pouvez calculer une approximation polynômiale de Taylor autour de x = 0, parfois appelée série de Maclaurin. Vous pouvez aussi spécifier l'ordre du polynôme.

Pour dériver l'approximation du polynôme de Taylor autour de x = 0:

1. Appuyez sur ♠ (SYMBOLIC) (▼) (▼) OK pour ouvrir le masque TAYLOR POLYNOMIAL.



Ecran TAYLOR POLYNOMIAL

- 2. Dans le champ EXPR:, introduisez la fonction pour laquelle vous voulez effectuer une approximation.
- 3. Saisissez le nom de la variable du polynôme dans le champ VAR:
- 4. Introduisez l'ordre du polynôme dans le champ ORDER:. Notez que les polynômes d'ordre élevé exigent un temps de calcul plus long.
- 5. Appuyez sur OK pour dériver l'approximation polynômiale.

La commande TAYLR évalue toujours la fonction et ses dérivées à zéro. Si vous êtes intéressé par le comportement d'une fonction dans une région éloignée de zéro, son polynôme de Taylor sera plus utile si vous translatez le point d'évaluation dans cette region, comme décrit plus loin. De plus, si la fonction ne possède pas de dérivée pour zéro, son polynôme sera non significatif, sauf si vous translatez le point d'évaluation loin de zéro.

Pour dériver l'approximation de polynôme de Taylor autour de x = a:

- 1. Appuyez sur (**) (SYMBOLIC) (**) ÜK pour ouvrir le masque TAYLOR POLYNOMIAL.
- 2. Dans le champ EXPR:, introduisez la fonction pour laquelle vous voulez dériver une approximation.
- 3. Appuvez sur (NXT) CALC et introduisez 'Y+a' dans la pile, où a est le point à partir duquel vous dérivez le polynôme. Notez que Y (ou tout autre nom que vous voulez utiliser) ne doit pas exister dans le chemin du répertoire en cours.
- 4. Appuyez sur $(\ \alpha)X$ (STO) (EVAL) QK pour stocker la translation, réévaluer la fonction et renvoyer le résultat dans le champ EXPR:.
- 5. Dans le champ VAR:, introduisez le nom de la nouvelle variable (Y) à utiliser.
- 6. Introduisez l'ordre du polynôme dans le champ ORDER: Notez que les polynômes d'ordre élevé exigent un temps de calcul plus long mais donnent de meilleures approximations.
- 7. Appuyez sur OK pour dériver l'approximation pour le point translaté.
- 8. Appuyez sur (VAR) () X () PURG) pour purger la variable
- 9. Introduisez 'X-a' dans la pile et appuyez sur (') α) Y (STO) pour la stocker dans Y. (Si vous avez utilisé un autre nom de variable fictive, substituez-le à Y.)
- 10. Appuyez sur (EVAL) pour changer la variable en X. Vous pouvez aussi appuyer sur (SYMBOLIC) COLCT pour simplifier le résultat.

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 d'autres variables et d'autres nombres figurant dans l'expression ou l'équation. A cet effet, vous disposez des commandes suivantes :

- ISOL. Calcule une variable n'apparaissant qu'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 symbolique

Commande ISOL	Commande QUAD		
La variable n'apparaît qu'une seule fois.	La variable peut apparaître plusieurs fois (nul besoin de		
La variable peut se trouver dans n'importe quel ordre.	ré-arranger). L'équation doit être du premier		
La variable peut être l'argument d'une fonction non linéaire (telle que SIN).	ou du second degré pour qu'une solution exacte puisse être trouvée.		

Isolation d'une variable

Pour résoudre en fonction d'une variable apparaissant une seule fois:

- 1. Appuyez sur ♠ (SYMBOLIC) (▼) (▼) ○K pour ouvrir le masque ISOLATE A VARIABLE.
- 2. Dans le champ EXPR:, introduisez l'expression ou l'équation à résoudre. S'il s'agit d'une expression algébrique (elle ne comporte pas de signe =), elle est traitée comme une équation de la forme 'expression=0'.
- 3. Saisissez la variable dans le champ VAR:. La variable à isoler peut être l'argument d'une fonction uniquement si le HP 48 peut calculer la fonction inverse (définie dans ce manuel comme étant une fonction analytique). Par exemple, vous pouvez isoler X dans une expression contenant TAN(X) ou LN(X) parce que TAN et LN

- ont des fonctions inverses (ATAN et EXP). En revanche, vous ne pouvez pas isoler X dans une expression contenant IP(X). L'index des opérations, en annexe G, énumère les fonctions analytiques du HP 48.
- 4. Facultatif: sélectionnez le type de résultat voulu. (Numeric correspond à une résolution numérique et un message d'erreur s'affiche si l'opération n'aboutit pas.)
- 5. Facultatif: vérifiez le contenu du champ PRINCIPAL si vous voulez visualiser uniquement la solution principale (voir "Solutions générales et principales", page 20-17).
- 6. Appuyez sur OK pour résoudre en fonction de la variable.

Résolution d'équations quadratiques

Pour résoudre une expression quadratique en fonction d'une variable :

- 1. Appuyez sur SYMBOLIC (A) OK pour ouvrir le masque SOLVE QUADRATIC.
- 2. Dans le champ EXPR:, saisissez l'équation ou l'expression quadratique. S'il s'agit d'une expression algébrique, elle est traitée comme une équation de la forme 'expression=@'. S'il s'agit d'une équation qui n'est pas du premier ou du second degré, elle sera transformée en approximation polynômiale du second degré avant d'être résolue sous forme quadratique.
- 3. Introduisez la variable dans le champ VAR: Si l'expression algébrique contient d'autres variables, celles-ci ne doivent pas exister dans le répertoire en cours si vous voulez qu'elles soient incluses dans la solution comme variables formelles (symboliques). Si elles existent dans ce répertoire, elles sont évaluées. (Pour être formelle, une variable doit être purgée.)
- 4. Facultatif: sélectionnez le type de résultat voulu. (Numeric correspond à une résolution numérique et un message d'erreur s'affiche si l'opération n'aboutit pas.)
- 5. Facultatif: vérifiez le contenu du champ PRINCIPAL si vous voulez visualiser uniquement la solution principale (voir plus loin).
- 6. Appuyez sur OK pour résoudre l'équation quadratique.

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), 30 degrés ou 0.524 radian.

En revanche, lorsque vous résolvez une expression algébrique pour une variable, il se peut qu'elle ait plusieurs solutions que vous voulez éventuellement connaître. Aussi les commandes ISOL et QUAD renvoient-elles normalement une solution générale. Une telle solution en représente plusieurs, incorporant des variables spécifiques pouvant prendre plusieurs valeurs:

- s1 représente un signe + ou arbitraire (+1 ou -1). D'autres signes arbitraires dans le résultat sont représentés par s2, s3, La valeur "principale" des signes arbitraires est +1.
- n1 représente un entier arbitraire : $0, \pm 1, \pm 2, \ldots$ D'autres sont représentés par n2, n3, La valeur "principale" des entiers arbitraires est 0.

Pour spécifier des solutions générales ou principales tout en visualisant la pile :

- 1. Appuyez sur (MODES) FLAG.
- 2. Appuyez sur CHK jusqu'à ce que l'option voulue s'affiche.

Exemple: Utilisez ISOL pour isoler x dans l'équation $y = \sin x^2$. Vous obtenez les résultats suivants lorsque les solutions générale et principale sont sélectionnées (en mode Radians):

Solution principale: 'X=\GASIN(Y)'.

Solution générale : 'X=s1*J(ASIN(Y)*(-

1) $^n1+\pi*n1)'$

Affichage de variables cachées

Vous pouvez effectuer une résolution pour une variable stockée dans une autre variable. Pour ce faire, il est nécessaire de convertir l'expression algébrique pour que la variable cachée devienne visible. ~~

Vous pouvez également accélérer l'évaluation en convertissant une expression algébrique pour que toutes les variables, *sauf* quelques-unes, soient évaluées.

Pour évaluer sélectivement des variables dans une expression :

- 1. Saisissez l'expression dans la pile.
- 2. Exécutez l'une des opérations suivantes :
 - Saisissez le nom de la variable (avec des délimiteurs ') que vous voulez évaluer.
 - Saisissez une liste contenant les noms des variables que vous ne voulez pas évaluer.
- 3. Appuyez sur SYMBOLIC SHOW. L'expression sera partiellement évaluée en fonction des critères choisis à l'étape 2.

Pour évaluer une expression algébrique en fonction de variables temporaires :

- 1. Saisissez l'expression algébrique dans la pile.
- 3. Appuyez sur SYMBOLIC NXT | pour procéder à l'évaluation. Si une variable figurant dans la liste existe déjà (dans le menu VAR), son contenu n'est pas modifié par la fonction | ("Recherche").

Ré-arrangement d'expressions symboliques

Manipulation d'expressions complètes

Vous pouvez parfois simplifier les expressions algébriques en développant leurs sous-expressions ou en regroupant les termes identiques. Par exemple, si une variable se rencontre plusieurs fois dans une expression algébrique, vous pouvez la simplifier de telle sorte qu'elle n'y apparaisse qu'une seule fois, ce qui vous permet d'utiliser ISOL pour la calculer.

Une sous-expression consiste en une fonction et ses arguments. La fonction qui définit une sous-expression est appelée fonction de plus haut niveau pour cette sous-expression, et elle est exécutée en dernier. Par exemple, dans l'expression 'A+B*C/D', la fonction de plus haut niveau de la sous-expression 'B*C' est *, celle de 'B*C/D' est / et celle de 'A+B*CZD' est +.

Pour regrouper les termes identiques :

- Saisissez l'expression dans la pile et appuyez sur (♠) (SYMBOLIC) COLCT. La commande COLCT simplifie une expression algébrique de la façon suivante:
 - □ Elle évalue les sous-expressions numériques. Par exemple, '1+2+L0G(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 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 égal ne sont-ils pas combinés.

Pour développer des produits et des puissances :

- Saisissez l'expression dans la pile et appuyez sur (♠) (SYMBOLIC) EXPA. La commande EXPAN récrit une expression algébrique de la façon suivante:
 - □ Elle distribue la multiplication et la division sur l'addition. Par exemple, 'A*(B+C)' EXPA renvoie 'A*B+A*C'.
 - □ Elle développe les puissances de sommes de termes. Par exemple, 'A^(B+C)' EXPA renvoie 'A^B*A^C'.
 - □ Elle 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'.

La commande EXPAN n'effectue pas la totalité des développements possibles d'une expression algébrique en une seule exécution. En fait, elle opère sur la sous-expression de façon hiérarchisée,

s'arrêtant à chaque niveau de la hiérarchie dans lequel elle trouve une sous-expression à développer. Elle examine d'abord la sous-expression prioritaire (c'est-à-dire l'expression algébrique) et, le cas échéant, elle la développe et s'arrête. Sinon, elle examine toutes les sous-expressions du second niveau. Ce processus se termine lorsqu'il n'y a plus de développements possibles au bas de la hiérarchie.

Manipulation de sous-expressions

Vous pouvez ré-arranger une expression algébrique en procédant par étape pour obtenir le résultat sous une forme spécifique. Les transformations Rules sont des opérations de ré-arrangement d'envergure plus modeste que les commandes EXPAN et COLCT. Elles vous permettent de diriger le cheminement de ré-arrangement d'une expression algébrique.

Pour ré-arranger une sous-expresion algébrique :

- Placez l'expression algébrique dans l'environnement EquationWriter :
 - Pour saisir une nouvelle expression, appuyez sur ► EQUATION et tapez-la.
 - Pour utiliser une expression du niveau 1, appuyez sur .
- 2. Utilisez l'environnement de sélection :
 - A partir du mode de saisie, appuyez sur <a> .
 - A partir du mode de défilement, appuyez sur (♠)(PICTURE) (◄).
- 3. Appuyez sur A Depour déplacer le curseur vers la fonction de plus haut niveau de la sous-expression que vous voulez ré-arranger. (Voir plus loin.)
- 4. Facultatif: appuyez sur EXPR à tout moment pour mettre en valeur la sous-expression (la surbrillance s'active ou non).
- 5. Appuyez sur RULES pour accéder au menu RULES. (Vous pouvez appuyer sur pour revenir au menu de sélection.)
- 6. Appuyez sur la touche de menu de la transformation voulue (ou déplacez le curseur pour ne pas faire de transformation). Appuyez au préalable sur si vous voulez effectuer plusieurs transformations jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de changement possible.

- 7. Répétez l'opération 6 pour chaque transformation. (Si vous déplacez le curseur, vous devez revenir à l'étape 3.)
- 8. Appuyez sur (ENTER) pour sauvegarder la nouvelle expression algébrique (ou sur CANCEL) pour y renoncer).

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. Celui-ci spécifie à la fois un objet de l'expression et la sous-expression qui lui correspond.

Opérations dans l'environnement de sélection

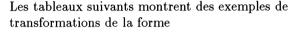
Touche	Description
RUUES	Sélectionne un menu de transformation de
	ré-arrangement pour la sous-expression que vous avez spécifiée.
EDIT	Renvoie la sous-expression dans la ligne de commande pour modification.
EXPR	Met en valeur la sous-expression spécifiée.
SUB	Renvoie au niveau 1 de la pile la sous-expression spécifiée.
REPL	Remplace la sous-expression spécifiée par l'expression algébrique du niveau 1 de la pile. (Voir "Pour remplacer une sous-expression par un objet algébrique", page 7-13.)
EXIT	Quitte l'environnement de sélection et rétablit le curseur de saisie à la fin de l'équation.
A V	Déplace le curseur de sélection vers l'objet suivant dans la direction indiquée. Précédée de , place le curseur de sélection sur l'objet le plus éloigné dans la direction indiquée.
+/-	Met en valeur 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. Dans ce cas, les touches de

menu concernées émettent un signal sonore. Après avoir exécuté une transformation, le curseur de sélection met en valeur le nouvel objet de plus haut niveau. Le menu RULES disparaît lorsque vous appuyez sur l'une des touches suivantes : (4) (5) (5), (-) (pour revenir au menu de sélection), [ENTER] ou [CANCEL].

Les tableaux des pages suivantes décrivent les transformations Rules et donnent des exemples. Toutefois, ces tableaux ne présentent pas toutes les configurations pour lesquelles une transformation est possible.

Remarque





Avant - Après

Les expressions algébriques sont représentées en format ligne de commande, même si vous exécutez des transformations Rules dans l'environnement Equation Writer. Si vous essayez l'un des exemples, appuyez sur (ENTER) pour visualiser la nouvelle expression dans ce format.

Menu RULES—Transformations universelles

Touche	Description				
DNEG	Double négation. A → Ξ-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				
	Division par 1. $A \rightarrow A \ge 1$ $A+B \ge 1 \rightarrow A+B$				
+1-1	Ajout de 1 et soustraction de 1. $\overrightarrow{H} \rightarrow \overrightarrow{H}+1=1$				
COLCT	Regroupement. Exécute une forme limitée de la commande COLCT du menu SYMBOLIC. 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				

Description

Déplacement de terme à gauche. Met le terme voisin le

20

Touche

+T

+T et T→ sont utilisés pour mettre un terme à la place du "terme voisin", à sa gauche ou à sa droite. Un terme est un argument de + ou -, un argument de * ou / (un facteur) ou un argument de =. De plus, ces opérations ignorent les parenthèses. Vous pouvez imposer des parenthèses en exécutant *1, afin que la sous-expression entre parenthèses devienne un terme.

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 les parenthèses y sont déjà, mais cachées. H+B+C+D → H+(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. H+B+(C+D)+E → H+(B+C+D)+E
→)	Développement vers la droite. Développe la sous-expression associée à la fonction spécifiée pour inclure à droite le terme suivant. A+(B+C)+D+E → A+(B+C+D)+E

Menu RULES—Commutations, associations et distributions

Touche	Description				
++	Commutation. Commute les arguments de la fonction spécifiée.				
	A+B → B+A INV(A)*B → BZA				
+F	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)				
	$(A^B)^C \rightarrow A^C(B*C)$				
+ ()	Distribution d'une fonction préfixe.				
	-(A+B) → -A-B				
	INV(A/B) → INV(A)*B				
	$IM(A*B) \rightarrow RE(A)*IM(B)*IM(A)*RE(B)$				
+- 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^BZA^C				
	LN(A*B) → LN(A)*LN(B)				
+ M	Mise en facteur à gauche. Fusionne des arguments de				
	+, -, * et /, lorsque ces arguments ont un facteur				
	commun ou une fonction EXP, ALOG, LN ou LOG à un seul argument. Pour les facteurs communs, ÷				
	indique que les facteurs de gauche sont des facteurs				
	communs. Fusionne aussi des sommes dans lesquelles				
	un seul argument est un produit.				
	(A*B)+(A*C) → A*(B+C)				
	$EXP(A)*EXP(B) \rightarrow EXP(A+B)$				
	A+A*B → A*(1+B)				

Menu RULES—Commutations, associations et distributions (suite)

Touche	Description
M→	Mise en facteur 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 un seul argument 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 interne résultante. A*B → INV(INV(A)/B) EXP(A) → INV(EXP(-A))

Menu RULES-Ré-arrangement 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 puissance. 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

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		

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)
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)

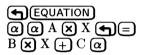
Menu RULES-Répétition automatique de transformations Rules

Touche	Description
₽ D+	Multiplication et distribution à droite.
+ D	Multiplication et distribution à gauche. (A+B+C)*D → A*D+B*D*C*D
₽ # →	Multiplication et association à droite.
+ + A	Multiplication et association à gauche. $A \pm (B + (C + D)) \rightarrow A + B + C \pm D$
→ M÷	Mise en facteur à droite (fusion). A*B+C*B+D*B → (A+C+D)*B
(+) +M	Mise en facteur à gauche (fusion).
P T÷	Déplacement de plusieurs termes à droite. A±B+C+D=E → B+C+D=E-A
(→) +T	Déplacement 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.

$$ax = bx + c$$

Ré-arrangez l'équation pour que x n'apparaisse qu'une seule fois, puis utilisez ISOL.

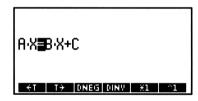
Etape 1 : Sélectionnez l'application EquationWriter et saisissez l'expression.





Etape 2 : Activez l'environnement de sélection, placez le curseur de sélection sur le signe = et accédez au menu RULES.

(5 fois)



Etape 3 : Placez le terme $\mathbb{B} \cdot \mathbb{X}$ à gauche du signe =.

.....



Etape 4: Fusionnez les deux termes à gauche du signe =.



20

Etape 5: Maintenant que x n'apparaît qu'une fois dans l'équation, placez celle-ci dans la pile et isolez x.

Transformations-utilisateur

Si les fonctions de transformations Rules ne vous suffisent pas pour ré-arranger une expression algébrique dans la forme voulue, vous avez la possibilité de créer une transformation personnalisée. Vous pouvez ainsi remplacer les occurrences d'une configuration par une nouvelle configuration. Celle-ci peut être spécifique ou contenir des "jokers" remplaçant n'importe quelle sous-expression et que vous pouvez réinsérer dans le remplacement. Vous serez informé si un remplacement est ou non effectué.

Vous pouvez aussi effectuer des transformations conditionnelles : elles ne s'exécutent qu'à la condition spécifiée par vos soins.

Pour remplacer une sous-expression par une autre :

- 1. Appuyez sur ♠ (SYMBOLIC) (▲) □K pour ouvrir le masque MANIPULATE EXPRESSION.
- 2. Appuyez sur MATC pour ouvrir le masque MATCH EXPRESSION.
- 3. Dans le champ EXPR:, saisissez ou insérez l'expression que vous voulez modifier. (Vous pouvez insérer une expression au niveau 1 de la pile en appuyant sur (NXT) CALC OK (NXT).)
- 4. Dans le champ PATTERN:, introduisez la configuration symbolique que vous voulez remplacer. Pour les transformations générales, la configuration de recherche peut contenir des noms "jokers" qui spécifient toute sous-expression. Un tel nom se compose du caractère & ((a)(+)(ENTER)) suivi d'un nom de variable (&A, &B ou &⊓om, par exemple).
- 5. Dans le champ REPLACEMENT:, saisissez la nouvelle expression symbolique de remplacement. En règle générale, si vous avez utilisé des jokers dans l'expression de configuration, utilisez-en également dans l'expression de remplacement. En revanche, celle-ci ne peut pas contenir de joker qui ne figure pas dans l'expression de configuration.
- 6. Facultatif: cochez le champ SUBEXPR FIRST si vous voulez que la recherche-remplacement commence au niveau le plus bas des

sous-expressions, puis s'applique progressivement à l'expression toute entière. Choisissez cette option si la substitution doit simplifier l'expression. Ne cochez pas le champ si vous voulez que la recherche parte du niveau le plus haut vers les niveaux les plus bas des sous-expressions (choisissez cette option si la substitution doit développer l'expression). Notez qu'une sous-expression qui a été remplacée une fois n'est pas prise en compte lors d'une recherche ultérieure. C'est également le cas des sous-expressions dont les arguments ont été remplacés.

- 7. Facultatif: saisissez une expression contenant une condition (par exemple '&A≤0'). Le remplacement n'a lieu que si la condition est nraie
- 8. Appuyez sur OK pour lancer la recherche-remplacement dans la "direction" voulue et, le cas échéant, en fonction de la condition spécifiée.

Exemple: L'une des formulations du sinus pour un demi-angle est

$$\sin(2z) = 2\sin(z)\cos(z)$$

Créez une transformation d'après cette formule et appliquez-la à l'expression 'SIN(2*(X+1))'.

Etape 1: Ouvrez le masque MATCH EXPRESSION et saisissez l'expression cible dans le champ EXPR:.





Etape 2: Saisissez les expressions de configuration et de remplacement, en utilisant un joker pour z dans les formulations.





 $Etape \ 3$: Ne cochez pas SUBEXPR FIRST et n'indiquez pas de condition. Effectuez la recherche-remplacement.



Configurations d'intégration symbolique

Le tableau suivant liste les configurations d'intégration symbolique utilisées par le HP 48. Ce sont les fonctions que le HP 48 est capable d'intégrer symboliquement.

 ϕ est une fonction linéaire de la variable d'intégration. Les primitives doivent être divisées par le coefficient de premier ordre dans ϕ afin de réduire l'expression à sa forme la plus simple. En outre, les configurations commençant par 1/ correspondent à INV; par exemple, $1/\phi$ est identique à INV (ϕ) .

Intégration symbolique

Configuration	Primitive
$ ext{ACOS}(\phi)$	$\phi \times ACOS(\phi) - \sqrt{(1-\phi^2)}$
$\mathrm{ALOG}(\phi)$	$.434294481904 \times \text{ALOG}(\phi)$
$ASIN(\phi)$	$\phi \times ASIN(\phi) + \sqrt{(1-\phi^2)}$
$\operatorname{ATAN}(\phi)$	$\phi \times ATAN(\phi - LN(1+\phi^2)/2$
$\mathrm{COS}(\phi)$	$\mathrm{SIN}(\phi)$
$1/(COS(\phi) \times SIN(\phi))$	$\mathrm{LN}(\mathrm{TAN}(\phi))$
$COSH(\phi)$	$\mathrm{SINH}(\phi)$
$1/(COSH(\phi) \times SINH(\phi))$	$LN(TANH(\phi))$
$1/(COSH(\phi)^2)$	$\mathrm{TANH}(\phi)$
$\mathrm{EXP}(\phi)$	$\mathrm{EXP}(\phi)$
$EXPM(\phi)$	$\mathrm{EXP}(\phi)\!-\!\phi$
$\mathrm{LN}(\phi)$	$\phi \times LN(\phi) - \phi$
$\mathrm{LOG}(\phi)$	$.434294481904 \times \phi \times LN(\phi) - \phi$
$\mathrm{SIGN}(\phi)$	$\mathrm{ABS}(\phi)$
$SIN(\phi)$	$-\mathrm{COS}(\phi)$
$1/(SIN(\phi) \times COS(\phi))$	$\mathrm{LN}(\mathrm{TAN}(\phi))$
$1/(SIN(\phi) \times TAN(\phi))$	$-\mathrm{INV}(\mathrm{SIN}(\phi))$
$1/(SIN(\phi) \times TAN(\phi))$	$-\mathrm{INV}(\mathrm{SIN}(\phi))$
$1/(\mathrm{SIN}(\phi)^2)$	$-\mathrm{INV}(\mathrm{TAN}(\phi))$
$\mathrm{SINH}(\phi)$	$\mathrm{COSH}(\phi)$
$1/(SINH(\phi) \times^2$	$-{\rm INV}({\rm SIN}(\phi))$

Intégration symbolique (suite)

Configuration	Primitive
$1/(SINH(\phi) \times COSH(\phi))$	$\text{LN}(\text{TANH}(\phi))$
$1/(SINH(\phi) \times TANH(\phi))$	$-{\rm INV}({\rm SINH}(\phi))$
$\mathrm{SQ}(\phi)$	$\phi^{3}/3$
$TAN(\phi)^2$	$\mathrm{TAN}(\phi)\!-\!\phi$
$\mathrm{TAN}(\phi)$	$-\mathrm{LN}(\mathrm{COS}(\phi))$
$\mathrm{TAN}(\phi)/\mathrm{COS}(\phi)$	$\mathrm{INV}(\mathrm{COS}(\phi))$
$1/\mathrm{TAN}(\phi)$	$\operatorname{LN}(\operatorname{SIN}(\phi))$
$1/\text{TAN}(\phi) \times \text{SIN}(\phi)$	$-\mathrm{INV}(\mathrm{SIN}(\phi))$
$\mathrm{TANH}(\phi)$	$LN(COSH(\phi))$
$TANH(\phi)/COSH(\phi)$	$\mathrm{INV}(\mathrm{COSH}(\phi))$
$1/\mathrm{TANH}(\phi)$	$LN(SINH(\phi))$
$1/\text{TANH}(\phi) \times \text{SINH}(\phi))$	$-{\rm INV}({\rm SINH}(\phi))$
$\sqrt{\phi}$	$2 \times \phi^{1.5} / 3$
$1/\sqrt{\phi}$	$2 \times \sqrt{\phi}$
$1/(2 \times \sqrt{(\phi)})$	$2 \times \sqrt{(\phi)} \times .5$
$\phi^z(z \text{ symbolic})$	IFTE $(z==-1,LN(\phi),\phi^{(z+1)}/(z+1))$
$\phi^z(z \text{ real}, \neq 0, -1)$	$\phi^{(z+1)}/(z+1)$
ϕ^0	ϕ
ϕ^{-1}	$\mathrm{LN}(\phi)$
$1/\phi$	$\mathrm{LN}(\phi)$
$1/(1-\phi^2)$	$ATANH(\phi)$
$1/(1+\phi^2)$	$\operatorname{ATAN}(\phi)$
$1/(\phi^2+1)$	$\operatorname{ATAN}(\phi)$
$1/(\sqrt{(\phi-1)}\times\sqrt{(\phi+1)})$	$ ext{ACOSH}(\phi)$
$1/\sqrt{(1-\phi^2)}$	$\mathrm{ASIN}(\phi)$
$1/\sqrt{(1+\phi^2)}$	${\rm ASINH}(\phi)$
$1/\sqrt{(\phi^2+1)}$	${\rm ASINH}(\phi)$

Statistiques et analyse de données

Saisie de données statistiques

Les données du HP 48 peuvent être organisées en deux types d'objets : les matrices et les listes. En règle générale, les listes sont mieux adaptées aux statistiques à une seule variable, et les matrices aux statistiques à plusieurs variables. Les matrices ne peuvent contenir que des données numériques, les listes comportant tout type de données.

L'application intégrée STAT utilise toujours des matrices, et plus précisément les données stockées dans la variable ΣDAT . Toutefois, pour appliquer des fonctions statistiques programmées différentes des fonctions intégrées de l'application, les listes représentent un type d'objet plus souple à manipuler que les matrices.

Pour saisir des données statistiques dans une liste :

- 1. Appuyez sur (4)({}) pour commencer la liste.
- 2. Tapez chaque élément en les séparant par (SPC). Appuyez sur [ENTER] après avoir saisi le dernier.
- 3. Facultatif : sauvegardez la liste dans une variable (voir procédure suivante) pour pouvoir l'utiliser ultérieurement. Veillez à ne pas la stocker dans une variable HP réservée, telle que ΣDAT.

Pour saisir des données statistiques directement dans ΣDAT :

- 1. Appuyez sur (→)(STAT) OK pour ouvrir le masque SINGLE-VARIABLE STATISTICS. (Vous pouvez en fait utiliser n'importe quel masque de saisie de l'application STAT.)
- 2. Facultatif: si le champ EDAT: contient déjà des données, supprimez-les (appuyez sur (DEL) OK) ou sauvegardez-les dans une variable avant de les supprimer.
- 3. Le champ ZDAT: étant mis en valeur, appuyez sur EDIT pour lancer l'application MatrixWriter (le cas échéant, appuyez d'abord sur (NXT)).

- 4. Introduisez les données en utilisant une ligne pour chaque enregistrement et une colonne pour chaque variable d'un enregistrement. Par exemple, un tableau comportant la hauteur, le poids et l'âge de 100 personnes doit être saisi sur 100 lignes de trois colonnes chacune.
- 5. Appuyez sur ENTER lorsque vous avez terminé. La matrice est à présent stockée à titre temporaire dans ΣDAT. Pour la stocker à titre permanent, appuyez sur OK ; pour annuler l'opération, appuyez sur CANCL; pour procéder à des modifications, réappuyez sur EDIT.

Pour stocker dans une autre variable la matrice contenue dans $\varSigma \, DAT$:

- 1. Appuyez sur STAT OK pour ouvrir le masque SINGLE-VARIABLE STATISTICS. (Vous pouvez en fait utiliser n'importe quel masque de saisie de l'application STAT.) Les données statistiques de la matrice en cours sont partiellement visibles dans le champ \(\text{SDAT} \):
- 2. Appuyez sur (NXT) CALC pour accéder à la pile.
- 3. Saisissez un nom pour la matrice au niveau 1 (avec délimiteurs') et appuyez sur (STO).
- 4. Appuyez sur OK pour revenir au masque SINGLE-VARIABLE STATISTICS.

Pour saisir des données statistiques dans une matrice :

- 1. Appuyez sur MATRIX pour lancer l'application MatrixWriter.
- 2. Introduisez les données en utilisant une ligne pour chaque enregistrement et une colonne pour chaque variable d'un enregistrement. Par exemple, un tableau comportant la hauteur, le poids et l'âge de 100 personnes doit être saisi sur 100 lignes de trois colonnes chacune.
- 3. Appuyez sur ENTER lorsque vous avez terminé.
- 4. Saisissez un nom pour la matrice au niveau 1 de la pile et appuyez sur STO.

Pour définir la matrice statistique en cours :

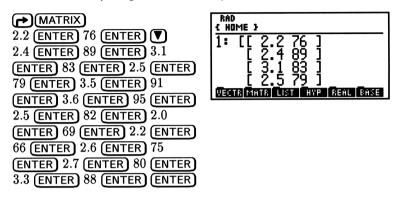
1. Appuyez sur STAT OK pour ouvrir le masque SINGLE-VARIABLE STATISTICS. (Vous pouvez en fait utiliser n'importe quel masque de saisie de l'application STAT.)

- 2. Facultatif: si le champ \(\mathbb{D}\)AT: contient déjà des données. supprimez-les (appuyez sur (DEL) OK) ou sauvegardez-les dans une variable avant de les supprimer.
- 3. Le champ \(\Sigma DAT \): \(\text{etant mis en valeur, appuyez sur CHOOS et } \) utilisez les touches fléchées pour mettre en valeur la matrice que vous voulez désigner comme matrice statistique en cours.
- 4. Appuvez sur DK pour stocker temporairement la matrice dans ΣDAT . Pour confirmer, appuyez sur $\square OK$; pour annuler l'opération, appuyez sur CANCL. Vous pouvez aussi utiliser la matrice présente dans le masque de saisie en cours avant d'appuyer sur OK ou CANCL.

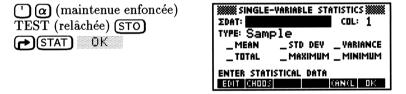
Exemple: Introduisez les données suivantes dans la matrice et stockez cette dernière dans la variable TEST. Faites ensuite de TEST la matrice statistique en cours. Il s'agit d'une comparaison entre la moyenne des notes obtenues par 12 élèves et le score réalisé lors d'un examen :

Moy	Score
2.2	76
2.4	89
3.1	83
2.5	79
3.5	91
3.6	95
2.5	82
2.0	69
2.2	66
2.6	75
2.7	80
3.3	88

Etape 1: Ouvrez l'application MatrixWriter et introduisez les données (12 lignes, 2 colonnes)



Etape 2: Stockez la matrice dans TEST et ouvrez l'application STAT.



Etape 3: Faites de TEST la matrice statistique en cours (ΣDAT) .



Etape 4: La matrice TEST remplace les données stockées précédemment dans ΣDAT. Appuyez sur OK pour continuer ou sur CANCL pour supprimer TEST et rétablir le contenu de ΣDAT.

Modification de données statistiques

Pour modifier un élément de la matrice statistique en cours :

- 1. Appuyez sur (*)(STAT) OK pour ouvrir le masque SINGLE-VARIABLE STATISTICS. (Vous pouvez en fait utiliser n'importe quel masque de l'application STAT.)
- 2. Appuyez sur EDIT pour afficher la matrice statistique en cours dans l'application MatrixWriter.
- 3. Utilisez les touches fléchées pour mettre en valeur l'élément à modifier, saisissez la modification et appuyez sur (ENTER).
- 4. Appuyez sur (ENTER) pour sauvegarder le changement et revenir à l'application STAT.

Pour transformer une colonne de la matrice statistique en cours :

- 1. Appuyez sur (*)(STAT) OK pour ouvrir le masque SINGLE-VARIABLE STATISTICS. (Vous pouvez en fait utiliser n'importe quel masque de saisie de l'application STAT.)
- 2. Appuyez sur (NXT) CHLC pour copier la matrice dans la pile.
- 3. Saisissez le numéro de la colonne que vous voulez transformer.
- 4. Appuyez sur (MTH) MATR COL COL- pour extraire de la matrice la colonne spécifiée.
- 5. Appuyez sur (PRG) TYPE OBJ→ (EVAL) →LIST pour convertir les données en une liste.
- 6. Exécutez la transformation voulue sur les données de cette liste. Par exemple, pour effectuer la transformation x' = 3lnx, appuyez sur (LN 3 (X).
- 7. Appuyez sur (PRG) TYPE OBJ→ →ARR pour convertir la liste en matrice.
- 8. Entrez le numéro de la colonne où la variable transformée doit être placée et appuyez sur (MTH) MATR COL COL+.
- 9. Appuyez sur (CONT) DK pour revenir à l'application STAT en ayant transformé la matrice.

Pour transformer une ligne, utilisez ROW- et ROW+ dans les étapes 4 et 8.

Pour ajouter une colonne à la matrice statistique en cours :

- 1. Appuyez sur STAT OK pour ouvrir le masque SINGLE-VARIABLE STATISTICS. (Vous pouvez en fait utiliser n'importe quel masque de saisie de l'application STAT.)
- 2. Mettez en valeur le champ ΣDAT:.
- 3. Appuyez sur EDIT pour lancer l'application MatrixWriter.
- 4. Placez la surbrillance sur l'emplacement de la nouvelle colonne.
- 5. Appuyez sur NXT +COL . Une colonne de zéros est insérée à cet endroit.
- 6. Appuyez sur (NXT) GO + . Vous pouvez à présent remplacer les zéros par des données.
- 7. Appuyez sur ENTER pour renvoyer la matrice dans l'application STAT.

Pour supprimer une colonne de la matrice statistique en cours :

- Appuyez sur STAT OK pour ouvrir le masque SINGLE-VARIABLE STATISTICS. (Vous pouvez en fait utiliser n'importe quel masque de saisie de l'application STAT.)
- 2. Mettez en valeur le champ \(\text{DAT:} \).
- 3. Appuyez sur EDIT pour lancer l'application MatrixWriter.
- 4. Placez la surbrillance sur la colonne à supprimer.
- 5. Appuyez sur NXT -COL . La colonne est supprimée.
- 6. Appuyez sur ENTER pour renvoyer la matrice modifiée dans l'application STAT.

Pour transformer mathématiquement les éléments d'une liste :

- 1. Placez la liste dans la pile.
- 2. Exécutez les opérations arithmétiques nécessaires pour transformer chaque élément de la liste. Par exemple, pour effectuer la transformation $x' = 3 \ln x 4$, appuyez sur \bigcirc LN 3 \otimes 4 \bigcirc . (Utilisez \bigcirc HDD, et non \bigcirc , pour ajouter des éléments dans la liste.)

Calculs statistiques à une seule variable

Si vos données statistiques mesurent un échantillon d'une population, vous effectuez des calculs sur échantillon ("sample" dans le calculateur HP 48). Si elles mesurent la totalité de la population, vous effectuez des calculs statistiques sur la population.

Les fonctions statistiques à une seule variable intégrées dans l'application STAT sont les suivantes :

MEAN Renvoie la moyenne arithmétique des données de l	MEAN	Renvoie la	movenne arithmétic	ue des	données	de la
-------------------------------------------------------	------	------------	--------------------	--------	---------	-------

colonne sélectionnée.

STD DEV Renvoie l'écart type des données de la colonne

sélectionnée, en fonction du contenu du champ

TYPE: (sample ou population).

VARIANCE Renvoie la variance des données de la colonne

sélectionnée, en fonction du contenu du champ

TYPE: (sample ou population).

Renvoie le total des données de la colonne TOTAL

sélectionnée.

Renvoie la valeur maximale des données de la MAXIMUM

colonne sélectionnée.

Renvoie la valeur minimale des données de la colonne MINIMUM

sélectionnée.

Pour effectuer un calcul statistique sur une variable :

- 1. Appuyez sur (r)(STAT) OK pour ouvrir le masque SINGLE-VARIABLE STATISTICS.
- 2. Saisissez ou choisissez la matrice contenant les données de la variable.
- 3. Mettez en valeur le champ COL: et saisissez le numéro de la colonne contenant les données de la variable.
- 4. Sélectionnez Sample (échantillon) ou Population dans le champ TYPE: pour indiquer le type de statistique à calculer.
- 5. Cochez un ou plusieurs champs de statistiques.
- 6. Appuyez sur DK . Pour chaque calcul statistique, un résultat identifié est placé dans la pile.

Pour effectuer un calcul statistique sur toutes les variables des données en cours :

- 1. Appuyez sur TXAT 1VAR pour afficher le menu des commandes statistiques à une seule variable.
- 2. Appuyez sur la touche de menu correspondant au calcul statistique que vous voulez effectuer. Par exemple, appuyez sur MEAN pour calculer toutes les moyennes pour chacune des variables (colonnes) de la matrice statistique en cours. Le résultat est un vecteur dont les éléments sont les moyennes de chaque colonne de la matrice de données

Pour calculer la médiane de chaque variable des données en cours :

- 1. Tapez TEACH et appuyez sur ENTER pour placer dans le répertoire HOME une copie du répertoire intégré EXAMPLES.
- 2. Appuyez sur VAR EXAM PRGS MEDIA. Le résultat est un vecteur contenant les médianes pour chaque variable (colonne) de la matrice statistique en cours.

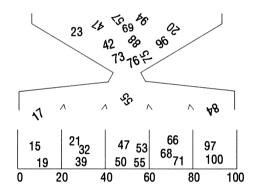
Pour tracer un diagramme à barres des données pour une variable :

- 1. Utilisez le masque SINGLE-VARIABLE STATISTICS pour sélectionner la matrice statistique en cours et la colonne de cette matrice contenant les données dont vous voulez obtenir un tracé.
- 2. Appuyez sur NXT OK pour valider et revenir à la pile.
- 3. Appuyez sur STAT PLOT BARPL pour tracer le diagramme à barres en utilisant la mise à l'échelle automatique (pour plus de détails, voir page 23-20).

Génération de fréquences

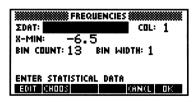
Très souvent, l'aspect le plus significatif d'un ensemble de données est sa distribution. Les fréquences et les distributions de fréquences constituent une méthode courante d'analyse de la distribution.

Les fréquences sont créées en subdivisant un intervalle (généralement compris entre l'élément le plus grand et l'élément le plus petit) en un nombre arbitraire d'intervalles égaux ou blocs. Le nombre de ces blocs doit être choisi en fonction des données et de la précision avec laquelle vous voulez étudiez la distribution. Le schéma ci-dessous illustre ce principe.



Pour convertir un ensemble de données en fréquences :

1. Appuyez sur (→) (STAT) (▼) □K pour ouvrir le masque FREQUENCIES.



Ecran FREQUENCIES

- Dans le champ \(\Sigma\DAT\):, saisissez ou choisissez la matrice contenant les données.
- 3. Saisissez le numéro de la colonne contenant les données à convertir.
- 4. Mettez en valeur le champ X-MIN: et introduisez la valeur minimale qu'un élément peut prendre, pour être considéré comme faisant partie d'un bloc. Toutes les valeurs inférieures sont considérées comme des excédents.
- 5. Dans le champ BIN COUNT:, saisissez le nombre de blocs à utiliser.
- 6. Dans le champ BIN WIDTH:, saisissez la largeur de chaque bloc. Elle est identique pour tous les blocs.
- 7. Appuyez sur DK pour effectuer la conversion. Le niveau 2 de la pile comporte un tableau d'éléments entiers qui représentent le nombre de points de données de chaque bloc (en ordre croissant). Le niveau 1 comporte un vecteur à deux élements indiquant le nombre d'excédents. Le premier élément représente le nombre d'excédents au-dessous du bloc de niveau inférieur, et le second élément, le nombre d'excédents au-dessus du bloc de niveau supérieur.

Pour tracer un histogramme en utilisant des fréquences :

- 1. Convertissez l'ensemble de données en fréquences, conformément aux instructions précédentes.
- 2. Appuyez sur pour supprimer le vecteur d'excédents.
- 3. Appuyez sur (STAT) DATA (STAT) pour stocker les fréquences dans ΣDAT.
- 4. Appuyez sur (STAT) PLOT BARPL pour tracer les fréquences.

Ajustement d'un modèle à un ensemble de données

Le en valeur dispose de quatre modèles de régression à caractère général pour quantifier la relation entre les données de deux colonnes de la matrice statistique en cours (ΣDAT) :

```
Linear Fit y=b+mx

Logarithmic y=b+m\ln x

Fit y=be^{mx} ou \ln y=\ln b+mx

Fit
```

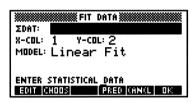
21-10 Statistiques et analyse de données

Power Fit
$$y = bx^m \text{ ou } \ln y = \ln b + m \ln x$$

Pour chacun de ces modèles, l'outil de régression trouve une intersection (b) et une pente (m) qui correspondent à l'ajustement par la méthode des moindres carrés pour ce modèle. Il calcule et renvoie également la covariance (échantillon ou population) et le coefficient de corrélation de la régression.

Pour calculer une régression pour deux variables des données en cours :

 Appuyez sur → STAT ▼ ▼ OK pour ouvrir le masque FIT DATA.



Ecran FIT DATA

- 2. Saisissez ou choisissez la matrice contenant les données à ajuster.
- 3. Saisissez la variable indépendante dans X-COL: et la variable dépendante dans Y-COL:.
- 4. Choisissez l'un des quatre modèles de régression (ou Best Fit, qui sélectionne automatiquement le modèle pour lequel le coefficient de corrélation a la plus grande valeur absolue).
- 5. Appuyez sur OK Le modèle de régression calculé est affiché au niveau 3, le coefficient de corrélation au niveau 2 et la covariance au niveau 1.

Pour utiliser la régression calculée afin d'estimer une variable :

- Appuyez sur STAT STAT STAT STAT Pour ouvrir le masque FIT DATA.
- 2. Saisissez ou choisissez la matrice contenant les données à ajuster.
- 3. Saisissez la variable indépendante dans X-COL: et la variable dépendante dans Y-COL:.
- 4. Choisissez l'un des quatre modèles de régression (ou Best Fit, qui sélectionne automatiquement le modèle pour lequel le coefficient de corrélation a la plus grande valeur absolue).

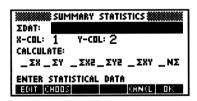
- 5. Appuvez sur PRED pour afficher le masque PREDICT VALUES.
- 6. Saisissez la valeur estimée dans le champ X: ou Y:.
- 7. Si besoin est, placez la surbrillance sur le champ de la variable dont yous youlez estimer la valeur et appuyez sur PRED. La valeur ainsi calculée s'affiche dans ce champ. Appuvez sur EDIT pour la visualiser en totalité.

Pour tracer un nuage de points et une courbe de régression :

- 1. Calculez la régression comme indiqué précédemment.
- 2. Appuyez sur (STAT) PLOT SCATE pour effectuer le tracé du nuage de points en utilisant la mise à l'échelle automatique (pour plus de détails, voir page 23-21).
- 3. Une fois le tracé affiché, appuyez sur STATL pour superposer le nuage de points et le modèle de régression le plus récent.

Cumuls statistiques

Il existe six commandes de cumuls statistiques. Elles permettent d'analyser des statistiques spécifiques dans un ensemble de données ou de calculer des statistiques différentes de celles qui sont intégrées à l'application STAT.



Ecran SUMMARY STATISTICS

Les six commandes de cumuls statistiques sont les suivantes :

$\Sigma { m X}$	Somme des éléments de la colonne X -COL de ΣDAT .
ΣY	Somme des éléments de la colonne Y-COL de ΣDAT .
$\Sigma \mathrm{X2}$	Somme des carrés des éléments de la colonne X-COL
	$\mathrm{de}\; arSigma DAT.$
$\Sigma Y2$	Somme des carrés des éléments de la colonne Y-COL
	$\mathrm{de}\; \varSigma DAT.$
ΣXY	Somme des produits des éléments correspondants des

colonnes X-COL et Y-COL de ΣDAT .

Nombre de lignes de ΣDAT . $N\Sigma$

Pour effectuer un cumul statistique :

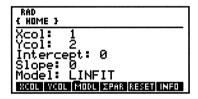
- 1. Appuyez sur (**) STAT (**) OK pour afficher le masque SUMMARY STATISTICS.
- 2. Saisissez ou choisissez la matrice contenant les données requises.
- 3. Saisissez les numéros de colonne des variables indépendante (X-COL) et dépendante (Y-COL).
- 4. Cochez chaque cumul statistique que vous voulez calculer.
- 5. Appuyez sur DK ... Les résultats identifiés sont placés dans la pile.

Utilisation de la variable réservée SPAR

Le HP 48 utilise la variable intégrée ΣPAR pour stocker les paramètres statistiques. ΣPAR contient les objets suivants :

Pour visualiser la définition des paramètres en cours de ΣPAR :

- Exécutez l'une des opérations suivantes :
 - □ Appuyez sur (♠) (STAT) ΣΡΗΚ INFO. Les paramètres par défaut sont représentés ci-après.



□ Appuyez sur (♠ STAT) ΣΡΆΚ (▶) ΣΡΆΚ pour les afficher sous forme de liste. La liste par défaut est { 1 2 0 0 LINFIT }.

L'application STAT gère les paramètres de manière automatique. ΣPAR étant une variable, son contenu peut être différent dans chaque répertoire.

Tracés

Application PLOT

L'application PLOT permet de tracer des graphes d'une ou plusieurs fonctions dans des formats différents, de calculer des racines et autres paramètres, de représenter des données statistiques sous diverses formes graphiques et d'ajouter des éléments aux tracés.

Le HP 48 permet de réaliser le tracé d'une équation, d'une expression ou, avec certains types de tracé, d'un programme :

- Equation. Une équation est un objet algébrique contenant le signe = (par exemple 'A+B=C').
- Expression. Une expression est un objet algébrique sans signe = (par exemple 'A+B').
- Programme. Un programme à tracer doit renvoyer un nombre réel (ou un nombre complexe pour les tracés PARAMETRIC).

Dans ce chapitre, le terme "équation" fait référence, sauf indication contraire, à tous les objets utilisés pour créer des tracés : équations, expressions, programmes, ainsi que listes d'équations, d'expressions et de programmes.

Les tracés sont toujours exécutés à partir de l'objet graphique en cours stocké dans la variable réservée PICT. Pour afficher l'image stockée dans PICT, appuyez sur () (PICTURE).

Pour tracer une expression simple :

1. Appuyez sur PLOT afin d'ouvrir l'application PLOT. L'écran initial PLOT affiche le type de tracé en cours dans TYPE: et l'équation en cours dans EQ: (s'il y a lieu). (Les trois types de tracés de statistiques, Scatter, Bar et Histogram, utilisent le champ EDAT: au lieu de EQ:.)



Ecran PLOT par défaut

- 2. Si nécessaire, appuyez sur (a) et changez de type de tracé en procédant de l'une des façons suivantes :
 - Appuyez plusieurs fois sur +/- jusqu'à ce que l'option de votre choix s'affiche dans le champ.
 - Appuyez sur CHOOS, mettez en valeur l'option voulue dans la liste et appuyez sur OK .
 - Appuyez sur ② suivi de la première lettre de l'option voulue. Vous devrez peut-être répéter cette étape pour les types de tracés qui commencent par la même lettre (par exemple Polar, Parametric, Pr-Surface, Ps-Contour).
- 3. Saisissez des nouvelles valeurs (ou acceptez celles en cours) pour les différents paramètres de traçage du type sélectionné. Le chapitre 23, "Types de tracés", présente en détail les 15 types de tracés disponibles, ainsi que les paramètres de traçage et les options d'affichage. La plupart des types de tracés possèdent un deuxième écran auquel vous accédez en appuyant sur OPTS et qui contient les options d'affichage relatives au tracé considéré.
- 4. Lorsque vous avez défini les valeurs, les paramètres et les options, effectuez l'une des opérations suivantes :
 - Appuyez sur ERASE DRAW pour "effacer" le contenu de PICT et exécuter le tracé en fonction de vos spécifications. Vous voyez l'exécution du tracé et vous y avez accès dès qu'il est terminé. L'environnement PICTURE offre différents types d'analyses et d'enrichissements une fois le tracé terminé (voir plus loin).
 - Appuyez sur DRAW pour superposer le tracé à l'image précédente figurant dans *PICT*.
 - Appuyez sur NXT OK pour sauvegarder les paramètres et options et revenir à la pile sans exécuter le tracé.
 - Appuyez sur (NXT) CHNCL (ou (CANCL)) pour rétablir les paramètres et options existant avant que vous n'apportiez des modifications et pour revenir à la pile sans exécuter le tracé.

Pour tracer une équation simple :

- Procédez comme pour tracer une expression, en prenant note toutefois des différences suivantes lorsque le type de tracé est Function:
 - Pour des équations dont le membre gauche contient uniquement le nom de la variable dépendante (telle que $y = 4x^2 7x + 29$), seule l'expression du membre droit est tracée.
 - Pour des équations dont le membre gauche contient une expression autre que le nom de la variable dépendante (comme $\sin x = \cos x$), les expressions gauche et droite sont toutes les deux tracées.

Pour tracer un groupe d'expressions ou d'équations :

- 1. Appuyez sur (PLOT) pour ouvrir l'application PLOT.
- 2. Effectuez l'une des opérations suivantes afin d'entrer une liste des expressions ou équations dans le champ EQ:.
 - Si toutes les expressions ou équations sont stockées dans des variables, appuyez sur CHOOS, utilisez les touches fléchées pour mettre en valeur chaque expression ou équation tour à tour, puis sélectionnez-les à l'aide de ✔CHK. Vous obtenez dans le champ EQ: une liste de toutes les équations cochées en appuyant sur OK.
 - Appuyez sur ♠ (} pour commencer une liste, puis saisissez chaque expression ou équation comme élément de la liste.

 Appuyez sur ENTER pour introduire la liste dans EQ:.
 - Combinez les deux méthodes précédentes en sélectionnant, à l'aide de CHOOS, les expressions et les équations stockées dans des variables de façon à constituer une liste, saisissez celle-ci dans le champ EQ:, puis modifiez la liste en utilisant EDIT. Vous pouvez ajouter, insérer ou modifier des équations de la liste.

Notez que chaque expression ou équation du groupe doit être appropriée au type de tracé donné (voir le chapitre 23 pour de plus amples informations). De plus, lorsque des équations (contenant le signe =) figurent dans une liste à tracer selon le type Function, seules les expressions du membre droit de chaque équation sont tracées. Celles du membre gauche sont ignorées. Vous pouvez réorganiser certaines équations afin qu'elles deviennent des expressions (ou des équations dont le membre gauche est égal à zéro).

- 3. Si nécessaire, saisissez les valeurs des paramètres de traçage et des options d'affichage.
- 4. Pour les types de tracés Function, Polar et Parametric, cochez le champ SIMULT (écran PLOT OPTIONS), si vous voulez que les tracés de toutes les expressions et équations de la liste soient exécutés simultanément. Sinon, les tracés sont exécutés séquentiellement (comme c'est le cas pour les autres types de tracés).
- 5. Appuyez sur ERASE DRAW (ou seulement sur DRAW si vous ne souhaitez pas effacer l'image ou le tracé précédent).

Coordonnées du curseur : mode standard et mode TRACE

22 Pour afficher les coordonnées du curseur :

■ Tout en visualisant le tracé, appuyez sur (X,Y) pour masquer le menu et afficher les coordonnées (en unités-utilisateur) du curseur en cours. Appuyez sur (NXT) pour rappeler le menu et annuler l'affichage des coordonnées.

Chaque fois qu'un tracé est exécuté soit entièrement, soit dans le cadre d'un zoom, le curseur s'affiche en mode graphique *standard*. En mode standard, une pression sur , , , a ou v déplace le curseur dans la direction indiquée indépendamment du tracé. Dans ce mode, les coordonnées en cours sont celles du pixel situé à l'intersection des axes vertical et horizontal du pointeur en croix.

Certains types de tracés proposent un autre mode de déplacement du curseur : le mode TRACE. Dans ce mode, le curseur saute d'un point tracé à un autre le long de la fonction, au lieu de suivre les lignes et les colonnes de pixels. TRACE s'affiche dans le menu lorsque le mode TRACE est actif

Pour activer et désactiver le mode TRACE :

 ■ Tout en visualisant le tracé, appuyez sur TRACE pour activer ce mode. Le symbole s'affiche dans le libellé de menu correspondant. Réappuyez sur TRAC pour désactiver ce mode. L'exécution d'un zoom ou d'une autre fonction qui redessine le graphique désactive automatiquement le mode TRACE.

Pour les tracés de type Function, Polar et Parametric, le mode TRACE redéfinit les touches fléchées. de le déplacent le curseur vers l'arrière et vers l'avant le long du tracé de l'équation en cours. Si plusieurs fonctions sont tracées, de l'off font "sauter" le curseur de l'une à l'autre. Vous pouvez appuyer sur (X,Y) pendant que le mode TRACE est actif afin d'afficher les coordonnées des points sur le graphe.

Clavier dans l'environnement PICTURE

L'environnement PICTURE redéfinit le clavier de telle sorte que seules quelques touches sont actives. Il s'agit des touches décrites ci-après :

Touche	Description
Touches de	Se comportent normalement et exécutent les
menu	opérations indiquées par le libellé de menu.
NXT	Affiche la page de menu suivante.
	Déplace le curseur dans la direction indiquée. Lorsque le mode TRACE est actif, le déplacement du curseur est fonction du contenu et du type de tracé (voir le chapitre 23).
PICTURE	Active et désactive le mode de défilement. Le mode de défilement masque le menu et le curseur et, si le contenu de <i>PICT</i> est plus grand que l'affichage, permet de le visualiser en entier, par défilement, à l'aide des touches du curseur.
(CLEAR)	Efface l'image. Il s'agit d'un raccourci pour EDIT NXT ERASE.
(T) (VIEW)	Affiche l'équation en cours tant que la touche est maintenue enfoncée. Si le mode TRACE est actif, affiche la fonction en cours de traçage.

Touche	Description
DEL	Efface la zone rectangulaire définie par le curseur et
	la marque. Il s'agit d'un raccourci pour EDIT
	NXT DEL .
STO	Place une copie de l'image en cours dans la pile, en
	tant qu'objet graphique. Il s'agit d'un raccourci pour
	EDIT (NXT) PICT+.
ENTER	Introduit les coordonnées en cours du curseur dans la
	pile sous forme de nombre complexe. Il s'agit d'un
	raccourci pour EDIT (NXT) NXT X, Y→.
(CANCEL)	Renvoie à l'affichage à partir duquel l'environnement
	PICTURE a été appelé.
×	Définit une marque à la position du curseur. Il s'agit
	d'un raccourci pour EDIT (NXT) MARK. La
	marque repère une extrémité d'une plage. Vous
	pouvez ensuite déplacer le curseur pour indiquer
	l'autre extrémité.
	Active et désactive les libellés de menu, permettant
	d'afficher la partie du tracé qui est masquée par les
	libellés. Il s'agit d'un raccourci pour EDIT (NXT)
	MENU.
\oplus	Active et désactive l'affichage des coordonnées du
	curseur. Joue le même rôle que (X, Y).
(+/-)	Fait alterner l'aspect du curseur. Celui-ci est soit
	toujours sombre (par défaut), soit sombre sur un
	fond clair et clair sur un fond sombre.

Zooms

Les fonctions de zoom dans l'environnement PICTURE permettent de détailler une région donnée du tracé (par un zoom d'agrandissement) ou au contraire d'avoir une vue plus globale que l'affichage en cours (zoom d'éloignement).

Le zoom redessine le tracé en calculant de nouveaux paramètres d'affichage. Il constitue donc un raccourci d'accès à l'application PLOT, en permettant de changer les valeurs des paramètres d'affichage pour redessiner le tracé. Cependant, les zooms ne sont pas compatibles avec tous les types de tracés.

Définition des valeurs de zoom par défaut

Plusieurs opérations de zoom utilisent le facteur de zoom et les paramètres de l'option de recentrage en cours que vous définissez vous-même.

Pour définir les facteurs de zoom :

 Appuyez sur ZOOM ZFACT pour ouvrir le masque ZOOM FACTORS.



Ecran ZOOM FACTORS

- 2. Saisissez les facteurs multiplicateurs des axes horizontal et vertical pour l'agrandissement et l'éloignement (ainsi que pour quelques autres types de zoom). Notez que le zoom d'éloignement multiplie l'échelle par le facteur, alors que le zoom d'agrandissement divise l'échelle par le facteur.
- 3. Définissez l'option de recentrage à utiliser. Si vous ne cochez pas le champ RECENTER AT CROSSHAIRS, l'affichage après le zoom est centré sur le même point qu'avant le zoom. Lorsque ce champ est

BOXZ

coché, l'affichage après le zoom est centré autour du point où se trouvait le curseur en croix au moment du zoom.

4. Appuyez sur OK .

Sélection d'un zoom

Pour effectuer un zoom :

- 1. Tout en visualisant le tracé, amenez le curseur sur le point voulu (si le zoom à utiliser l'exige) et appuyez sur ZOOM.
- 2. Sélectionnez un zoom (voir la description de chacun d'eux dans les pages suivantes).

Zoom sur fenêtre. Permet de dessiner un rectangle

	autour de la région cible, puis de l'agrandir de telle
	sorte qu'elle occupe tout l'écran. Amenez le curseur
	sur un angle de la région cible avant de sélectionner
	ce zoom.
ZIN	Zoom d'agrandissement. Diminue les échelles
	verticale et horizontale en fonction des facteurs de
	zoom en cours.
ZOUT	Zoom d'éloignement. Augmente les échelles verticale
	et horizontale en fonction des facteurs de zoom en
	cours.
ZSQR	Zoom sur carré. Change l'échelle verticale de telle
	sorte qu'elle corresponde à l'échelle horizontale.
ZDFLT	Zoom par défaut. Réaffiche le tracé en utilisant
	les plages d'affichage par défaut intégrées. Ignore
	l'option de recentrage.
HZIN	Agrandissement horizontal. Diminue l'échelle
	horizontale en fonction du facteur de zoom en cours
	sans affecter l'échelle verticale.
HZOUT	Eloignement horizontal. Augmente l'échelle
	horizontale en fonction du facteur de zoom en cours
	sans affecter l'échelle verticale.
YZIN	Agrandissement vertical. Diminue l'échelle verticale
	en fonction du facteur de zoom en cours sans affecter
	l'échelle horizontale.
VZOUT	Eloignement vertical. Augmente l'échelle verticale en
	fonction du facteur de zoom en cours sans affecter
	l'échelle horizontale.

CNTR	Recentrage sur curseur. Réaffiche le tracé autour du
	point où se trouvait le curseur en croix au moment
	de la pression de CNTR. Remplace l'option de
	recentrage par défaut.
ZAUTO	Définition automatique de l'échelle. Redéfinit l'axe
	vertical par calcul automatique intégré de l'échelle
	sans affecter l'échelle horizontale.
ZDECI	Zoom décimal. Redéfinit l'axe horizontal de telle
	sorte que chaque pixel égale exactement 1/10ième
	d'unité. N'affecte pas l'axe vertical.
ZINTG	Zoom entier. Redéfinit l'axe horizontal de telle sorte
	que chaque pixel égale exactement 1 unité. N'affecte
	pas l'axe vertical.
ZTRIG	Zoom trigonométrique. Redéfinit l'axe horizontal de
	telle sorte que 10 pixels égalent $\frac{\pi}{2}$ unités, et l'axe
	vertical de telle sorte que chaque groupe de 10 pixels
	soit égal à une unité.
ZLAST	Zoom précédent. Redessine l'affichage tel qu'il était
	avant le dernier zoom. Ignore l'option de recentrage.

Analyse des fonctions

Le menu PICTURE FCN permet d'analyser le comportement mathématique des courbes. Utilisez le curseur graphique pour indiquer la région ou le point d'intérêt du graphe, puis exécutez le calcul souhaité à partir du menu. Vous pouvez calculer des valeurs de fonctions, des pentes, les aires inférieures d'une courbe, des racines, des extrema ou autres points critiques, ainsi que les intersections de deux courbes. Il est possible aussi de tracer les dérivées de fonctions tracées.

Pour l'analyse d'une fonction, le type de tracé en cours doit être Function. En outre, EQ doit contenir une équation ou une liste d'équations ou d'expressions, mais pas de programme.

Si EQ est une liste d'expressions, les opérations du menu FCN n'utilisent que le premier (ou le premier et le second) élément de la liste. L'opération $\boxed{\texttt{NXEQ}}$ permet d'effectuer une permutation circulaire de la liste de sorte que des expressions différentes occupent les première et deuxième places.

Pour analyser une fonction tracée :

- 1. Tout en visualisant le tracé, appuyez sur FCN.
- 2. Appuyez sur () pour amener le curseur sur le point à analyser. (Pour certaines opérations, le curseur doit simplement se trouver *proche* du point.)
- 3. Appuyez sur la touche de menu correspondant à l'opération d'analyse voulue (voir tableau plus loin).
- 4. Appuyez sur FICT (dans la deuxième page du menu FCN) pour revenir au menu initial PICTURE.

Lorsque vous effectuez une opération d'analyse de fonction, le HP 48 procède comme suit :

- Il place le curseur sur le point correspondant de la fonction (si ce point figure dans l'affichage).
- Il affiche un message dans l'angle inférieur gauche de l'affichage indiquant le résultat.
- Il renvoie le résultat dans la pile sous forme d'objet identifié.

Menu PICTURE FCN

Touche	Description	
FCN (dans le menu PICTURE) :		
ROOT	Racine. Le curseur se positionne sur une racine (intersection de la fonction et de l'axe x) et la valeur de la racine s'affiche. Si la racine ne se trouve pas dans la zone d'affichage, le message OFF SCREEN apparaît brièvement avant que la valeur calculée ne s'affiche. S'il existe plusieurs racines, l'extracteur calcule la racine la plus proche du curseur. Pour une équation, il cherche une racine de l'expression dans le membre droit de l'équation.	
ISECT	Intersection. Si une seule fonction est tracée, le curseur se positionne sur une racine (comme avec $ROOT$). Si plusieurs fonctions sont tracées, il se place sur l'intersection la plus proche et affiche les coordonnées (x,y) . Si l'intersection la plus proche ne se trouve pas dans la zone d'affichage, le message OFF SCREEN précède brièvement l'affichage des coordonnées de l'intersection.	
SLOPE	Pente. Calcule et affiche la pente de la fonction à la valeur x du curseur et place le curseur sur le point de la fonction où la pente a été calculée.	
AREA	Aire. Calcule et affiche l'aire inférieure d'une courbe entre deux valeurs de l'axe des x définies par la marque et le curseur. (Avant d'exécuter cette opération, appuyez sur \mathbf{x} pour marquer une extrémité de l'axe des x , puis placez le curseur sur l'autre extrémité.)	
SHADE	Ombrage. Si une seule fonction est tracée, ombre la région entre les valeurs de l'axe des x , définies par la marque et le curseur, et entre la fonction et l'axe des x . S'il existe deux fonctions tracées, ombre la région entre les deux fonctions et entre les valeurs de l'axe des x , définies par la marque et le curseur.	

Menu PICTURE FCN (suite)

Touche	Description
EXTR	Extremum. Amène le curseur sur un extremum (minimum ou maximum local) ou un autre point critique et affiche les coordonnées (x,y) . Si l'extremum le plus proche ou le point d'inflexion ne figure pas dans la zone d'affichage, le message OFF SCREEN précède brièvement l'affichage de la valeur.
F(X)	Valeur d'une fonction. Affiche la valeur d'une fonction à la valeur x en cours du curseur et amène le curseur en ce point sur la courbe de la fonction.
F	Tracé de dérivée. Trace la première dérivée de la fonction et retrace la fonction d'origine. Ajoute aussi l'expression symbolique de la première dérivée au contenu de EQ . (Si EQ est une liste, F' ajoute l'expression au début de la liste. Si EQ n'est pas une liste, F' crée une liste et insère l'expression au début de celle-ci.)
TANL	Tangente. Dessine la tangente de la fonction en cours à la valeur x représentée par le curseur. L'équation de la tangente est renvoyée dans la pile.
NXEQ	Equation suivante. Effectue une rotation circulaire de la liste dans EQ et affiche l'équation à présent en début de liste. (La seconde équation est passée au début de la liste et la première à la fin.)

Présentation des variables réservées de PLOT

Avec l'application PLOT, il est facile de spécifier les plages d'affichage et de tracé, l'échelle, la résolution des tracés, ainsi que bien d'autres caractéristiques de traçage.

Toutes les informations concernant un tracé sont automatiquement stockées dans un petit groupe de *variables réservées* auxquelles vous avez directement et librement accès. Comme il s'agit de variables stockées dans des répertoires, chaque répertoire peut contenir une version différente de ces variables réservées.

EQ

EQ contient l'équation en cours ou le nom de la variable la contenant.

Dans le cadre de l'application PLOT, "l'équation" que contient EQ peut être l'un des objets suivants :

- Un objet algébrique simple ou un nom contenant un objet algébrique simple.
- Un nombre réel (ou un nombre complexe pour le type de tracé Parametric) ou un nom contenant un nombre réel.
- Un programme qui n'extrait rien de la pile et qui fournit exactement un résultat réel (ou complexe pour le type de tracé Parametric) ou un nom contenant un programme de ce type.
- Une liste contenant n'importe quelle combinaison des trois possibilités précédentes ou le nom d'une liste de ce type. Bien que tous les éléments soient tracés, le premier élément de la liste est toujours considéré comme l'équation en cours.

Σ DAT

 ΣDAT contient la matrice statistique en cours ou le nom de cette matrice. Elle est utilisée à la place de EQ par les trois types de tracés statistiques : Scatter, Bar et Histogram.

ZPAR

ZPAR stocke les informations de zoom : les facteurs d'échelles horizontale et verticale, un indicateur de recentrage et (parfois) une copie de PPAR utilisable par l'opération Zoom précédent (ZLAST). ZPAR contient une liste des objets suivants :

- ε facteur h facteur v indicateur de recentrage

PPAR

Le HP 48 utilise une variable intégrée nommée PPAR afin de stocker les paramètres de traçage. D'une manière générale, vous spécifiez les paramètres au moyen des commandes de PLOT et PLOT OPTIONS. PPAR contient une liste constituée des objets suivants :

 $\{ (x_{\min}, y_{\min}) (x_{\max}, y_{\max}) \text{ indep res axes ptype depend } \}$

Contenu de la liste PPAR

Elément	Description	Par défaut
$(x_{ m min},y_{ m min})$	Nombre complexe représentant les coordonnées de l'angle inférieur gauche de la plage d'affichage.	(-6.5, -3.1)
(x_{\max}, y_{\max})	Nombre complexe représentant les coordonnées de l'angle supérieur droit de la plage d'affichage.	(6.5,3.2)
indep	Variable indépendante. Le nom de la variable ou une liste contenant son nom et deux nombres réels (plage de traçage horizontale).	X
res	Résolution. Pour des équations, nombre réel ou entier binaire représentant l'intervalle entre des points tracés. Pour des données statistiques, la signification varie.	0 (points tracés dans chaque colonne de pixels)
axes	Nombre complexe représentant les coordonnées de l'intersection des axes, ou liste contenant l'intersection et les libellés (chaînes) des deux axes. Le type de tracé Diff Eq utilise cet élément d'une manière spécifique (voir page 23-11). Cet élément peut aussi contenir des informations sur l'intervalle de graduation des axes.	(0,0)
ptype	Nom de commande spécifiant le type de tracé.	FUNCTION
depend	Variable dépendante. Le nom de la variable ou une liste contenant le nom et deux nombres réels (plage de traçage verticale). Le type de tracé Diff Eq utilise cet élément d'une manière spécifique (voir chapitre 23).	Y

Pour réinitialiser PPAR à sa valeur par défaut :

■ Appuyez sur ← PLOT FPAR RESET. L'opération RESET réinitialise tous les paramètres de *PPAR* à leurs valeurs par défaut (sauf le type de tracé), efface *PICT*, dont elle rétablit également la taille par défaut.

VPAR

VPAR contient les valeurs en cours qui déterminent la vue volumique, le point de vue et la densité de traçage pour les six types de tracés destinés aux fonctions à deux variables. Voir page 23-23 pour une explication complète sur le lien entre ces paramètres et l'affichage du tracé

VPAR est une liste de nombres réels :

 $\{X_{\text{left}} \ X_{\text{right}} \ Y_{\text{near}} \ Y_{\text{far}} \ Z_{\text{low}} \ Z_{\text{high}} \ XX_{\text{left}} \ XX_{\text{right}} \ YY_{\text{left}} \ YY_{\text{right}} \ X_{\text{eyept}} \ Y_{\text{eyept}} \ X_{\text{N}} \ Y \}$

Contenu de la liste VPAR

Elément	Description	Par défaut
$X_{ m left}$	La plus petite valeur de sortie (vue volumique) pour l'axe x (largeur) à tracer.	-1
$X_{ m right}$	La plus grande valeur de sortie (vue volumique) pour l'axe x (largeur) à tracer.	1
$Y_{ m near}$	La plus petite valeur de sortie (vue volumique) pour l'axe y (profondeur) à tracer.	-1
$Y_{ m far}$	La plus grande valeur de sortie (vue volumique) pour l'axe y (profondeur) à tracer.	1
Z_{low}	La plus petite valeur de sortie (vue volumique) pour l'axe z (hauteur) à tracer.	-1

Contenu de la liste VPAR (suite)

Elément	Description	Par défaut
$Z_{ m high}$	La plus grande valeur de sortie (vue volumique) pour l'axe z (hauteur) à tracer.	1
XX_{left}	La plus petite valeur pour l'axe horizontal du plan d'entrée.	-1
$XX_{ m right}$	La plus grande valeur pour l'axe horizontal du plan d'entrée.	1
$YY_{ m left}$	La plus petite valeur pour l'axe vertical du plan d'entrée.	-1
$YY_{ m right}$	La plus grande valeur pour l'axe vertical du plan d'entrée.	1
$X_{ m eyept}$	La coordonnée de l'axe x pour le point de vue.	0
$Y_{ m eyept}$	La coordonnée de l'axe y pour le point de vue. Elle doit toujours être inférieure au moins de un à la valeur Y_{near} .	-3
$Z_{ m eyept}$	La coordonnée de l'axe z pour le point de vue.	0
$N_{\mathbf{X}}$	Nombre de colonnes du treillis tracé. Utilisé à la place de l'élément res de PPAR ou en association avec lui.	10
$N_{ m Y}$	Nombre de lignes du treillis tracé. Utilisé à la place de l'élément res de PPAR ou en association avec lui.	8

Σ PAR

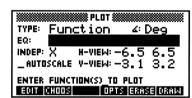
 ΣPAR est utilisée conjointement avec ΣDAT dans les tracés de type statistique. Elle contient soit la liste des paramètres statistiques en cours, soit le nom de la variable contenant cette liste. Voir page 21-14 pour de plus amples informations sur cette variable réservée.

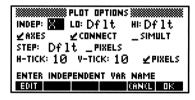
Types de tracés

Tracés de type Function

Le type de tracé Function trace des équations qui renvoient une fonction f(x) unique pour chaque valeur de x. Il s'agit du type de tracé par défaut et du seul qui permette d'utiliser les outils d'analyse PICTURE FCN (voir chapitre 22).

Paramètres par défaut du tracé FUNCTION





Masque PLOT du tracé Function

Affiche le mode d'angle en cours. Pour en changer,

appuyez une ou plusieurs fois sur (+/-) ou utilisez

CHOOS.

EQ: Saisissez l'expression, l'équation ou le programme en

cours à tracer. Dans le cas de fonctions multiples, il peut s'agir d'une liste d'expressions, d'équations ou de programmes. Les noms des variables contenant ces objets (ou les listes) sont utilisables à la place des

objets eux-mêmes.

INDEP: Saisissez le nom de la variable indépendante.

H-VIEW: Entrez la plage d'affichage horizontale dans les deux

champs, la limite inférieure à gauche et la limite supérieure à droite. Pour saisir des limites calculées,

utilisez (NXT) CALC (voir page 24-6).

V-VIEW: Entrez la plage d'affichage verticale dans les deux

champs, la limite inférieure à gauche et la limite supérieure à droite. Pour saisir des limites calculées,

utilisez (NXT) CHLC (voir page 24-6).

AUTOSCALE Lorsque ce champ est coché, la plage d'affichage

verticale est automatiquement mise à l'échelle sur la base d'un échantillonnage de 40 valeurs également espacées sur la plage horizontale. S'il n'est pas coché, la plage d'affichage verticale est déterminée par les

valeurs indiquées dans V-VIEW.

OPTS Ouvre le masque PLOT OPTIONS. ERASE Efface l'écran PICT (sans l'afficher).

DRAW Stocke toutes les valeurs à l'endroit adéquat dans les

variables réservées EQ et PPAR et dessine le tracé en conséquence en vous laissant dans l'environnement

PICTURE une fois le tracé terminé.

23 Masque PLOT OPTIONS du tracé Function

INDEF: Saisissez le nom de la variable indépendante, si

nécessaire.

LO: Entrez la plus petite valeur de la variable

indépendante que vous voulez tracer. Le domaine de traçage peut différer de la plage d'affichage (voir page 24-3). Pour utiliser une limite calculée, utilisez (NXT)

CHLC (voir page 24-6).

HI: Entrez la plus grande valeur de la variable

indépendante que vous voulez tracer. Le domaine de traçage peut différer de la plage d'affichage (voir page 24-3). Pour utiliser une limite calculée, utilisez (NXT)

CHLC (voir page 24-6).

AXES Lorsque ce champ est coché (par défaut), les axes des

coordonnées sont dessinés avec le tracé. Sinon, ils

n'apparaissent pas.

CONNECT Lorsque ce champ est coché (par défaut), les points

tracés sont reliés par des segments de ligne. Sinon,

seuls les points tracés sont affichés.

SIMULT Lorsque ce champ est coché, plusieurs fonctions

sont tracées simultanément : un point est tracé pour chacune des fonctions à une valeur type donnée, alternativement pour les différents points d'échantillonnage choisis. Si ce champ n'est pas coché

(par défaut), les fonctions sont tracées l'une après l'autre : tous les points sont tracés pour la première fonction avant que le premier point de la seconde fonction ne soit tracé, etc.

STEP:

Cette option détermine la résolution du tracé. Il s'agit de la distance horizontale (en unités ou en pixels, voir le champ suivant) entre deux points tracés. Plus le pas est grand, plus le tracé est rapide mais moins on v voit de détail. Les pas plus petits permettent un tracé plus détaillé, mais aussi plus long à réaliser. Le pas par défaut pour le tracé de type Function est de 1/10ième d'unité.

PIXELS Lorsque ce champ est coché, le pas est interprété de façon à représenter des pixels. Sinon (valeur par défaut), il représente des unités.

Entrez l'intervalle de graduation sur l'axe horizontal. H-TICK Il peut être déterminé en pixels ou en unités, selon l'état du champ PIXELS (voir ci-dessus). L'intervalle par défaut est de 10 pixels.

V-TICK Entrez l'intervalle de graduation sur l'axe vertical. Il peut être déterminé en pixels ou en unités, selon l'état du champ PIXELS (voir ci-dessus). L'intervalle par défaut est de 10 pixels.

Lorsque ce champ est coché (par défaut), l'intervalle PIXELS de graduation spécifié dans H-TICK et V-TICK est interprété pour représenter des pixels. Sinon, il représente des unités.

Mode TRACE

- (et (déplacent le curseur le long du tracé de la fonction en cours.
- (A) et (V) font passer le curseur d'une fonction à une autre en cas de traçage de plusieurs fonctions.

Considérations spéciales

■ Les expressions algébriques dans EQ: peuvent contenir un nombre quelconque de variables. Toutefois, toutes les variables, sauf la variable indépendante, doivent fournir un résultat égal à un nombre réel pour que EQ: soit tracée. Sinon, vous obtenez le message

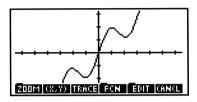
d'erreur Undefined Name (voir la liste des messages d'erreur à l'annexe B).

Exemple: Affichez le tracé XSIN: $x + \sin x$ fourni en exemple. Si

nécessaire, tapez TEACH pour installer le répertoire

EXAMPLES. Appuyez ensuite sur:

VAR EXAM PLOTS (NXT) XSIN

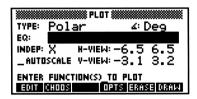


Une fois le tracé exécuté, appuyez sur CANCEL PLOT pour revoir les masques PLOT qui ont généré le tracé. Exercez-vous à changer des valeurs ou des paramètres et à redessiner le tracé.

Tracés de type Polar

Le type de tracé Polar trace des fonctions décrites selon le système de coordonnées polaires $f(\theta)$. La variable indépendante est l'angle polaire θ .

Paramètres par défaut du tracé POLAR





Masque PLOT du tracé Polar

Affiche le mode d'angle en cours. Pour en changer, appuyez une ou plusieurs fois sur +/- ou utilisez CHOOS.

EQ: Saisissez l'expression, l'équation ou le programme à

tracer.

IMDEP: Entrez le nom de la variable indépendante. Pour

entrer θ , la variable polaire la plus courante, appuyez

 $\operatorname{sur}(\alpha) (\rightarrow) F.$

H-VIEW: Saisissez la plage d'affichage horizontale dans les deux

champs, la limite inférieure à gauche et la limite

supérieure à droite.

V-VIEW: Saisissez la plage d'affichage verticale dans les deux

champs, la limite inférieure à gauche et la limite

supérieure à droite.

AUTOSCALE Lorsque cette option est cochée, la plage d'affichage

verticale est automatiquement mise à l'échelle sur la base d'un échantillonnage de 40 valeurs également espacées sur la plage horizontale. Du fait que le HP 48 calcule une plage d'affichage des axes x et y adéquate en fonction de l'angle θ , les échelles des axes x et y obtenues peuvent différer. Si ce champ n'est pas coché, la plage d'affichage verticale est déterminée

par les valeurs indiquées dans V-VIEW.

OPTS Ouvre le masque PLOT OPTIONS. ERASE Efface l'écran *PICT* (sans l'afficher).

DRAW Stocke toutes les valeurs à l'endroit voulu dans les

variables réservées EQ et PPAR, puis dessine le tracé en conséquence en vous laissant dans l'environnement

PICTURE une fois le tracé terminé.

Masque PLOT OPTIONS du tracé Polar

INDEF: Entrez le nom de la variable indépendante.

LO: Entrez la plus petite valeur de la variable

indépendante que vous voulez tracer. Pour les tracés polaires, le domaine de traçage est différent de la

plage d'affichage.

HI: Saisissez la plus grande valeur de la variable

indépendante que vous voulez tracer. Le domaine de traçage est toujours différent de la plage d'affichage pour les tracés polaires car la variable indépendante

est distincte de celle de l'axe horizontal.

AXES Voir le type de tracé Function.
CONNECT Voir le type de tracé Function.
SIMULT Voir le type de tracé Function.

STEF: Ce champ détermine la résolution du tracé. Il s'agit

de l'intervalle entre deux points tracés. Le pas par défaut pour les tracés de type Polar est de 2 degrés

ou $\pi/90$ radians.

PIXELS Laissez sans coche pour les tracés polaires.

H-TICK Voir le type de tracé Function.
V-TICK Voir le type de tracé Function.
PIXELS Voir le type de tracé Function.

Mode TRACE

- det léplacent le curseur le long du tracé de la fonction en cours. d'amène sur la valeur suivante la plus faible de la variable indépendante, et les sur la valeur suivante la plus élevée de la variable indépendante. Il peut en résulter un déplacement dans le sens contraire de celui des touches fléchées. Il est possible de dessiner un tracé polaire dans la plage θ ≥ 0, de sorte que vous pouvez appuyer indéfiniment sur le en mode TRACE, même au-delà de l'intervalle tracé.
- et ▼ font passer le curseur d'une fonction à une autre lorsque plusieurs fonctions sont tracées.

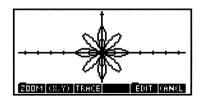
Considérations spéciales

■ Sauf indication contraire, les tracés polaires sont dessinés sur un cercle complet de la variable indépendante θ (0 à 360 degrés, 2π radians ou 400 grades selon le mode d'angle en cours).

Exemple : Affichez le tracé polaire fourni en exemple, ROSE: $r=2\cos4\theta$. Si nécessaire, tapez TEACH pour installer le

répertoire EXAMPLES. Appuyez ensuite sur :

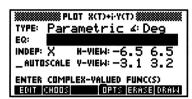
VAR EXAM PLOTS ROSE

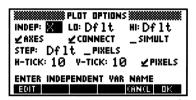


Une fois le tracé terminé, appuyez sur CANCEL PLOT pour revoir les masques PLOT qui ont généré le tracé. Exercez-vous à changer des valeurs ou des paramètres et à redessiner le tracé.

Tracés de type Parametric

Paramètres par défaut du tracé PARAMETRIC





Masque PLOT du tracé Parametric

Affiche le mode d'angle en cours. Pour en changer,

appuyez une ou plusieurs fois sur (+/-) ou utilisez

CHOOS.

Entrez l'expression, l'équation ou le programme

à tracer. Le type Parametric exige qu'un nombre complexe soit renvoyé lorsque EQ est évaluée (voir Considérations spéciales plus loin). EQ peut contenir une liste d'expressions, d'équations ou de programmes si vous tracez plusieurs fonctions. Les noms des

variables contenant ces objets (ou leurs listes) sont utilisables à la place des objets eux-mêmes.

INDEP: Entrez le nom de la variable indépendante

(généralement T).

H-VIEW: Saisissez la plage d'affichage horizontale dans les deux

champs, la limite inférieure à gauche et la limite

supérieure à droite.

V-VIEW: Saisissez la plage d'affichage verticale dans les deux

champs, la limite inférieure à gauche et la limite

supérieure à droite.

AUTOSCALE Lorsque ce champ est coché, la plage d'affichage

verticale est automatiquement mise à l'échelle sur la base d'un échantillonnage de 40 valeurs également espacées sur la plage horizontale. Lorsqu'il n'est pas coché, la plage d'affichage verticale est déterminée par

les valeurs indiquées dans V-VIEW.

OPTS Ouvre le masque PLOT OPTIONS.

ERASE Efface l'écran PICT (sans l'afficher).

23

DRAW Stocke toutes les valeurs à l'endroit adéquat dans les

variables réservées EQ et PPAR, puis dessine le tracé en conséquence en vous laissant dans l'environnement

PICTURE une fois le tracé terminé.

Masque PLOT OPTIONS du tracé Parametric

INDEP: Saisissez le nom de la variable indépendante.

LO: Saisissez la plus petite valeur de la variable

indépendante que vous voulez tracer. Le domaine

de traçage pour les tracés Parametric diffère généralement de la plage d'affichage (voir page 24-3).

HI: Saisissez la plus grande valeur de la variable

indépendante que vous voulez tracer. Le domaine de traçage peut différer de la plage d'affichage (voir page

24-3).

AXES Voir le type de tracé Function.

CONNECT Voir le type de tracé Function.

SIMULT Voir le type de tracé Function.

STEP: Ce champ détermine la résolution du tracé. Il s'agit

de la distance horizontale (en unités ou en pixels, voir le champ suivant) entre deux points tracés. Le pas par défaut pour Parametric est un intervalle égal à

 $\frac{1}{130}$ ième de la différence entre les valeurs LO et HIGH

du domaine de traçage (en unités).

PIXELS Lorsque ce champ est coché, le pas est interprété en

pixels. Sinon (valeur par défaut), il représente des

unités.

H-TICK Voir le type de tracé Function. V-TICK Voir le type de tracé Function. PIXELS Voir le type de tracé Function.

Mode TRACE

■ det déplacent le curseur le long du tracé de la fonction en cours. d'amène sur la valeur suivante la plus faible de la variable indépendante, et sur la valeur suivante la plus élevée de la variable indépendante. Il peut en résulter un déplacement dans le sens contraire de celui des touches fléchées. Il est possible de dessiner un tracé paramétrique sur une plage illimitée de la variable indépendante, de sorte que vous pouvez appuyer indéfiniment sur

- ▶ ou ◀ en mode TRACE mode, même au-delà de l'intervalle tracé.
- et **v** font passer le curseur d'une fonction à une autre lorsque plusieurs fonctions sont tracées.

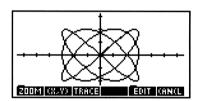
Considérations spéciales

- Les expressions algébriques doivent être saisies sous la forme complexe '(F,G)':, où F et G sont des expressions impliquant la variable indépendante.
- Les programmes ne doivent rien extraire de la pile et doivent renvoyer un nombre complexe.

Exemples

Exemple 1 : Affichez le tracé paramétrique fourni en exemple, LISSA: $x(t) = 3\sin 3t, y(t) = 2\sin 4t$. Si nécessaire, tapez TEACH pour installer le répertoire EXAMPLES. Appuyez ensuite sur :

(VAR) EXAM PLOTS LISSA



Une fois le tracé exécuté, appuyez sur CANCEL PLOT pour revoir les masques PLOT qui ont généré le tracé. Exercez-vous à changer des valeurs et des paramètres et à redessiner le tracé.

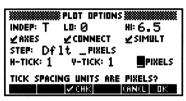
Exemple 2: Les deux particules ci-dessous entrent-elles en collision entre t=0 et t=6.5 ou leurs trajectoires (traces) se croisent-elles simplement?

Particule 1 : $x(t) = \frac{16}{3} - \frac{8}{3}t$, y(t) = 4t - 5. Particule 2 : $x(t) = 2\sin\frac{\pi}{2}t$, $y(t) = -3\cos\frac{\pi}{2}t$.

Etape 1: Dans le masque PLOT, saisissez une liste contenant les deux expressions paramétriques en regard de EQ: ('16/3-8/3*T+i*(4*T-5)' '2*SIN(π/2*T)+i*(-3*COS(π/2*T))')

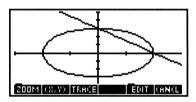
Etape 2 : Définissez la variable indépendante, les plages de traçage et d'affichage, le mode de traçage simultané et l'intervalle de graduation comme indiqué :

INDEP: TLO: ØHI: 6.5 H-VIEW: -3 3 V-VIEW: -5 5 \(\docume{S}\) SIMULT H-TICK: 1 V-TICK: 1 _PIXELS



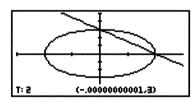
Etape 3 : Effacez PICT et dessinez le tracé. Vérifiez si les deux tracés activent le même pixel en même temps, ce qui signifie une collision possible.

OK ERASE DRAW



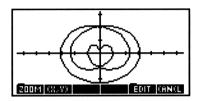
Etape 4: Après avoir examiné le tracé, vous supposez que le point (0,3) est un point probable de collision. Activez TRACE pour visualiser les coordonnées, puis amenez le curseur sur le point en question. Notez que cela se produit en t=2, ce qui prouve, après remplacement dans les équations initiales, qu'il y a collision.

TRACE (X,Y) **autant que** nécessaire



Tracés de type Differential Equation

Le traçage d'équations différentielle est traité en détail au chapitre 19. Pour consulter un autre exemple de tracé de ce type, installez le didacticiel TEACH (si ce n'est déjà fait) et appuyez sur EXAM PLOTS DEQ :



Considérations spéciales

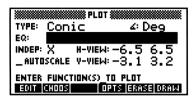
■ Dans ce type de tracé, l'élément axes de PPAR est traité d'une manière particulière. En effet, au lieu des libellés d'axes, il doit contenir des entiers. Ceux-ci indiquent quel composant de solution tracer sur chaque axe ("0" désigne la variable indépendante, "1" indique le premier (ou unique) composant de la solution, "2" le second composant (pour une solution vectorielle), etc.

Tracés de type Conic

L'équation relative à une section conique est de second degré ou moins pour x et y. Par exemple, les équations suivantes sont toutes valables pour tracer des sections coniques :

$$x^2 + y^2 + 4x + 2y - 5 = 0$$
 (cercle)
 $5x^2 + 3y^2 - 18 = 0$ (ellipse)
 $x^2 - 4x + 3y + 2 = 0$ (parabole)
 $2x^2 - 3y^2 + 3y - 5 = 0$ (hyperbole)

Paramètres par défaut du tracé CONIC





Masque PLOT du tracé Conic

Affiche le mode d'angle en cours. Pour en changer,

appuyez une ou plusieurs fois sur (+/-) ou utilisez

CHOOS.

EQ: Saisissez l'expression, l'équation ou le programme à

tracer.

INDEP: Saisissez le nom de la variable indépendante.

H-VIEW: Entrez la plage d'affichage horizontale dans les deux

champs, la limite inférieure à gauche et la limite

supérieure à droite.

V-VIEW: Entrez la plage d'affichage verticale dans les deux

champs, la limite inférieure à gauche et la limite

supérieure à droite.

OPTS Ouvre le masque PLOT OPTIONS.

ERASE Efface l'écran PICT (sans l'afficher).

DRAW Stocke toutes les valeurs à l'endroit adéquat dans les

variables réservées EQ et PPAR, puis dessine le tracé en conséquence en vous laissant dans l'environnement

PICTURE une fois le tracé terminé.

Masque PLOT OPTIONS du tracé Conic

INDEP: Saisissez le nom de la variable indépendante.

LO: Entrez la plus petite valeur de la variable

indépendante que vous voulez tracer.

Entrez la plus grande valeur de la variable

indépendante que vous voulez tracer. Le domaine de traçage peut différer de la plage d'affichage (voir page

24-3).

AXES Voir le type de tracé Function.
CONNECT Voir le type de tracé Function.

HI:

DEPHD: Saisissez la variable dépendante (ou la seconde

variable indépendante).

STEP: Ce champ détermine la résolution du tracé. Il s'agit

de la distance horizontale (en unités ou en pixels, voir le champ suivant) entre deux points tracés. Le pas par

défaut pour Conic est un intervalle égal à 1 pixel.

PIXELS Lorsque ce champ est coché, le pas est interprété de

façon à représenter des pixels. Sinon (valeur par

défaut), il représente des unités.

H-TICK Voir le type de tracé Function. V-TICK Voir le type de tracé Function.

PIXELS Voir le type de tracé Function.

Considérations spéciales

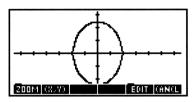
■ Pour les tracés coniques, le HP 48 trace en réalité les deux branches de la section conique séparément. Ceci peut créer une ou deux discontinuités dans le graphe relié. La spécification d'un pas de taille réduite (en diminuant l'intervalle entre deux points tracés) permet de supprimer ces discontinuités visuelles.

 Si l'indicateur -1 (valeurs principales) est armé, le tracé Conic n'affichera que la branche principale (la moitié du tracé). Désarmez l'indicateur -1 et redessinez le tracé pour obtenir toute la section conique.

■ Les équations supérieures au second degré dans la variable indépendante ou dépendante sont converties en approximations de Taylor de second degré correspondantes avant le traçage.

■ Le tracé Conic est utile pour tracer des systèmes d'équations à deux variables où aucune des équations n'est supérieure au second degré dans l'une ou l'autre des variables (voir pour information l'exemple 2 de la partie "Tracés de type Truth").

Exemple : Affichez le tracé conique fourni en exemple, ELLIP: $5x^2 + 3y^2 - 18 = 0$. Si nécessaire, tapez TEACH pour installer le répertoire EXAMPLES. Appuyez ensuite sur :



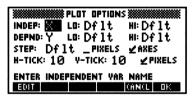
Une fois le tracé terminé, appuyez sur CANCEL PLOT pour revoir les masques PLOT qui ont généré le tracé. Exercez-vous à changer des valeurs ou des paramètres et à redessiner le tracé.

Tracés de type Truth

Les tracés de type Truth (booléen) évaluent des expressions qui renvoient la valeur "vrai" (tout nombre réel différent de zéro) ou "faux" (0). Au niveau des coordonnées de chaque pixel, le pixel est activé si l'expression est vraie et il ne change pas si elle est fausse.

Paramètres par défaut du tracé TRUTH





Masque PLOT du tracé Truth

Affiche le mode d'angle en cours. Pour en changer,

appuyez une ou plusieurs fois sur +/- ou utilisez

CHOOS.

EQ: Saisissez l'expression booléenne, l'inégalité ou le

programme à tracer.

INDEP: Saisissez le nom de la variable indépendante. Elle sera

tracée sur l'axe horizontal.

23

H-VIEW: Saisissez la plage d'affichage horizontale dans les deux

champs, la limite inférieure à gauche et la limite

supérieure à droite.

V-VIEW: Saisissez la plage d'affichage horizontal dans les deux

champs, la limite inférieure à gauche et la limite

supérieure à droite.

OPTS Ouvre le masque PLOT OPTIONS. ERASE Efface l'écran PICT (sans l'afficher).

DRAW Stocke toutes les valeurs à l'endroit adéquat dans les

variables réservées EQ et PPAR, puis dessine le tracé en conséquence en vous laissant dans l'environnement

PICTURE une fois le tracé terminé.

Masque PLOT OPTIONS du tracé Truth

INDEP: Saisissez le nom de la variable indépendante.

LO: Entrez la plus petite valeur de la variable

indépendante que vous voulez tracer. Le domaine de traçage pour les tracés Truth diffère généralement de

la plage d'affichage (voir page 24-3).

HI: Entrez la plus grande valeur de la variable

indépendante que vous voulez tracer. Le domaine de traçage pour les tracés Truth diffère généralement de

la plage d'affichage (voir page 24-3).

DEPND: Saisissez la variable dépendante (ou la seconde

variable indépendante). Elle sera tracée sur l'axe

vertical.

Entrez la plus petite valeur de la variable dépendante

que vous voulez tracer.

HI: Entrez la plus grande valeur de la variable dépendante

que vous voulez tracer.

STEP: Ce champ détermine la résolution du tracé. Il s'agit

de la distance horizontale (en unités ou en pixels, voir le champ suivant) entre deux points tracés. Le pas par

défaut pour les tracés Truth est égal à 1 pixel.

PIXELS Lorsque ce champ est coché, le pas est interprété de

telle sorte qu'il représente des pixels. Sinon (valeur

par défaut), il représente des unités.

AXES Voir le type de tracé Function.
H-TICK Voir le type de tracé Function.
V-TICK Voir le type de tracé Function.
PIXELS Voir le type de tracé Function.

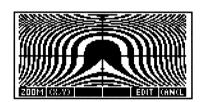
Considérations spéciales

■ Sauf indication contraire, chaque pixel de l'affichage est évalué. Pour un affichage plein écran, cela signifie que EQ doit être évaluée 8 384 fois (au lieu de 131 fois pour un tracé moyen de type Function). Vous pouvez accélerer le processus en spécifiant un domaine de traçage x et y plus petit (voir l'exemple 2 ci-après).

Exemples

Exemple 1 : Affichez le tracé de type Truth fourni en exemple, PTRN: $(x^2 + y^3) \mod 2 \ge 4$. Si nécessaire, tapez TEACH pour installer le répertoire EXAMPLES. Appuyez ensuite sur :

(VAR) EXAM PLOTS PTRN



Une fois le tracé terminé, appuyez sur CANCEL PLOT pour revoir les masques PLOT qui ont généré le tracé. Exercez-vous à changer des valeurs ou des paramètres et à redessiner le tracé.

Exemple 2 : Tracez les solutions pour le système d'inégalités suivant : x + y > 2, 4y < x + 8, 2y > 3x - 6.

Etape 1 : Créez une expression booléenne simple : 'X+Y\\\2 AND $4*Y\leq$ X+8 AND $2*Y\\\3*X-6$ '. Stockez-la dans la variable INEQ.

Etape 2 : Créez une liste des trois inégalités avec les signes d'inégalité convertis en signes "égal" (=) : { 'X+Y=2' '4*Y=X+8' '2*Y=3*X-6' }. Stockez cette liste dans la variable NEQL.

Etape 3: Lancez l'application PLOT, choisissez le type de tracé Comic, réinitialisez les valeurs de traçage par défaut et placez NEQL dans le champ EQ:

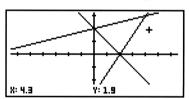




Etape 4: Effacez PICT et tracez les trois courbes. (Notez que ces équations répondent aux exigences propres aux tracés de type Conic.) Une fois le dessin terminé, utilisez (X, Y) pour déterminer la zone d'intérêt concernant les inégalités.

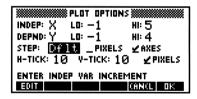
```
ERASE DRAW (X, Y)

▲ ▼ ◆ ou ► autant que nécessaire
```



Etape 5 : Revenez au masque PLOT, choisissez le type de tracé
Truth, placez l'expression booléenne INEQ dans le champ
EQ: et réduisez le domaine de traçage à la zone d'intérêt
que vous avez déterminée en examinant le tracé Conic.

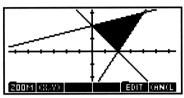




23

Etape 6 : Dessinez le tracé de type Truth, sans effacer PICT. Le tracé Truth va se superposer aux lignes précédemment dessinées.

OK DRAW



Les tracés statistiques

Il est possible de tracer des données statistiques de trois façons :

- Tracé de type Scatter. Pour deux variables, dont les valeurs à chaque point de données sont représentées par un point dans le plan x-y.
- Tracé de type Bar. Pour une variable, dont la valeur à chaque point de données séquentiel est représentée par une barre verticale.
- Tracé de type Histogram. Pour une variable : le nombre de fois que sa valeur correspond à des plages données (ou *blocs*) est représenté par une barre verticale.

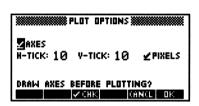
Les tracés statistiques utilisent des données stockées dans la variable matricielle réservée ΣDAT , qui joue, pour les données statistiques, le même rôle que EQ pour le tracé et la résolution des fonctions.

Tracés de type Histogram

L'histogramme répartit la plage des valeurs d'une variable en un certain nombre de *blocs* et, pour chaque bloc, représente le nombre de points de données pour lesquels la valeur de la variable "tombe" dans le bloc. Ce type de tracé montre la *fréquence relative*, la valeur y maximale étant le nombre total de points de données.

Paramètres par défaut du tracé HISTOGRAM





Masque PLOT du tracé Histogram

EDAT: Saisissez la matrice de données ou le nom de la

matrice qui contient les données à tracer.

COL: Saisissez le numéro de colonne dans la variable ΣDAT

qui contient les données à tracer.

WID: Indiquez la largeur de barre souhaitée. La largeur par

défaut est d'une unité-utilisateur.

H-VIEW: Saisissez la plage d'affichage horizontale (en

unités-utilisateur) dans les deux champs, la limite inférieure à gauche et la limite supérieure à droite.

V-VIEW: Saisissez la plage d'affichage verticale (en

unités-utilisateur) dans les deux champs, la limite inférieure à gauche et la limite supérieure à droite.

AUTOSCALE: Lorsque ce champ est coché, la plage d'affichage

horizontale est définie de façon à correspondre à la plage de données figurant dans la colonne ΣDAT sélectionnée, et la plage verticale est définie afin que toutes les barres tiennent verticalement dans l'affichage, indépendamment de la distribution réelle. Si ce champ n'est pas coché, l'affichage dépend des plages indiquées dans les champs H-VIEW et V-VIEW.

OUVIE le masque PLOT OPTIONS. ERASE Efface l'écran PICT (sans l'afficher). DRAW Stocke toutes les valeurs à l'endroit adéquat dans

les variables réservées ΣDAT , PPAR et ΣPAR et dessine le tracé en conséquence, en vous laissant dans l'environnement PICTURE une fois le tracé terminé.

Masque PLOT OPTIONS du tracé Histogram

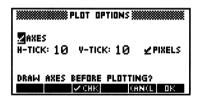
AXES	Voir le type de tracé Function.
H-TICK	Voir le type de tracé Function.
V-TICK	Voir le type de tracé Function.
PIXELS	Voir le type de tracé Function.

Tracés de type Bar

Le diagramme à barres représente les valeurs d'une variable dans l'ordre de leur apparition dans la matrice statistique.

Paramètres par défaut du tracé BAR





Masque PLOT du tracé Bar

EDAT: Saisissez la matrice de données ou le nom de la

matrice contenant les données à tracer.

COL: Entrez le numéro de colonne dans la variable ΣDAT

qui contient les données à tracer.

WID: Saisissez la largeur de barre souhaitée. La largeur par

défaut est égale à 1 unité-utilisateur.

H-VIEW: Saisissez la plage d'affichage horizontale (en

unités-utilisateur) dans les deux champs, la limite inférieure à gauche et la limite supérieure à droite. V-VIEW: Saisissez la plage d'affichage verticale (en

unités-utilisateur) dans les deux champs, la limite inférieure à gauche et la limite supérieure à droite.

AUTOSCALE: Lorsque ce champ est coché, la plage d'affichage

horizontale est définie de 0 à n, où n correspond au nombre de points de données figurant dans ΣDAT ; la plage d'affichage verticale est définie afin que toutes les barres tiennent verticalement dans l'affichage et WID: est égale à la valeur par défaut (1 unité par barre). Si ce champ n'est pas coché, l'affichage dépend des valeurs indiquées dans les champs H-VIEW et

V-VIEW.

OPTS Ouvre le masque PLOT OPTIONS. ERASE Efface l'écran PICT (sans l'afficher).

DRAW Stocke toutes les valeurs à l'endroit adéquat dans

les variables réservées ΣDAT , PPAR et ΣPAR et dessine le tracé en conséquence en vous laissant dans l'environnement PICTURE une fois le tracé terminé.

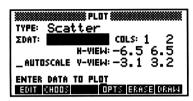
Masque PLOT OPTIONS du tracé Bar

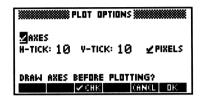
AXES	Voir le type de trace Function.
H-TICK	Voir le type de tracé Function.
V-TICK	Voir le type de tracé Function.
PIXELS	Voir le type de tracé Function.

Tracés de type Scatter

Un tracé en nuage de points représente la relation entre deux variables, en traçant un point pour chaque paire de coordonnées x-y. Si les variables présentent une corrélation statistique, les points doivent se grouper le long d'une courbe représentant le modèle statistique.

Paramètres par défaut du tracé SCATTER





Masque PLOT du tracé Scatter

ΣDAT: Saisissez la matrice de données ou le nom de la

matrice contenant les données à tracer.

COLS: Entrez les numéros de colonnes dans la variable

 ΣDAT qui contient les données à tracer. Le champ gauche indique la colonne à tracer le long de l'axe horizontal et le champ droit, la colonne à tracer le

long de l'axe vertical.

H-VIEW: Saisissez la plage d'affichage horizontale (en

unités-utilisateur) dans les deux champs, la limite inférieure à gauche et la limite supérieure à droite.

V-VIEW: Saisissez la plage d'affichage verticale (en

unités-utilisateur) dans les deux champs, la limite inférieure à gauche et la limite supérieure à droite.

AUTOSCALE: Lorsque ce champ est coché, les plages d'affichage

horizontale et verticale sont définies pour que tous les points tracés s'affichent en utilisant un minimum d'espace supplémentaire. S'il n'est pas coché, l'affichage se limite aux valeurs indiquées dans les

champs H-VIEW et V-VIEW.

OPTS Ouvre le masque PLOT OPTIONS. ERASE Efface l'écran PICT (sans l'afficher).

DRAW Stocke toutes les valeurs à l'endroit adéquat dans

les variables réservées ΣDAT , PPAR et ΣPAR et dessine le tracé en conséquence en vous laissant dans l'environnement PICTURE une fois le tracé terminé.

Masque PLOT OPTIONS du tracé Scatter

AXES Voir le type de tracé Function. H-TICK Voir le type de tracé Function. V-TICK Voir le type de tracé Function. PIXELS Voir le type de tracé Function.

Considérations spéciales

■ Une fois terminé le tracé Scatter, appuyez sur STATL pour le superposer au tracé du modèle de régression en cours. Ceci modifie provisoirement le type de tracé, qui devient "Function", de sorte que l'exécution d'un zoom redessine la courbe de régression mais non les données du nuage de points.

Traçage de fonctions à deux variables

Il existe six types de tracés permettant de visualiser des fonctions à deux variables. Certains simulent un affichage 3D, d'autres proposent des vues 2D distinctes d'une fonction sous-jacente (mais non affichée) en trois dimensions.

Grille d'échantillonnage

Les fonctions à deux variables indépendantes requièrent deux entrées pour générer un résultat. Le HP 48 utilise une grille d'échantillonnage de points en deux dimensions dont les coordonnées fournissent les deux entrées requises.

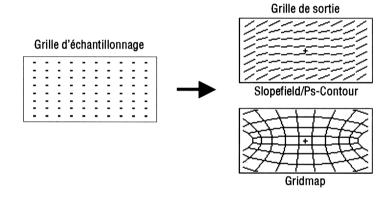
Les six types de tracés qui utilisent des fonctions à deux variables permettent de déterminer la taille de la grille d'échantillonnage. Par défaut, elle contient 80 points, soit 10 colonnes de 8 lignes. L'augmentation de ce nombre de points entraı̂ne une augmentation du temps requis pour exécuter le tracé, ainsi que du niveau de détail du tracé.

Cependant, pour les tracés de fonctions à deux variables, un niveau de détail élevé ne se traduit pas toujours par un tracé plus significatif. Chaque combinaison de type de tracé et de fonction possède sa propre grille intégrée optimale, ni trop petite afin de refléter correctement la fonction, ni trop grande pour ne pas occulter les aspects importants. Vous devrez sans doute faire plusieurs essais de dimensionnement de la grille pour tracer votre première fonction.

Grille de sortie

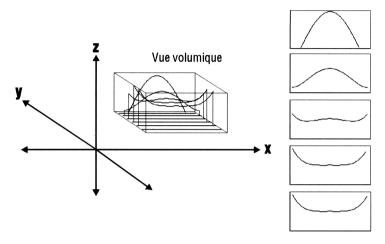
Les six types de tracés transforment la grille d'échantillonnage en grille de sortie en utilisant la fonction dans ce processus. Cependant, chaque type de tracé emploie la grille d'échantillonnage de manière différente.

Trois d'entre eux (Slopefield, Ps-Contour et Gridmap) prennent chaque ensemble de coordonnées échantillon et utilisent l'équation en cours pour les transformer en grille de sortie en deux dimensions permettant de visualiser la nature de l'équation de transformation. Le tracé affiché n'est rien de plus que cette grille de sortie en deux dimensions.



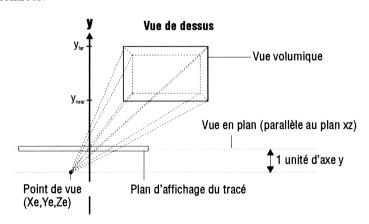
Transformation de la grille d'échantillonnage en grille de sortie

Un quatrième type de tracé, Y-Slice, exécute la même transformation que le tracé Wireframe mais affiche le résultat de façon tout à fait différente. Au lieu de représenter en une seule fois la totalité de la surface de sortie, le tracé Y-Slice trace, les unes après les autres, des sections transversales 2D de la surface perpendiculaires à l'axe y. Il dessine un tracé pour chaque ligne de la grille d'échantillonnage. Une fois dessinées toutes les "sections", il crée et exécute une animation dont chaque "section" constitue un plan. Ceci permet de visualiser une section se déplaçant à travers la surface calculée.



Vue Y-Slice

Les deux derniers, Wireframe et Pr-Surface, transforment la grille d'échantillonnage 2D en une surface de sortie en trois dimensions. Le tracé que vous visualisez correspond à la surface de sortie visualisée depuis une certaine position, ou point de vue. La seule partie de la surface tracée correspond à la région de l'espace 3D, appelée vue volumique, définie par des plages sur chacun des trois axes de coordonnées.



Relation entre le point de vue, la vue volumique et le plan d'affichage du tracé

Notez que le système de coordonnées en trois dimensions du HP 48 est quelque peu limité comparé à sa contrepartie mathématique abstraite. En particulier :

- Le plan d'affichage du tracé ne peut effectuer de rotation dans l'espace. Il reste parallèle au plan x-z et perpendiculaire à l'axe y. Cela signifie que l'on visualise la "hauteur" le long le l'axe z, la "largeur" le long de l'axe x et la profondeur le long de l'axe y.
- L'axe y (profondeur) est toujours orienté (point de vue) de sorte que les valeurs négatives de y sont "plus proches" et les positives "plus éloignées" du plan d'affichage du tracé.
- Le point de vue doit au moins être "plus proche" d'une unité par rapport à y_{near} ($y_e \le y_{near} 1$) et ne peut jamais se situer à "l'intérieur" de la vue volumique. Lorsque vous déplacez le point de vue, vous déplacez aussi le plan d'affichage du tracé : il recule ainsi exactement d'une unité le long de l'axe y.
- Vous ne pouvez pas tracer de vue "de dessus" d'une fonction (vue d'en haut sur le plan x-y) en déplaçant simplement le point de vue. (Néanmoins, vous pouvez le simuler en transformant les coordonnées.)

Tracés de type Slopefield

Le type de tracé Slopefield dessine un réseau de segments dont les pentes représentent la valeur de la fonction, (x,y), en leur milieu. Ce type de tracé permet de percevoir les courbes intégrales de l'équation différentielle y' = F(x,y). Il est particulièrement utile pour comprendre la "constante arbitraire" dans les primitives.

Paramètres par défaut du tracé SLOPEFIELD





Masque PLOT du tracé Slopefield

Affiche le mode d'angle en cours. Pour en changer,

appuyez sur +-- une ou plusieurs fois ou utilisez

CHOOS.

EQ: Saisissez l'expression, l'équation ou la fonction-

utilisateur en cours à tracer. Les noms de variables contenant des expressions, des équations ou des fonctions-utilisateur sont utilisables à la place des

objets eux-mêmes.

INDEP: Saisissez le nom d'une des variables indépendantes.

STEPS: Entrez le nombre de colonnes de la grille

d'échantillonnage.

DEPND: Saisissez le nom de la seconde variable indépendante.

STEPS: Entrez le nombre de lignes de la grille

d'échantillonnage.

OPTS Ouvre le masque PLOT OPTIONS. ERASE Efface l'écran PICT (sans l'afficher).

DRAW Stocke toutes les valeurs à l'endroit adéquat dans

les variables réservées EQ, PPAR et VPAR et dessine le tracé en conséquence en vous laissant dans l'environnement PICTURE une fois le tracé terminé.

Masque PLOT OPTIONS du tracé Slopefield

X-LEFT: Saisissez la plage d'affichage horizontale correspondant

X-RIGHT: à la première variable indépendante (introduite dans

INDEP).

Y-NEAR: Saisissez la plage d'affichage verticale correspondant

Y-FAR: à la seconde variable indépendante (introduite dans

DEPND).

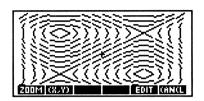
Exemples

Exemple 1 : Affichez le tracé Slopefield fourni en exemple, SPFLD:

 $y' = \frac{(x^2-1)}{(y^2-1)}$. Si nécessaire, tapez TEACH pour installer le

répertoire EXAMPLES. Appuyez ensuite sur :

(VAR) EXAM PLOTS (NXT) SPFLD



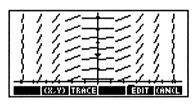
Une fois le tracé terminé, appuyez sur CANCEL PLOT pour revoir les masques PLOT qui ont généré le tracé. Exercez-vous à changer des valeurs ou des paramètres et à redessiner le tracé.

Exemple 2: Exécutez le tracé Slopefield de l'équation différentielle $y'(x) = x^2$. Puis superposez la solution de l'équation à une condition initiale particulière.

Etape 1: Dans le masque PLOT, saisissez l'expression ('X^2') dans EQ:, puis définissez les plages d'affichage à [-3 3] (horizontale) et [-1 5] (verticale). Conservez les valeurs par défaut pour les autres champs.

Etape 2: Exécutez le tracé Slopefield.

ERASE DRAW



Etape 3: Activez le mode TRACE, placez-vous sur un point dans l'angle inférieur gauche de l'écran et appuyez sur ENTER pour introduire les coordonnées dans la pile.

Etape 4: Revenez au masque PLOT et choisissez le type de tracé Diff Eq. Puis, mettez en valeur le champ INIT: de la variable de solution et appuyez sur NXT CALC DROP afin de placer le point de coordonnées (une liste d'identification) au niveau 1 de la pile.

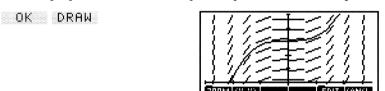
Etape 5: Appuyez sur (PRG) LIST OBJ+ (DROP) pour retirer l'identification sur le label INPUT. Appuyez sur OBJ+

(DROP) pour séparer les deux coordonnées, puis sur

(CONT) OK pour stocker la coordonnée y comme valeur initiale de la solution.

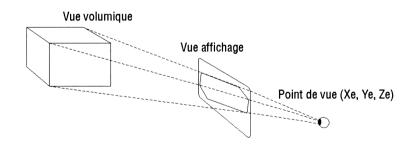
- Etape 6: Mettez en valeur le champ INIT: de la variable indépendante et appuyez sur CALC DROP OK pour récupérer la coordonnée x comme valeur indépendante initiale. Définissez ensuite la valeur FINAL: à 3.
- Etape 7: Définissez la taille du pas à 0.1, l'intervalle de graduation à 1 unité sur les deux axes, et assurez-vous que ceux-ci seront tracés.

Etape 8 : Exécutez le tracé sans effacer au préalable de façon à superposer le tracé Diff Eq sur le précédent tracé Slopefield.



Tracés de type Wireframe

Le type de tracé Wireframe dessine une vue "fil de fer" oblique, en perspective et en trois dimensions, de la surface déterminée par une fonction Z = F(x,y). Chaque point de la grille d'échantillonnage est projeté en perspective sur le plan d'affichage du tracé le long de la ligne qui relie l'échantillon au point de vue (X_e, Y_e, Z_e) .



Projection en perspective

Les échantillons voisins sont reliés par des lignes droites. La grille d'échantillonnage est déterminée par la "base" de la vue volumique $(X_{\rm left}, X_{\rm right}, Y_{\rm near}, Y_{\rm far})$.

Paramètres par défaut du tracé WIREFRAME





Masque PLOT du tracé Wireframe

Affiche le mode d'angle en cours. Pour en changer,

appuyez une ou plusieurs fois sur (+/-) ou utilisez

CHOOS.

EQ: Saisissez l'expression, l'équation ou la fonction-

utilisateur à tracer. Les noms de variables contenant des expressions, des équations ou des fonctions-utilisateur sont utilisables à la place des

objets eux-mêmes.

INDEP: Saisissez le nom de l'une des variables indépendantes.

STEPS: Entrez le nombre de colonnes de la grille

d'échantillonnage.

DEPND: Saisissez le nom de la seconde variable indépendante.

STEPS: Entrez le nombre de lignes de la grille

d'échantillonnage.

OPTS Ouvre le masque PLOT OPTIONS. ERASE Efface l'écran PICT (sans l'afficher).

DRAW Stocke toutes les valeurs à l'endroit adéquat dans

les variables réservées EQ, PPAR et VPAR et

dessine le tracé en conséquence en vous laissant dans l'environnement PICTURE une fois le tracé terminé.

Masque PLOT OPTIONS du tracé Wireframe

X-LEFT: Entrez la plage de l'axe x ("largeur") de la vue

X-RIGHT: volumique.

23

Y-NEAR: Entrez la plage de l'axe y ("profondeur") de la vue

Y-FAR: volumique.

Z-LOW: Entrez la plage de l'axe z ("hauteur") de la vue

Z-HIGH: volumique.

XE: Saisissez la coordonnée x du point de vue. Utilisez le

point central de la plage de l'axe x de la vue volumique pour "centrer" le tracé horizontalement dans le plan

d'affichage.

YE: Saisissez la coordonnée y du point de vue. Elle doit

être inférieure d'au moins une unité à la valeur de Y-NEAR: ci-dessus. Plus la différence entre YE: et Y-NEAR: est grande, plus le tracé semble "vu de loin".

ZE: Saisissez la coordonnée z du point de vue. Utilisez le

point central de la plage de l'axe z de la vue volumique pour "centrer" le tracé verticalement dans le plan

affichage

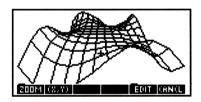
d'affichage.

Exemple: Affichez le tracé Wireframe fourni en exemple, WIRE:

 $z = x^3y - xy^3$. Si nécessaire, tapez TEACH pour installer

le répertoire EXAMPLES. Appuyez ensuite sur :

VAR EXAM PLOTS (NXT)
WIRE



Une fois le tracé terminé, appuyez sur CANCEL PLOT pour revoir les masques PLOT qui ont généré le tracé. Exercez-vous à changer des valeurs ou des paramètres et à redessiner le tracé.

Le type de tracé Ps-Contour trace un lacis de segments tangents à un contour de la fonction (courbe satisfaisant F(x,y)=constante). Il calcule une tangente pour chaque point de la grille d'échantillonnage. Le tracé Ps-Contour génère un contour "rapide" qui permet de repérer les courbes intégrales (contours) sans les tracer réellement.

Paramètres par défaut du tracé PS-CONTOUR





23

Masque PLOT du tracé Ps-Contour

4: Affiche le mode d'angle en cours. Pour en changer,

appuyez une ou plusieurs fois sur (+/-) utilisez CHOOS.

Saisissez l'expression, l'équation ou la fonction-EQ:

utilisateur en cours à tracer. Les noms de

variables contenant des expressions, équations ou fonctions-utilisateurs sont utilisables à la place des

objets eux-mêmes.

Saisissez le nom d'une des variables indépendantes. INDEP:

STEPS: Entrez le nombre de colonnes de la grille

d'échantillonnage.

DEPND: Entrez le nom de la seconde variable indépendante.

Entrez le nombre de lignes de la grille STEPS:

d'échantillonnage.

Ouvre le masque PLOT OPTIONS. OPTS ERHSE Efface l'écran PICT (sans l'afficher).

Stocke toutes les valeurs à l'endroit adéquat dans DRAW

les variables réservées EQ, PPAR et VPAR, puis dessine le tracé en conséquence en vous laissant dans l'environnement PICTURE une fois le tracé terminé.

Masque PLOT OPTIONS du tracé Ps-Contour

X-LEFT: Saisissez la plage d'affichage horizontale correspondant

X-RIGHT: à la première variable indépendante (indiquée dans

INDEP).

Saisissez la plage d'affichage verticale correspondant Y-NEAR:

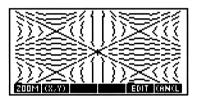
Y-FAR: à la seconde variable indépendante (indiquée dans

DEPND).

Affichez le tracé Ps-Contour fourni en exemple, PSCN: Exemple:

 $z=\frac{(x^2-1)}{(y^2-1)}.$ Si nécessaire, tapez TEACH pour installer le répertoire EXAMPLES. Appuyez ensuite sur :

(VAR) EXAM PLOTS (NXT) PSCN



Une fois le tracé exécuté, appuyez sur CANCEL PLOT pour revoir les masques PLOT qui ont généré le tracé. Exercez-vous à changer des valeurs ou des paramètres et à redessiner le tracé.

Tracés de type Y-Slice

Le tracé de type Y-Slice dessine une série de sections (chacune perpendiculaire à l'axe y) de la surface déterminée par l'équation en cours. Il exécute un tracé pour chaque ligne de la grille d'échantillonnage. Une fois toutes les "sections" terminées, il crée et exécute une animation dont chaque "section" constitue un plan. Ceci vous permet de visualiser une section se déplaçant à travers la surface calculée.

23

Paramètres par défaut du tracé Y-SLICE

TYPE: Y-S1	ice 4: Deg
INDEP: X	STEPS: 10
DEPND: Y	STEPS: 8
ENTER FUNCTI	ON(S)_TO PLOT
EDIT CHOOS	OPTS ERASE DRAW



Masque PLOT du tracé Y-Slice

Affiche le mode d'angle en cours. Pour en changer, **4:**

appuvez une ou plusieurs fois sur (+/-) ou utilisez

CHOOS.

Saisissez l'expression, l'équation ou la fonction-EQ:

utilisateur en cours à tracer. Les noms de

variables contenant des expressions, équations ou

fonctions-utilisateur sont utilisables à la place des

objets eux-mêmes.

Entrez le nom d'une des variables indépendantes. INDEP:

STEPS: Entrez le nombre de colonnes de la grille

d'échantillonnage.

Entrez le nom de la seconde variable indépendante. DEPND:

Entrez le nombre de lignes de la grille STEPS:

d'échantillonnage.

Ouvre le masque PLOT OPTIONS. ueta Efface l'écran PICT (sans l'afficher). ERASE

DRED Stocke toutes les valeurs à l'endroit adéquat dans

> les variables réservées EQ, PPAR et VPAR, puis dessine la série de tracés en conséquence. Une fois le tracé des sections terminé, il les anime en créant une

boucle perpétuelle. Appuyez sur (CANCEL) pour arrêter

l'animation.

Masque PLOT OPTIONS du tracé Y-Slice

X-LEFT: Saisissez la plage de l'axe x ("largeur") de la vue

X-RIGHT: volumique.

Y-NEAR: Saisissez la plage de l'axe y ("profondeur") de la vue

volumique. Y-FAR:

Z-LOW: Saisissez la plage de l'axe z ("hauteur") de la vue

Z-HIGH: volumique.

SAVE Lorsque ce champ est coché, la série de "sections" de

l'animation est placée dans la pile et le nombre de sections est mis au niveau 1. Lorsqu'il n'est pas coché, toutes les sections sauf celles en cours sont supprimées lorsque vous sortez de l'environnement PICTURE.

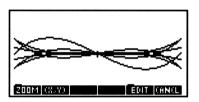
Exemple: Affichez le tracé Y-Slice fourni en exemple, SLICE:

 $z = x^3y - xy^3$. Si nécessaire, tapez TEACH pour installer

le répertoire EXAMPLES. Appuyez ensuite sur :

VAR) EXAM PLOTS (NXT) SLICE

Appuyez sur CANCEL pour arrêter l'animation.



Une fois le tracé terminé, appuyez sur CANCEL PLOT pour revoir les masques PLOT qui ont généré le tracé. Exercez-vous à changer des valeurs ou des paramètres et à redessiner le tracé.

Tracé de type Gridmap

Le tracé GRIDMAP transforme (mappe) la grille d'échantillonnage rectiligne en appliquant la fonction en cours à valeurs complexes. Les coordonnées (un nombre complexe) de chaque point de la grille constituent les données d'entrée de la fonction qui les projette ensuite dans la grille de sortie. Vous pouvez déterminer la taille de la partie affichée de la grille de sortie en adaptant les plages x et y pour la vue volumique.

Paramètres par défaut du tracé GRIDMAP





Masque PLOT du tracé Gridmap

Affiche le mode d'angle en cours. Pour en changer,

appuyez une ou plusieurs fois sur (+/-) ou utilisez

CHOOS.

EQ: Saisissez l'expression, l'équation ou la fonction-

utilisateur en cours à tracer. Les noms de

variables contenant des expressions, équations ou

fonctions-utilisateur sont utilisables à la place des

objets eux-mêmes. La fonction ou l'expression dans EQ

doit utiliser un nombre complexe comme argument.

INDEP: Saisissez le nom d'une des variables indépendantes.

STEP: Saisissez le nombre de colonnes de la grille

d'échantillonnage.

DEPND: Saisissez le nom de la seconde variable indépendante.

STEP: Saisissez le nombre de lignes de la grille

d'échantillonnage.

OPTS Ouvre le masque PLOT OPTIONS. ERASE Efface l'écran PICT (sans l'afficher).

Stocke toutes les valeurs à l'endroit adéquat dans

les variables réservées EQ, PPAR et VPAR, puis dessine le tracé en conséquence en vous laissant dans l'environnement PICTURE une fois le tracé terminé.

Masque PLOT OPTIONS du tracé Gridmap

X-LEFT: Saisissez la plage d'affichage horizontale.

X-RIGHT:

Y-NEAR: Saisissez la plage d'affichage verticale.

Y-FAR:

XX-LEFT: Saisissez la plage horizontale pour la grille

XX-RIGHT: d'échantillonnage d'entrée, correspondant à la première

variable indépendante (indiquée dans INDEP).

YY-NEAR: Saisissez la plage verticale pour la grille

YY-FAR: d'échantillonnage d'entrée, correspondant à la seconde

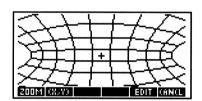
variable indépendante (indiquée dans DEPND).

Exemple: Affichez le tracé Gridmap fourni en exemple, GRID:

 $x+y\mathbf{i}\Rightarrow\sin{(x+y\mathbf{i})}.$ Si nécessaire, tapez TEACH pour installez le répertoire EXAMPLES. Appuyez ensuite

sur:

(VAR) EXAM PLOTS (NXT)



Une fois le tracé exécuté, appuyez sur CANCEL PLOT pour revoir les masques PLOT qui ont généré le tracé. Exercez-vous à changer des valeurs ou des paramètres et à redessiner le tracé.

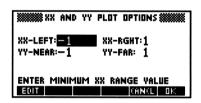
Tracés de type Parametric Surface

Le tracé de type Pr-Surface dessine une vue oblique, en perspective et en trois dimensions d'un modèle "fil de fer" de la surface déterminée par $F(u,v) = x(u,v)\mathbf{i} + y(u,v)\mathbf{j} + z(u,v)\mathbf{k}$ où u et v sont extraits de la grille d'échantillonnage (plages XX et YY). Le tracé Pr-Surface combine l'approche de traçage des coordonnées du type Gridmap avec le traçage en perspective et en trois dimensions du type Wireframe.

Paramètres par défaut du tracé PR-SURFACE







Masque PLOT du tracé Pr-Surface

Affiche le mode d'angle en cours. Pour en changer, appuyez une ou plusieurs fois sur +/- utilisez CHOOS.

EQ: Saisissez la fonction sous forme de liste contenant les objets algébriques représentant les composantes des vecteurs paramétriques.

INDEP: Saisissez le nom d'une des variables indépendantes.

STEP: Saisissez le nombre de colonnes de la grille d'échantillonnage.

DEPND: Saisissez le nom de la seconde variable indépendante.

STEP: Saisissez le nombre de ligne de la grille

d'échantillonnage.

OPTS Ouvre le masque PLOT OPTIONS. ERASE Efface l'écran PICT (sans l'afficher). DRAW Stocke toutes les valeurs à l'endroit adéquat dans

les variables réservées EQ, PPAR et VPAR, puis dessine le tracé en conséquence en vous laissant dans l'environnement PICTURE une fois le tracé terminé.

Masque PLOT OPTIONS du tracé Pr-Surface

X-LEFT: Entrez la plage de l'axe x ("largeur") de la vue

X-RIGHT: volumique.

Y-NEAR: Entrez la plage de l'axe y ("profondeur") de la vue

Y-FAR: volumique.

Z-LOW: Entrez la plage de l'axe z ("hauteur") de la vue

Z-HIGH: volumique.

XE: Entrez la coordonnée x du point de vue. Utilisez le

milieu de la plage de l'axe x de la vue volumique si vous voulez que le tracé soit "centré" horizontalement

dans l'affichage.

YE: Entrez la coordonnée y du point de vue. Il doit être

inférieur d'au moins une unité à la valeur de Y-NEAR: (ci-dessus). Plus la différence entre YE: et Y-NEAR:

est grande, plus le tracé semble "vu de loin".

ZE: Entrez la coordonnée z du point de vue. Utilisez le

milieu de la plage de l'axe z de la vue volumique si vous voulez que le tracé soit "centré" verticalement

dans l'affichage.

XX, YY Ouvre le masque XX AND YY PLOT OPTIONS qui

permet de saisir les plages de la grille d'échantillonnage.

Masque XX AND YY PLOT OPTIONS du tracé Pr-Surface

XX-LEFT: Saisissez la plage horizontale de la grille

XX-RIGHT: d'échantillonnage d'entrée.

YY-NEAR: Saisissez la plage verticale de la grille d'échantillonnage

YY-FAR: d'entrée.

Exemple:

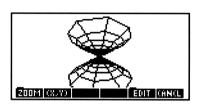
Affichez le tracé Pr-Surface fourni en exemple, PSUR:

 $F(u,v) = x(u,v)\mathbf{i} + y(u,v)\mathbf{j} + z(u,v)\mathbf{k} \text{ où } x(u,v) = u\cos v,$

 $y(u, v) = u \sin v$, et z(u, v) = u. Si nécessaire, tapez TEACH pour installer le répertoire EXAMPLES.

Appuyez ensuite sur:

VAR EXAM PLOTS (NXT) PSUR



Une fois le tracé exécuté, appuyez sur CANCEL PLOT pour revoir les masques PLOT qui ont généré le tracé. Exercez-vous à changer des valeurs ou des paramètres et à redessiner le tracé.

23

Libellé et localisation des axes

Pour libeller les axes des coordonnées avec les noms des variables:

■ Une fois le tracé terminé, appuyez sur EDIT (NXT) LABEL. Le nom des variables dépendantes et indépendantes ainsi que les coordonnées (en unités-utilisateur) des plus grandes et plus petites valeurs affichées pour chaque variable sont ajoutés au tracé. La figure ci-dessous montre les libellés ajoutés au tracé de x^2-2 en utilisant les valeurs par défaut.



Pour libeller les axes avec des libellés définis par l'utilisateur :

- 1. Appuyez sur (CANCEL) pour revenir à la pile, si nécessaire.
- 2. Saisissez une liste contenant les libellés des axes horizontal et vertical (sous forme de chaînes) : { "libellé-h" "libellé-v" }.
- 3. Appuyez sur (PLOT) PPAR (NXT) AXES pour enregistrer les libellés.
- 4. Appuyez sur (PICTURE) pour réafficher le tracé.
- 5. Appuyez sur EDIT (NXT) LABEL.

Pour que les axes se croisent en un point autre que (0,0) :

1. Depuis la pile, appuyez sur (4)({}).

24

- 2. Saisissez le nombre complexe contenant le point d'intersection voulu et appuyez sur (ENTER).
- 3. Appuyez sur PLOT PPAR NXT AXES pour enregistrer le point d'intersection.
- 4. Appuyez sur PLOT ERASE DRAW afin de redessiner le tracé avec ce nouveau point d'intersection.

Programmes de traçage et fonctions-utilisateur

Il est possible de tracer non seulement des expressions et des équations, mais aussi des programmes. De plus, ces expressions, équations et programmes peuvent inclure des fonctions-utilisateur.

Vous pouvez tracer un programme à condition qu'il n'extraie rien de la pile, qu'il utilise la variable indépendante et renvoie exactement un nombre non identifié dans la pile :

■ Résultat réel. Equivalent des expressions f(x) (type de tracé Function) et $r(\theta)$ (type de tracé Polar). Par exemple le programme :

« IF 'X<0' THEN '3*X^3-45*X^2+350' ELSE 1000 END»

exécute le tracé de:

$$f(x) = \begin{cases} 3x^3 - 45x^2 + 350 & \text{if } x < 0\\ 1000 & \text{if } x > 0 \end{cases}$$

Stockez le programme dans EQ, sélectionnez la définition automatique de l'échelle et dessinez le tracé.

■ Résultat complexe. Equivalent de (x(t), y(t)) (type de tracé Parametric). Ainsi le programme :

trace les équations paramétriques :

$$x = t^2 - 2$$
 and $y = t^3 - 2t + 1$

Stockez le programe dans EQ, faites de 'T' la variable indépendante, sélectionnez la définition automatique de l'échelle et exécutez le tracé.

Domaine de traçage et plage d'affichage

Le domaine de traçage est la plage de la (ou des) variable(s) indépendante(s) sur laquelle l'équation en cours est évaluée. Si vous ne spécifiez pas de domaine de traçage, le HP 48 utilise la plage d'affichage de l'axe x (spécifiée par XRNG dans (PLOT) ou par H-VIEW dans (PLOT). Cependant, vous pouvez spécifier un domaine de traçage différent de la plage d'affichage de l'axe x :

- Pour les tracés Polar et Parametric, la variable indépendante n'est pas associée à la variable de l'axe x, de sorte que vous spécifiez le domaine de traçage pour contrôler la plage de la variable indépendante.
- Pour les tracés Truth et Conic, vous pouvez réduire le temps de traçage en spécifiant des domaines plus petits que les plages d'affichage des axes x et y. Avec ces types de tracés, vous devez spécifier la variable dépendante, mais son domaine de tracage peut différer de la plage d'affichage de l'axe y.

Il est possible d'agrandir la taille de PICT (défaut = 131 x 34 pixels) et conserver soit les mêmes facteurs d'échelle x et y (ce qui étend la plage d'affichage), soit la même plage d'affichage (ce qui augmente l'échelle et semble "étirer" le tracé).

Pour vérifier la taille en cours de PICT :

■ Appuyez sur (PRG) PICT (PICT (RCL). La mention Graphic largeur × hauteur s'affiche : ce sont les dimensions de PICT.

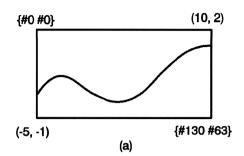
Pour modifier la taille de PICT :

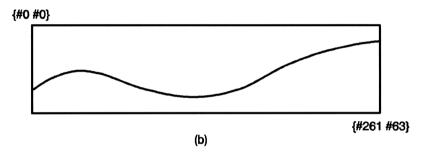
- Pour conserver la même échelle, saisissez deux nombres complexes (avec les délimiteurs ()) indiquant les coordonnées (en unités-utilisateur) des angles diagonalement opposés. Appuyez ensuite sur (PRG) FICT FDIM.
- Pour conserver les mêmes plages d'affichage, saisissez deux entiers binaires (avec # comme délimiteur) spécifiant les dimensions horizontale et verticale en pixels. Appuyez ensuite sur (PRG) PICT PDIM.

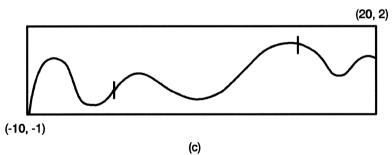
Le résultat de la commande PDIM (dimension de PICT) dépend du type de coordonnées (unités-utilisateur ou pixels), bien que les deux changent la taille de PICT.

Exemple: Supposons que PICT ait sa taille par défaut, montrée à la figure (a) ci-après.

> Pour doubler la plage x de PICT dans le sens horizontal en gardant les mêmes échelles (unités par pixel), saisissez (-10,-1) et (20,2) et appuyez sur PDIM. (Les dimensions de PICT deviennent #261 de largeur sur #64 de hauteur, exprimées en pixels.) Si vous redessinez le graphe, vous verrez un plus grand nombre de points aux deux extrémités, comme le montre la figure (c).







Modification de la taille de PICT

Pour étendre le domaine de traçage au-delà des limites de l'affichage:

1. Changez la taille de PICT de telle sorte qu'elle englobe le domaine de traçage. Saisissez deux nombres complexes (avec les délimiteurs ()) en indiquant (en unités-utilisateur) les coordonnées des angles diagonalement opposés. Appuyez ensuite sur (PRG) FICT PDIM.

- Ouvrez l'application PLOT et définissez le domaine de traçage et la plage d'affichage. Celle-ci peut être plus petite que le domaine de traçage.
- 3. Une fois les paramètres de tracé définis, appuyez sur ERASE DRAW afin d'exécuter le tracé. Vous ne voyez qu'une portion du tracé dans l'affichage.
- 4. Appuyez sur PICTURE et utilisez les touches fléchées pour vous déplacer et visualiser l'ensemble du tracé. Réappuyez sur PICTURE pour quitter le mode de défilement.

Pour utiliser des valeurs calculées dans les plages de traçage ou d'affichage :

- 1. Dans le masque PLOT ou PLOT OPTIONS, mettez en valeur le champ de la plage dont vous voulez calculer la valeur.
- 2. Appuyez sur NXT CALC pour pouvoir effectuer un calcul parallèle dans la pile.
- 3. Effectuez ce calcul. Ainsi, pour utiliser $\frac{3\pi}{4}$ comme extrémité, appuyez sur $3 \leftarrow \pi \times 4$ (÷).
- 4. Si ce n'est déjà fait, convertissez le résultat du niveau 1 en nombre réel en appuyant sur ♠NUM.
- 5. Appuyez sur OK pour renvoyer le résultat dans le champ d'origine.

Sauvegarde et restauration de tracés

Un tracé peut comporter plusieurs composants :

- L'image du tracé, un objet graphique.
- La ou les équations en cours stockée(s) dans la variable réservée EQ.
- Les paramètres du tracé en cours définis dans les masques PLOT et stockés dans la variable réservée *PPAR*, ainsi que dans *VPAR* pour les tracés en trois dimensions.
- Des indicateurs système qui déterminent les options de traçage ou d'affichage.

Vous pouvez sauvegarder un ou tous les composants dans une variable afin de les récupérer ultérieurement. A cet effet, voici deux suggestions intéressantes :

- 1. Sauvegardez uniquement l'image du tracé (le résultat) dans une variable. Il s'agit d'une procédure simple (voir plus loin), mais chaque image utilise environ un kilo-octet de mémoire.
- 2. Sauvegardez dans une liste le contenu de EQ, PPAR, VPAR (si nécessaire), ainsi que les indicateurs système. Vous pourrez ensuite reconstruire le tracé en restaurant chacune de ces valeurs.

Les procédures suivantes montrent comment appliquer ces deux méthodes à la sauvegarde et à la reconstruction des tracés.

Pour sauvegarder l'image du tracé en cours dans une variable :

- 1. Une fois le tracé dessiné et tout en le visualisant dans PICTURE, appuyez sur STO afin de le copier dans la pile comme objet graphique. Appuyez sur (CANCEL) pour revenir à la pile.
- 2. Saisissez un nom pour le tracé ('P1' par exemple) et appuyez sur (STO).

Pour visualiser l'image d'un tracé précédemment stocké dans une variable :

- 1. Appuyez sur VAR puis sur et enfin sur la touche de menu correspondant à la variable qui contient l'image (P1 par exemple) afin de la rappeler dans la pile.
- 2. Appuyez sur PRG PICT PICT STO pour stocker l'image du tracé dans PICT.
- 3. Appuyez sur PICTURE pour afficher l'image du tracé.

Pour sauvegarder une version "reconstructible" du tracé en cours :

- 1. Une fois le tracé dessiné, appuyez sur CANCEL pour revenir à la pile.
- 2. Rappelez le contenu en cours de EQ, PPAR et VPAR (s'il s'agit d'un tracé 3D) dans la pile en appuyant sur VAR puis sur EQ PPAR et VPAR (si nécessaire). Utilisez éventuellement NXT pour trouver ces variables dans les différentes pages de menu.
- 3. Appuyez sur MODES FLAG NXT RCLF afin de rappeler dans la pile les valeurs des indicateurs en cours.
- 4. Trois objets (ou quatre si vous avez inclus VPAR) doivent se trouver dans la pile. Tapez le nombre adéquat (3 ou 4) et appuyez sur PRG LIST →LIST afin de regrouper ces objets dans une liste.
- 5. Attribuez un nom à cette liste et appuyez sur STO.

Pour reconstruire un tracé à partir de sa version stockée :

- 1. Appuyez sur (VAR) puis sur la touche de menu associée à la variable qui contient la version stockée (sous forme de liste) du tracé.
- 2. Appuyez sur (PRG) TYPE OBJ + (DROP) afin de dissocier la liste et placer ses composants dans la pile.
- 3. Appuyez sur (MODES) STOF pour rétablir les valeurs d'indicateur. Notez que les valeurs en cours des indicateurs sont perdues.
- 4. S'il s'agit d'un tracé en 3D, appuyez sur (1), tapez VPAR, appuyez ensuite sur (STO) afin de restaurer VPAR.
- 5. Appuyez sur (T), tapez PFAR et appuyez sur (STO) pour restaurer PPAR.
- 6. Appuyez sur () PLOT () EQ pour restaurer EQ.
- 7. Appuyez sur (PLOT) ERASE DRAW pour redessiner le tracé.

Bibliothèque d'équations

La bibliothèque d'équations contient des équations et des commandes permettant de résoudre des problèmes simples en format scientifique et ingénieur. Plus de 300 équations v sont regroupées dans 15 sujets techniques comportant plus de 100 titres de problèmes. A chacun d'eux correspond une ou plusieurs équations permettant de le résoudre. L'annexe F contient un tableau des sujets et des titres de problèmes disponibles. Pour de plus amples informations sur chaque ensemble d'équations, consultez le HP 48G Series Advanced User's Reference.

Résolution d'un problème avec la bibliothèque d'équations

Suivez les étapes ci-dessous pour résoudre un problème à l'aide de la bibliothèque d'équations:

- 1. Appuyez sur (F) (EQLIB) pour ouvrir la bibliothèque d'équations.
- 2. Définissez les options d'unités souhaitées en appuyant sur les touches de menu SI, ENGL et UNITS.
- 3. Mettez en valeur une rubrique et appuyez sur (ENTER).
- 4. Mettez un titre en valeur.
- 5. Facultatif: pour en savoir plus sur les équations de cet ensemble, appuyez sur les autres touches comme l'indiquent les sections suivantes.
- 6. Appuyez sur SOLV pour commencer à résoudre le problème.

- 7. Pour chaque variable connue, tapez sa valeur et appuyez sur la touche de menu correspondante. Appuyez sur NXT si nécessaire pour accéder à d'autres variables.
- 8. Facultatif: saisissez une estimation pour la (ou les) variable(s) inconnue(s), ce qui peut accélérer le processus ou orienter le calculateur vers l'une des nombreuses solutions. Procédez comme s'il s'agissait de la valeur d'une variable connue. Si vous manipulez des équations multiples, appuyez sur puis sur la touche de menu MCAL, après avoir entré l'estimation (le libellé de menu devient blanc).
- 9. Appuyez sur suivi de la touche de menu de la variable pour laquelle vous résolvez l'équation. Si vous résolvez un ensemble d'équations, vous pouvez appuyer sur HLL afin de lancer la résolution pour toutes les autres variables inconnues (non définies par vous au préalable).

Utilisation de l'algorithme de résolution Solver

Lorsque vous choisissez un sujet ou un titre dans la bibliothèque d'équations, vous spécifiez un ensemble constitué d'une ou de plusieurs équations. Puis, lorsque vous appuyez sur SOLV, vous quittez les catalogues de la bibliothèque et la résolution des équations sélectionnées commence.

Lorsque vous appuyez sur SOLV dans la bibliothèque d'équations, l'application se comporte comme suit :

- L'ensemble d'équations est stocké dans la variable appropriée : EQ pour une équation, EQ et Mpar s'il y en a plusieurs. (Mpar est un nom de variable réservée utilisé par le Solver d'équations multiples.)
- Chaque variable est créée et définie à zéro sauf si elle existe déjà (Si le nom de variable a déjà été utilisé par le Solver, il s'agit d'une variable globale qui, en conséquence, existe déjà, jusqu'à ce que vous la supprimiez.)
- Les unités de chaque variable sont définies selon les conditions indiquées (SI ou unités anglo-saxonnes, ainsi que l'utilisation d'unités ou non), sauf si la variable existe déjà et possède des unités qui, du point de vue des dimensions, sont cohérentes avec ce que vous avez spécifié. (Pour passer des unités SI aux unités anglo-saxonnes et vice versa, vous devez d'abord supprimer les

25-2 Bibliothèque d'équations

25

variables existantes ou saisir explicitement les unités avec les valeurs.)

■ Le Solver adéquat est lancé : l'application SOLVR (voir page 18-7) pour une équation ou le Solver d'équations multiples s'il y en a plusieurs.

Du fait que EQ et Mpar sont des variables, elles peuvent exister dans plusieurs répertoires avec un contenu différent.

Les touches de menu

Les touches de menu shiftées et non shiftées des variables fonctionnent de facon identique pour les deux Solvers. Notez que le Solver d'équations multiples utilise deux types de libellés : noir et blanc. La touche (NXT) affiche des libellés de menus supplémentaires si nécessaire. De plus, chaque Solver possède des touches de menus spécifiques, décrites dans le tableau suivant. Ces libellés vous permettent de savoir quel est le Solver en cours. (Vous pouvez aussi vérifier le titre : le titre d'une équation extraite de la bibliothèque dans l'application HP Solve commence par EQ:.)

Touches spécifiques des Solvers

Opération	Application SOLVE	Solver d'équations multiples
Stocker une valeur	X	X
Résoudre pour une valeur	4	4
Rappeler une valeur	P X	e ×
Evaluer une équation	EXPR=	
Equation suivante (s'il y a lieu)	NXEQ	
Annuler la définition pour toutes les variables		ALL
Résoudre pour toutes les variables		4 ALL
Faire défiler le catalogue		P ALL
Définir des états		MUSE MCAL

Consultation de la bibliothèque d'équations

Lorsque vous sélectionnez un sujet et un titre dans la bibliothèque d'équations, vous spécifiez un ensemble d'une ou plusieurs équations. Il est possible d'obtenir les informations suivantes sur cet ensemble d'équations, dans les différents catalogues de la bibliothèque :

- \blacksquare Les équations elles-mêmes et leur nombre.
- Les variables utilisées et leurs unités (vous pouvez changer d'unités).
- Une image du système physique (pour la plupart des ensembles).

Affichage des équations

Toutes les équations ont un format d'affichage, certaines ont aussi un format de calcul. Le format d'affichage correspond à la forme de base de l'équation, celle que vous rencontrez le plus souvent dans les manuels. Le format de calcul inclut des éléments de calcul. Dans ce format, un astérisque (*) s'affiche en haut à gauche de l'affichage.

Opérations pour visualiser des équations et des images

Touche	Action	Exemple
EQN NXEQ	Montre le format d'affichage de l'équation en cours ou suivante dans EquationWriter.	$B = \frac{\mu \cdot \mu r \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r}$
(ENTER)	Montre le format d'affichage de l'équation en cours ou suivante sous forme d'objet algébrique. [ENTER] ou affiche l'équation suivante, a affiche l'équation précédente.	'B=(ν0*νr*I)/(2*π*r)'
→STK	Affiche le format de calcul en plaçant une liste contenant l'ensemble d'équations dans la pile.	('B=IFTE(r <rw, CONST(μ0)*μr*I *r/(2*π*rw^2), CONST(μ0)*μr*I /(2*π*r))')</rw,

Visualisation des variables et choix des unités

Après avoir sélectionné un sujet ou un titre, vous pouvez afficher le catalogue des noms, des descriptions et des unités pour les variables de l'ensemble d'équations en appuyant sur VARS. Le tableau suivant récapitule les opérations possibles dans les catalogues de variables.

Opérations dans les catalogues de variables

Touche	Action
NXT	Permet de passer du catalogue des descriptions au catalogue des unités et inversement.
SI ENG	Active les unités SI ou anglo-saxonnes sauf si cela entre en conflit avec les unités d'ores et déjà définies pour une variable existante (globale). Pour y remédier, supprimez les variables existantes (ou saisissez les unités voulues).
UNITS	Permet d'utiliser ou non les unités.
→VAR	Crée ou modifie toutes les variables de l'équation afin qu'elles aient le type d'unité et l'usage indiqués.
PURG	Supprime toutes les variables de l'équation pour ce titre dans le répertoire en cours. Cela élimine également les conflits entre unités SI et anglo-saxonnes.

Visualisation de l'image

Après avoir sélectionné un sujet et un titre, vous pouvez afficher l'image du problème, mais uniquement si ce titre possède une image.

Pour voir l'image, appuyez sur PIC. Pendant que l'image est affichée, vous pouvez :

- Appuyer sur →PICT pour stocker l'image dans PICT (la mémoire graphique), puis utiliser ← PICTURE pour la visualiser après avoir quitté les catalogues de la bibliothèque d'équations.
- Appuyer sur les touches de menu ou sur ENTER pour afficher d'autres informations concernant l'équation.

Pour de plus amples informations sur l'affichage et la manipulation d'objets graphiques, voir le chapitre 9, "Objets graphiques".

Le Solver d'équations multiples

La bibliothèque d'équations lance automatiquement le Solver d'équations multiples si l'ensemble contient plusieurs équations. Cependant, vous pouvez aussi le lancer explicitement en utilisant votre propre ensemble d'équations (voir "Définition d'un ensemble d'équations à la page 25-9.")

Lorsque la bibliothèque d'équations lance le Solver d'équations multiples, elle stocke le premier ensemble dans EQ, et la liste des variables, ainsi que les informations complémentaires, dans Mpar. Mpar est ensuite utilisée pour configurer le menu du Solver de l'ensemble d'équations en cours. (Notez que, s'il est possible d'afficher et de modifier EQ directement comme toute autre variable, vous ne pouvez modifier Mvar qu'indirectement, à l'aide de certaines commandes, car elle est structurée en données de bibliothèque réservées à l'application Solver d'équations multiples).

Le tableau suivant récapitule les actions des touches du menu du Solver. La touche (NXT) permet d'afficher d'autres libellés de menus.

Touches de menu du Solver

Opération	Touche	Action
Stocker une valeur	X	Crée une variable si nécessaire, stocke une valeur dans la variable
		et en fait une variable utilisateur. Si aucune unité n'est mentionnée, les unités associées à la valeur précédente sont ajoutées.
Résoudre pour une valeur	9 ×	Crée une variable si nécessaire, calcule l'équation pour la valeur de la variable et fait de celle-ci une variable non définie par l'utilisateur.

Touches de menu du Solver (suite)

Opération	Touche	Action
Rappeler une valeur	+	Rappelle la valeur d'une variable dans la pile.
Annuler toutes les définitions de variables utilisateur	ALL	Annule l'état de variable utilisateur pour toutes les variables, mais sans modifier leurs valeurs.
Résoudre pour toutes les variables	⊕ ALL	Crée des variables si nécessaire et résout l'équation pour toutes les variables non définies par l'utilisateur (ou le maximum possible).
Faire défiler le catalogue	₱ HLL	Affiche des informations sur la dernière solution.
Définition utilisateur	MUSE	Donne l'état "défini par l'utilisateur" à la variable ou à la liste de variables de la pile.
Calculée	MCAL	Donne l'état non défini par l'utilisateur (résultat calculé) à la variable ou à la liste de variables de la pile.

Les libellés de menus pour les touches de variables sont blancs au départ, puis ils changent au cours du calcul de la solution, comme indiqué ci-après.

Une solution impliquant un grand nombre d'équations et de variables, le Solver d'équations multiples doit à la fois conserver la trace des variables qui sont définies par l'utilisateur et de celles qui ne le sont pas, c'est-à-dire celles qu'il peut modifier et les autres. De plus, il garde la trace des variables utilisées ou calculées au cours du dernier processus de résolution.

Les libellés de menu indiquent l'état des variables. Ils sont automatiquement ajustés à mesure que vous stockez des variables ou résolvez une équation pour des variables. Vous pouvez vérifier que les variables possèdent l'état adéquat lorsque vous fournissez des estimations et que vous calculez des solutions.

Le symbole repère les variables utilisées dans la dernière solution. leurs valeurs sont donc compatibles entre elles. D'autres variables risquent d'avoir des valeurs incompatibles car elles n'étaient pas impliquées dans la solution.

Signification des libellés de menu

Libellé	Signification
XO	Valeur $x\theta$ non définie par vous et non utilisée dans la dernière solution : elle peut changer dans la solution suivante.
XO.	Valeur $x\theta$ non définie par vous mais calculée dans la dernière solution : elle peut changer dans la solution suivante.
XO	Valeur $x\theta$ définie par vous mais non utilisée dans la dernière solution : elle ne peut pas changer dans la solution suivante (sauf si vous résolvez l'expression uniquement pour cette variable).
X0 ■	Valeur $x\theta$ définie par vous et utilisée dans la dernière solution : elle ne peut pas changer dans la solution suivante (sauf si vous résolvez l'expression uniquement pour cette variable).

Définition d'un ensemble d'équations

Lorsque vous créez un ensemble d'équations, vous devez garder à l'esprit la façon dont le Solver d'équations multiples utilise les équations pour résoudre les problèmes.

The Solver d'équations multiples applique le même processus que si vous résolviez une équation pour une variable inconnue, en supposant que vous ne puissiez pas créer d'équations supplémentaires : vous cherchez dans l'ensemble d'équations celle qui n'a qu'une variable inconnue. Vous employez l'extracteur de racine HP 48 pour en déterminer la valeur. Puis vous répétez le processus jusqu'à ce que vous trouviez la variable voulue.

Lorsque vous concevez vos équations, faites en sorte que les inconnues probables n'y figurent qu'à raison d'une seule par équation. Evitez les équations à deux inconnues ou plus. Vous pouvez aussi spécifier les équations dans l'ordre qui convient le mieux à vos problèmes.

Par exemple, les trois équations suivantes définissent la vitesse initiale et l'accélération, basées sur deux distances et deux moments observés. Seules les deux premières sont suffisantes d'un point de vue mathématique pour résoudre le problème, mais chaque équation contient deux inconnues. L'ajout de la troisième équation permet de parvenir à une solution car elle ne contient qu'une des variables inconnues.

$$x_1 = v_0 + a \cdot t_1$$

 $x_2 = v_0 + a \cdot t_2$
 $(x_2 - x_1) = a \cdot (t_2 - t_1)$

Pour créer des équations plus efficaces, vous pouvez inclure des fonctions permettant des calculs plus rapides et mieux adaptés à la situation, par exemple CONST et TDELTA, UBASE, EXP et IFTE. Plus de plus amples informations et des exemples, consultez le manuel HP 48G Series Advanced User's Reference.

Si vos équations utilisent l'une des fonctions suivantes, leurs variables ne seront pas nécessairement détectées par le Solver d'équations multiples : Σ , \int , ∂ , |, QUOTE, APPLY, TVMROOT et CONST.

La liste des équations dans EQ peut contenir des définitions de menu, mais celles-ci sont ignorées par MINIT au moment de la création de Mpar. Cependant, vous pouvez réarranger les libellés de menu à l'aide de la fonction MITM, décrite dans la partie intitulée "Pour changer le titre et le menu d'un ensemble d'équations" plus loin dans ce chapitre.

Pour créer un ensemble d'équations pour le Solver d'équations multiples :

- 1. Saisissez chaque équation de l'ensemble dans la pile.
- 2. Appuyez sur pour ouvrir la pile interactive puis amenez le curseur au niveau contenant la première équation saisie.
- 3. Appuyez sur >LIST pour grouper les équations dans une liste.
- 4. Appuyez sur () (a) E (a) Q (STO) (ou (SOLVE) ROOT (SOLVE) pour stocker la liste dans la variable EQ.

- 5. Appuyez sur (EQ LIB) MES MINIT pour créer Mpar et préparer l'ensemble d'équations en vue de son utilisation par le Solver d'équations multiples.
- 6. Appuyez sur MSOL afin de lancer le Solver pour le nouvel ensemble d'équations.

Pour changer le titre et le menu d'un ensemble d'équations :

- 1. Vérifiez que l'ensemble d'équations est actif (ensemble sélectionné lorsque le Solver d'équations multiples est lancé).
- 2. Introduisez dans la pile une chaîne de texte contenant le nouveau titre.
- 3. Saisissez une liste contenant le nom des variables dans l'ordre souhaité de leur apparition dans le menu. Utilisez des "" pour insérer un libellé vierge. Vous devez inclure toutes les variables du menu d'origine (aucune autre) et respecter les majuscules et les minuscules.
- 4. Appuyez sur (EQ LIB) MES MITM.

Interprétation des résultats fournis par le Solver d'équations multiples

Le Solver d'équations multiples résout les équations pour des variables en recherchant de façon répétée dans l'ensemble des équations celle qui ne contient qu'une variable "inconnue" (non définie par l'utilisateur et non calculée par le Solver durant la résolution). Puis, il utilise l'extracteur de racines HP 48 pour calculer cette valeur. Il continue en éliminant les "inconnues" jusqu'à la résolution pour la variable spécifiée, ou jusqu'à ce qu'il ne puisse plus résoudre pour aucune autre variable. Chaque fois que le Solver d'équations multiples commence la résolution pour une variable, seules les variables ayant des libellés de menu noirs sont "connues".

Durant le processus, le Solver d'équations multiples affiche la variable pour laquelle a lieu la résolution. Il montre aussi le type de racine calculée par l'extracteur HP 48 (zéro, signes opposés ou extremum), ou le problème si aucune racine n'est trouvée (mauvaises estimations ou constante). (Vous pouvez examiner les itérations en appuyant sur une touche quelconque, sauf (CANCEL), durant le processus d'extraction de racine. Pour plus d'informations sur l'extracteur de racines, consultez le chapitre 18.

Les messages suivants indiquent des erreurs dans la définition du problème :

- Bad Guess(es). Il se peut qu'il manque des unités ou que celles-ci ne soient pas cohérentes avec une variable. Dans une liste d'estimations, au moins un élément de la liste doit comporter des unités cohérentes.
- Too Many Unknowns. Le Solver n'a rencontré que des équations ayant au moins deux inconnues. Vous devez saisir d'autres valeurs connues ou modifier l'ensemble d'équations en fonction de la nature de votre problème.
- Constant? La valeur initiale d'une variable oriente probablement l'extracteur de racines dans la mauvaise direction. Fournissez une estimation dans le sens contraire d'une valeur critique. Si les valeurs négatives sont admises, essayez-en une.

Vérification des solutions

Les variables marquées d'un • dans le libellé de menu sont associées à la solution la plus récente : elles constituent un ensemble de valeurs compatibles qui satisfont aux équations utilisées. Les valeurs des variables non marquées risquent de ne pas satisfaire aux équations parce qu'elles n'ont pas été impliquées dans le processus de solution.

Si certaines solutions semblent incorrectes, vérifiez les éléments suivants :

- Unités incorrectes. Une variable connue ou calculée contient des unités différentes de celles que vous pensiez. C'est une variable globale. Si la variable existait avant ce calcul, son système d'unités (SI ou anglo-saxon) est prioritaire. Pour corriger les unités, supprimez les variables avant de résoudre l'équation ou saisissez explicitement les unités voulues.
- Absence d'unités. Si vous n'utilisez pas d'unités, les unités implicites ne sont peut-être pas compatibles avec vos variables ou avec les unités implicites des constantes ou des fonctions. Le mode d'angle en cours définit les unités implicites pour les angles.
- Racines multiples. Une équation possède plusieurs racines et le Solver en a calculé une qui ne convient pas. Indiquez une estimation pour la variable pour orienter la recherche dans la plage appropriée.

- Etats de variables erronés. Une variable connue ou inconnue n'a pas l'état adéquat. Le libellé de menu d'une variable connue doit être noir. celui d'une variable inconnue doit être blanc.
- Incohérences. Si vous saisissez des valeurs mathématiquement incohérentes, l'application donne des résultats qui ne satisfont que quelques équations, mais pas toutes. C'est notamment le cas lorsque vous spécifiez des valeurs pour plus de variables qu'il n'en faut pour définir un problème à résoudre. Les valeurs en trop risquent de rendre le problème impossible ou illogique. (La solution satisfait les équations que le Solver a utilisées mais celui-ci n'essaie pas de vérifier si elle répond à toutes les équations.)
- Pas de relation. Une variable n'est pas impliquée dans la solution (aucun symbole me ne figure dans son libellé de menu) de sorte qu'elle n'est pas compatible avec les variables qui étaient impliquées.
- Direction erronée. La valeur initiale d'une variable oriente l'extracteur de racine dans la mauvaise direction. Fournissez une estimation dans le sens contraire à partir d'une valeur critique. Si les valeurs négatives sont admises, essavez-en une.

Bibliothèque de constantes

La bibliothèque de constantes contient un recueil de quantités et de constantes physiques communes, utilisables dans les équations et les programmes. (Plusieurs de ces constantes sont utilisées par la bibliothèque d'équations.) Le tableau suivant les récapitule dans leur ordre d'apparition dans la bibliothèque.

Bibliothèque de constantes

Nom Description Valeur (SI)					
	 	` ` `			
NA ,	Nombre d'Avogadro	6.0221367E23 gmol ⁻¹			
k	Constante de Boltzmann	1.380658E-23 J/K			
Vm	Volume molaire	22.4141 l/gmol			
R	Constante universelle des gaz	8.31451 J/(gmol·K)			
StdT	Température standard	273.15 K			
StdP	Pression standard	101.325 kPa			
σ	Constante de Stefan-Boltzmann	$5.67051E - 8 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K}^4)$			
c	Vitesse de la lumière dans le vide	299792458 m/s			
$\varepsilon 0$	Permittivité du vide	8.85418781761E-12 F/m			
μ_0	Perméabilité du vide	1.25663706144E-6 H/m			
g	Accélération due à la gravité	9.80665 m/s ²			
G	Constante gravitationnelle	$6.67259E-11 \text{ m}^3/(\text{s}^2 \cdot \text{kg})$			
h	Constante de Planck	6.6260755E−34 J·s			
hbar	Constante de Dirac	1.05457266E−34 J·s			
q	Charge de l'électron	1.60217733E-19 C			
me	Masse élémentaire de l'électron	9.1093897E-31 kg			
qme	Rapport q/me (charge/masse de l'électron)	175881962000 C/kg			
mp	Masse élémentaire du proton	1.6726231E-27 kg			
mpme	Rapport mp/me (masse du proton/masse de l'électron)				
α	Constante de structure fine	0.00729735308			
ϕ	Quantum de flux magnétique	2.06783461E-15 Wb			
F	Constante de Faraday	96485.309 C/gmol			

Bibliothèque de constantes (suite)

Nom	Description	Valeur (SI)
$ m R\infty$	Constante de Rydberg	10973731.534 m ⁻¹
a 0	Rayon de Bohr	0.0529177249 nm
$\mu \mathrm{B}$	Magnéton de Bohr	9.2740154E-24 J/T
$\mu { m N}$	Magnéton nucléaire	5.0507866E-27 J/T
$\lambda 0$	Longueur d'onde du photon (ch/e)	1239.8425 nm
f0	Fréquence du photon (e/h)	2.4179883E14 Hz
λ c	Longueur d'onde de Compton	0.00242631058 nm
\mathbf{rad}	1 radian	1 radian
$two\pi$	$2 \pi \text{ radians}$	6.28318530718 radians
angl	Angle de 180°	180°
c3	Constante de la loi de répartition de Wien	0.002897756 m·K
kq	k/q (Boltzmann/charge de l'électron)	0.00008617386 J/(K·C)
$\epsilon 0 { m q}$	$\epsilon 0/q$ (permittivité/charge de l'électron)	55263469.6 F/(m·C)
$\mathrm{q}\epsilon 0$	q*ε0 (charge de l'électron x permittivité)	1.4185979E-30 F·C/m
$\epsilon \mathrm{si}$	Constante diélectrique du silicium	11.9
ϵ ox	Constante diélectrique du bioxide de silicium	3.9
I0	Intensité de référence	$0.000000000001 \; \mathrm{W/m^2}$

Pour visualiser la bibliothèque des constantes :

■ Appuyez sur ♠ EQ LIB COLIB CONLI.

Pour afficher la valeur d'une constante spécifique dans sa totalité :

1. Pendant la visualisation de la bibliothèque des constantes, mettez en valeur la constante souhaitée. Utilisez les touches fléchées ▲ et ▼ ou appuyez sur ♠ suivi du premier caractère de la constante.

- 2. Appuyez sur VALUE et UNITS (si nécessaire) afin que le figure dans le libellé de menu, pour afficher la valeur numérique et les unités de la constante.
- 3. Appuyez sur (ENTER) : si la valeur de la constante était trop longue pour s'afficher en entier sur une seule ligne, elle s'affiche complètement sur un écran distinct.

Pour placer une constante de la bibliothèque dans la pile :

- 1. Appuyez sur (EQ LIB) COLIB CONLI pour ouvrir la bibliothèque des constantes.
- 2. Mettez en valeur la constante voulue.
- 3. Facultatif: pour que les unités soient incluses, assurez-vous que le ■ figure dans le libellé UNITS.
- 4. Appuvez sur →STK QUIT.

Pour inclure une constante dans une expression algébrique :

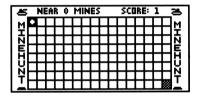
- 1. Commencez à saisir l'expression algébrique dans la ligne de commande.
- 2. Appuyez sur (EQ LIB) COLIB CONST pour faire figurer CONST() dans l'expression.
- 3. Tapez le symbole de la constante. Notez que la valeur renvoyée par la fonction CONST peut inclure ou non des unités, selon la définition de UNITS.

Jeu du Démineur

Le jeu du Démineur est un jeu de déduction. Vous commencez dans l'angle supérieur gauche d'une grille de 8 x 16 cases. Vous devez parvenir sans dommage jusqu'au coin inférieur droit, en évitant des mines invisibles placées sur le parcours. Le jeu vous indique le nombre de mines qui se trouvent sous les huit cases qui entourent votre position, mais sans vous dire où elles se trouvent.

Pour jouer:

■ Appuyez sur ← EQ LIB UTILS MINE .



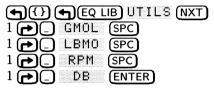
Utilisez les touches fléchées ou numériques pour vous déplacer.
 Les touches de coin du clavier numérique vous permettent de vous déplacer en diagonale. Appuyez sur CANCEL pour quitter le jeu.

Unités-utilisateur

La bibliothèque d'équations contient quatre unités-utilisateurs : "gmol" (gramme-moles, mol), "lbmol" (livre-moles, environ 454 mol), "rpm" (tour par minute, 1/min) et "dB" (décibels, sans dimension). Vous pouvez utiliser leurs touches de menu comme aide à la frappe. Pour tirer le meilleur parti de ces unités, placez-les dans un menu personnalisé. (Pour de plus amples informations sur ces menus, reportez-vous à la page 10-14.)

Exemple : Placez les unités de la bibliothèque d'équations dans un menu personnalisé.

Etape 1 : Saisissez la liste d'objets-unités suivante (un par unité) : {1_gmol 1_lbmol 1_rpm 1_dB}.



Etape 2 : Stockez-la dans le menu personnalisé et affichez ce dernier. (Pour de plus amples informations sur ces menus, reportez-vous à la page 30-1.)

(MODES) MENU MENU

Vous pouvez appeler le menu personnalisé à tout moment en appuyant sur (CST). Pour employer les unités-utilisateurs qu'il contient, procédez comme suit :

- Appuyez sur GMOL pour doter d'une unité le nombre que vous saisissez ou pour ajouter l'unité au numérateur de l'objet situé au niveau 1.
- Appuyez sur → GMOL pour ajouter l'unité au dénominateur de l'objet situé au niveau 1.
- Appuyez sur 👣 GMOL pour convertir l'objet-unité du niveau 1 en "gmol."

Horloge et alarmes

Utilisation de l'horloge (date et heure)

Lorsque vous affichez l'horloge, elle figure dans le coin supérieur droit de l'affichage. Elle indique la date et l'heure en cours dans le format de votre choix (voir tableau suivant). Les formats déterminent en outre la manière dont vous allez saisir dates et heures dans la ligne de commande. Le tableau suivant illustre la manière dont l'horloge indique 16:31:04 le 21 février 1994.

Affichage horloge	Format	Format numérique
Date:		
02/21/1994	Mois/jour/année	2.211994
21.02.1994	Jour.mois.année	21.021994
Heure:		
04:31:04P	12 heures	16.3104
16:31:04	24 heures	16.3104

Pour afficher la date et l'heure :

- 1. Appuyez sur (MODES).
- 2. Déplacez la mise en valeur sur le champ CLOCK et appuyez sur ∠CHK pour le cocher.
- 3. Appuyez sur DK .

Pour modifier la date ou l'heure :

1. Appuyez sur TIME (A) OK afin d'ouvrir le masque SET TIME AND DATE.



- 2. Tapez l'heure, les minutes et les secondes dans leurs champs respectifs en appuyant sur **ENTER** à chaque fois. L'année peut aller de 1991 à 2090.
- 3. Facultatif: si vous souhaitez que l'horloge signale l'heure au format 24 heures, appuyez sur (+/-) jusqu'à ce que 24-hr soit affiché.
- 4. Tapez le jour, le mois et l'année dans leurs champs respectifs, en appuyant sur (ENTER) à chaque fois.
- 5. Facultatif: si vous souhaitez que l'horloge signale la date au format jour-mois-année, appuyez sur +/- jusqu'à ce que D.M.Y soit affiché.
- 6. Appuyez sur DK pour confirmer les modifications et revenir à la pile.

Définition des alarmes

Vous pouvez définir deux types d'alarmes, qui se comportent différemment lorsqu'elles arrivent à échéance :

■ Alarme de rendez-vous. Affiche le message que vous avez spécifié lors de la définition de cette alarme. Provoque en outre l'émission d'une série de signaux sonores pendant quinze secondes environ, que l'on peut arrêter par pression d'une touche quelconque. Vous êtes censé accuser réception d'une alarme de rendez-vous arrivée à échéance.

■ Alarme de commande. Exécute simplement le programme ou un autre objet que vous avez précisé en définissant l'alarme. Vous n'accusez pas réception d'une alarme de commande.

Lorsque vous définissez une alarme, elle est enregistrée dans la liste des alarmes du système, où elle pourra être examinée et modifiée par la suite.

Pour définir une alarme de rendez-vous :

1. Appuyez sur ♠ (TIME) (▼) OK pour ouvrir le masque SET ALARM.



- 2. Appuyez sur (**), tapez le message que vous souhaitez voir s'afficher lorsque l'alarme arrive à échéance et appuyez sur [ENTER].
- 3. Saisissez l'heure (heures, minutes, secondes) et le format (AM, PM ou 24-hr) de l'alarme.
- 4. Saisissez la date de l'alarme. Elle est présentée au format de date en cours (D.M.Y ou M/D/Y).
- 5. Mettez en valeur le champ REPEAT et saisissez le nombre et la fréquence de l'intervalle de répétition. Par exemple, tapez 15 (ENTER) (a) D pour spécifier 15 Days (jours) comme intervalle de répétition. Appuyez sur 0 et (ENTER) pour une alarme non répétitive.
- 6. Appuyez sur DK pour confirmer l'alarme et revenir à la pile.

Pour définir une alarme de commande :

- 1. Appuyez sur (►) (TIME) (▼) OK afin d'ouvrir le masque SET ALARM.
- 2. Dans le champ MESSAGE:, saisissez le programme ou tout autre objet à exécuter lorsque l'alarme arrive à échéance.
- 3. Saisissez l'heure et la date de l'alarme.

- 4. Mettez en valeur le champ REPEAT et saisissez le nombre et la fréquence de l'intervalle de répétition. Appuyez sur 0 et ENTER pour une alarme non répétitive.
- 5. Appuyez sur OK pour confirmer l'alarme.

Réponse aux alarmes

Lorsqu'une alarme de rendez-vous arrive à échéance, le témoin (•) est activé, des signaux sonores sont émis à bref intervalle pendant quinze secondes environ et le message d'alarme est affiché. Si vous appuyez sur une touche pendant l'émission des signaux sonores, vous accusez réception de l'alarme et supprimez le rendez-vous concerné.

Si vous n'accusez pas réception d'une alarme pendant l'émission des signaux sonores, ces derniers cessent et le message disparaît de l'écran. Une alarme répétitive est automatiquement reprogrammée. Une alarme non répétitive devient "échue", mais elle n'est pas supprimée : le témoin (••) demeure actif, vous signalant que vous devez y répondre.

Si plusieurs alarmes sont échues, vous pouvez les visualiser en appuyant sur TIME OK. Appuyez sur PURG pour supprimer une alarme. Chaque fois que vous appuyez sur TIME ALRM ACK., l'alarme échue la plus ancienne est supprimée. Le témoin (*•) est désactivé lorsqu'il ne subsiste plus aucune alarme échue.

Pour répondre à une alarme de rendez-vous :

- Pendant que l'alarme émet des signaux sonores, appuyez sur une touche quelconque, CANCEL, par exemple.
 ou
- Après l'émission des signaux sonores, le message s'affiche. Appuyez sur → TIME ALRM ACK pour en accuser réception. (Vous pouvez ensuite appuyer sur CANCEL pour revenir à la pile.)

Pour répondre à une alarme de commande :

N'intervenez pas. Vous n'avez pas à accuser réception d'une alarme de commande qui arrive à échéance : elle est automatiquement considérée comme prise en compte. Lorsqu'une alarme de

26-4 Horloge et alarmes

commande arrive à échéance, une copie de l'index d'alarme est renvoyée au niveau 1, puis l'objet spécifié est exécuté. L'index d'alarme est un nombre réel qui identifie l'alarme selon son ordre chronologique dans la liste des alarmes du système. Vous pouvez l'utiliser avec des commandes d'alarme programmables (pour de plus amples informations, consulted le manuel HP 48G Series Advanced User's Reference).

Pour accuser réception de toutes les alarmes échues à la fois :

■ Press (♠)(TIME) ALAR ACKA.

Il se peut qu'une alarme répétitive ait un intervalle de répétition si bref qu'elle se reprogramme et s'exécute avant que vous n'avez le temps de la supprimer de la liste des alarmes. Cela peut survenir si vous définissez par erreur une alarme de rendez-vous répétitive avec un intervalle très court. Cela peut également se présenter dans le cas d'une alarme de commande exécutant un programme de mesure à brefs intervalles.

Pour annuler une alarme répétitive à brefs intervalles :

■ Appuyez simultanément sur les touches (ON) et (4), puis relâchez-les. Cette séquence de touches définit, dans le calculateur, un état annulant la reprogrammation de la prochaine alarme prévue (selon toute probabilité l'alarme répétitive à brefs intervalles). Lorsque cette alarme arrive à échéance, ou que vous appuyez sur une touche quelconque, cet état de "non-reprogrammation" est annulé, les alarmes à venir n'étant pas affectées. Parce que toute pression de touche annule l'état de "non-reprogrammation", il vaut mieux attendre que l'alarme à supprimer arrive à échéance avant d'utiliser des touches.

Pour sauvegarder ou non des alarmes non répétitives dont vous accusez réception :

■ Pour supprimer des alarmes après en avoir accusé réception, appuyez sur 44 (+/-) (MODES) FLAG CF . Il s'agit de l'état par défaut. En revanche, toutes les alarmes de commande (non répétitives ou répétitives) arrivant à échéance sont systématiquement sauvegardées dans la liste des alarmes du système, quel que soit l'état de l'indicateur -44.

■ Pour sauvegarder des alarmes après en avoir accusé réception, appuyez sur 44 (+/-) (MODES) FLAG SF . Les occurrences échues d'alarmes répétitives ne sont pas sauvegardées.

Visualisation et modification d'alarmes

Pour visualiser, modifier ou supprimer une alarme :

- Ouvrez le masque Browse alarms.... → TIME OK . Toutes les alarmes existantes sont affichées :
- Pour modifier une alarme, mettez-la en valeur et appuyez sur EDIT.
- Pour supprimer une alarme, mettez-la en valeur et appuyez sur PURG.

Utilisez NEW pour créer plusieurs alarmes (après avoir créé une alarme, le calculateur vous ramène automatiquement au masque ALARMS).

Pour modifier le fonctionnement des alarmes répétitives :

- Pour les supprimer et les reprogrammer automatiquement, appuyez sur 43 (+/-) (MODES) FLAG CF.
- Pour les rendre échues et ne pas les reprogrammer, appuyez sur 43 (+/-) (MODES) FLAG | SF .

Pour contrôler l'avertisseur sonore :

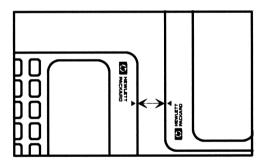
- Pour activer l'avertisseur sonore, appuyez sur 57 (+/-) (MODES) FLAG CF...
- Pour désactiver l'avertisseur sonore, appuyez sur 57 +/- (MODES) FLAG SF...

26

Transfert de données entre deux HP 48

Pour transférer des objets d'un HP 48 à un autre :

1. Alignez les ports infrarouges en prenant pour point de repère les marques A (à côté du logo Hewlett-Packard, juste au-dessus de l'écran). La distance entre les deux ne doit pas excéder 5 cm.



2. Récepteur.

- a. Accédez au répertoire dans lequel les objets doivent être mémorisés.
- b. Appuyez sur $(\rightarrow)(1/0)$.
- c. Sélectionnez Get from HP 48 dans le menu et appuyez sur .

3. Emetteur.

- a. Appuyez sur 🕩 [/O].
- b. Sélectionnez Send to HP 48... dans le menu et appuyez sur
- c. Appuyez sur CHOOS et sélectionnez les noms des objets à transférer dans le champ NAME. Appuyez sur DK ...
- d. Appuyez sur SEND.

Impression

A quelques exceptions près, l'impression des objets s'effectue selon les règles suivantes :

- Un objet est imprimé avec ses délimiteurs.
- Un objet trop grand pour une ligne continue sur les lignes suivantes.
- Un objet-tableau est imprimé sous forme étendue.

Lorsque vous imprimez un tableau sous forme étendue, les lignes et les colonnes sont identifiées. Par exemple, le tableau 2×3 :

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{bmatrix}$$

est imprimé comme suit :

■ Un objet graphique est imprimé sous la forme qu'il a dans la pile.

Vous pouvez imprimer sur toute imprimante compatible, en tenant compte des restrictions suivantes :

- Les caractères spéciaux du jeu de caractères du HP 48 sont susceptibles de ne pas s'imprimer correctement sur une imprimante série.
- Vous ne pouvez pas imprimer un objet graphique ou le contenu de l'affichage sur une imprimante série.

27

Configuration de l'imprimante

Pour configurer l'imprimante infrarouge HP 82240B :

- 1. Placez le HP 48 et l'imprimante sur une surface plane. Orientez le repère ▲ (situé à proximité du logo Hewlett-Packard, juste au-dessus de l'affichage) vers la fenêtre de l'imprimante. Ne les espacez pas de plus de 45 centimètres.
- 2. Appuyez sur 34 (+/-) (MODES) FLAG CF pour vérifier que l'indicateur -34 est désarmé (état par défaut).
- 3. Si, pour une raison quelconque, vous aviez appuyé sur OLDPR. réinitialisez la variable PRTPAR ((PRINT PRTPA RESET).

Pour configurer une imprimante série :

- 1. Connectez l'extrémité à 9 broches d'un câble série HP 48 à l'imprimante série. Au besoin, utilisez un adaptateur 9/25 broches.
- 2. Insérez le connecteur à 4 broches, logo HP vers le haut, dans le HP 48. Vous sentez un léger déclic à la mise en place.
- 3. Si l'imprimante emploie le protocole XON/XOFF, appuyez sur (4)(I/O) (NXT) SERIA OPENI (NXT) I/O CLOSE pour créer IOPAR. Ensuite, appuyez sur (VAR) (IOPAR (EDIT) et remplacez le quatrième nombre par 1 (par exemple, (9600 0 0 1 3 1)). Appuyez sur (ENTER).
- 4. Si l'imprimante nécessite une séquence de fin de ligne différente de retour chariot/saut de ligne, appuyez sur (4)(1/0) FR1 pour créer PRTPAR, puis modifiez le paramètre de fin de ligne (le quatrième élément de la liste PRTPAR).

Impression de tâches

Pour imprimer un objet par liaison infrarouge :

- 1. Vérifiez que l'imprimante est correctement configurée et sous tension.
- 2. Appuyez sur 🕩 🚺 🛡 🔍 OK pour ouvrir le masque PRINT.
- 3. Le cas échéant, appuyez sur (A) (+/-) pour afficher Infrared dans le champ du port de communication.



Ecran d'impression par liaison infrarouge

- 4. Appuyez sur CHOOS, mettez en valeur l'objet à imprimer et appuyez sur **DK**......
- 5. Facultatif: réglez les paramètres d'impression de votre choix. DBL-SPACE Cochez ce champ pour imprimer en double

interligne.

DELAY: Saisissez le nombre de secondes (maximum : 6.9) correspondant au délai d'attente du HP 48 entre l'envoi des lignes d'informations vers l'imprimante à infrarouge. Pour optimiser le rendement de l'impression, spécifiez un délai légèrement supérieur au temps mis par la tête d'impression pour imprimer une ligne d'informations (1.8 seconde par défaut).

Normalement (champ coché), chaque commande LINEE d'impression termine la transmission des données en exécutant automatiquement la commande CR (chariot droit), qui indique à l'imprimante d'imprimer le contenu de sa mémoire tampon et de laisser la tête d'impression à la fin de la ligne. Mais

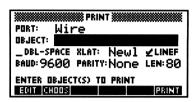
vous pouvez aussi (champ non coché), supprimer l'exécution automatique de la commande CR et accumuler plusieurs commandes d'impression dans la mémoire tampon d'impression, qui s'impriment uniquement lorsque vous exécutez manuellement CR ((4)(/O) PRINT CR).

6. Appuyez sur PRINT.

Pour imprimer une variable via le câble d'interface série :

- 1. Vérifiez que l'imprimante est configurée correctement et que le câble est connecté.
- 2. Appuyez sur ♠(I/O) ♥ ♥ ♥ ŪK pour ouvrir le masque PRINT

27-4 Transfert et impression de données



Ecran d'impression série

- 3. Le cas échéant, appuyez sur (A) (+/-) pour spécifier Wire dans le champ du port de communication.
- 4. Appuyez sur CHOOS, mettez en valeur la variable à imprimer et appuyez sur
- 5. Facultatif: réglez les paramètres d'impression de votre choix.

interligne.

DBL-SPACE Cochez ce champ pour imprimer en double

XLAT: Choisissez l'une des quatre options de traduction

de caractères disponibles. Voir page 27-16 pour

plus d'informations sur ces options.

Normalement (champ $coch\acute{e}$), chaque commande LINEF

> d'impression termine la transmission des données en exécutant automatiquement la commande CR (chariot droit), qui indique à l'imprimante d'exécuter un retour chariot/saut de ligne. Puis, l'imprimante imprime le contenu de sa mémoire tampon. Mais vous pouvez aussi (champ non coché), supprimer l'exécution automatique de la commande CR et accumuler plusieurs commandes d'impression dans la mémoire tampon, qui s'impriment uniquement lorsque vous exécutez

manuellement CR ((PRINT CR). Saisissez ou choisissez le débit. L'imprimante et le BAUD:

HP 48 doivent être réglés de manière identique.

PARITY: Saisissez ou choisissez la valeur de parité pour le

transfert. L'imprimante et le HP 48 doivent être

réglés de manière identique.

Saisissez la longueur de ligne de l'imprimante (en LEN:

caractères).

6. Appuyez sur FRINT.

Pour imprimer l'objet du niveau 1 :

- 1. Vérifiez que l'imprimante et le HP 48 sont configurés correctement pour l'impression.
- 2. Si le port et les paramètres d'impression sont correctement définis, appuyez sur (1/0) PR1.
- 3. Si vous devez modifier le port et les paramètres d'impression :
 - a. Appuyez sur 🕕 🚺 🛡 🛡 🔍 ÜK ...
 - b. Appuyez sur NXT CALC OK pour saisir l'objet au niveau 1 de la pile.
 - c. Définissez le port et les paramètres d'impression (reportez-vous aux deux procédures précédentes pour plus de détails).
 - d. Appuyez sur PRINT.

Pour imprimer l'affichage en cours :

- 1. Vérifiez que l'imprimante et le HP 48 sont correctement configurés pour l'impression.
- 2. Appuyez sur [] [] [] [] [] [] K. L'affichage que vous visualisez [] K. correspond à celui qui a été imprimé. (Si l'impression ne s'est pas effectuée, modifiez éventuellement le port de communication ou les paramètres d'impression, puis réessayez.)
- 3. Si vous ne pouvez pas sélectionner Print display sans modifier ou altérer l'affichage à imprimer, préparez ce dernier à votre convenance. Ensuite, maintenez ON enfoncée, appuyez sur la touche (1) et relâchez-la, enfin relâchez ON).

Pour imprimer tous les objets de la pile :

■ Appuyez sur (←)(I/O) PRINT PRST.

Pour imprimer un groupe de variables :

- 1. Définissez le port et les paramètres d'impression.
- 2. Placez la liste de variables au niveau 1 de la pile.
- 3. Appuyez sur PRINT PRVAR. Le nom et le contenu de chaque variable s'impriment.

27

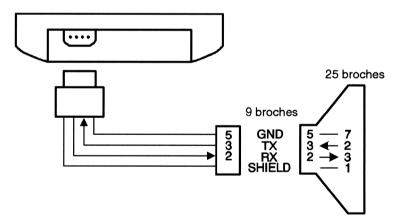
Transfert de données entre le HP 48 et un ordinateur

Préparation de l'ordinateur et du HP 48

Un câble d'interface série est utilisé pour relier le HP 48 à l'ordinateur. Ce câble est livré avec le kit d'interface série (disponible auprès de votre distributeur HP).

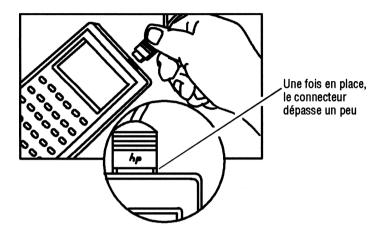
Pour connecter le HP 48 à l'ordinateur :

 Connectez l'extrémité côté "ordinateur" du câble au port série de l'ordinateur. Le cas échéant, employez un adaptateur. (Le diagramme suivant présente le câblage utilisé par la version PC du câble d'interface série et de son adaptateur. Pour plus d'informations, consultez la documentation de votre ordinateur.)



Câble d'interface série et adaptateur (version PC)

2. Insérez le connecteur à 4 broches, logo HP vers le haut, dans le HP 48. Vous sentez un léger déclic lors de la mise en place.



Pour préparer des transferts entre HP 48 et ordinateur :

- Vérifiez que le câble série est correctement relié à l'ordinateur et au HP 48.



Ecran de transfert série

3. HP 48. Définissez les paramètres d'E-S:

FORT: Sélectionnez le port de communication (en

principe Wire pour des transferts entre HP 48 et

ordinateur).

TYPE: Sélectionnez le protocole de transfert, Kermit ou

XModem.

FMT: Sélectionnez le format de transfert, ASCII ou

binaire (disponible uniquement pour Kermit).

XLAT: Sélectionnez l'une des quatre options de

traduction de caractères (disponible uniquement pour Kermit). Voir page 27-16 pour plus de

détails.

CHK: Sélectionnez l'un des trois protocoles de détection

d'erreur (disponible uniquement pour Kermit).

Saisissez ou choisissez le débit. Il doit BAUD:

correspondre à celui de l'ordinateur.

PARITY: Saisissez ou choisissez la parité de transfert (disponible uniquement pour Kermit). Elle doit

correspondre à celle de l'ordinateur.

OVRM Cochez ce champ si vous souhaitez que les objets

> recus écrasent des objets portant le même nom. En l'absence de coche, les conflits de noms sont résolus par ajout d'un suffixe au nom de l'objet

entrant.

Utilisation de Kermit

Par défaut, le HP 48 emploie le protocole de transfert de fichiers Kermit pour acheminer des données et corriger les erreurs de transmission. Le HP 48 dispose en outre de commandes pour les transferts XMODEM et d'autres transferts série non Kermit, tels que l'envoi de données à une imprimante ou à un instrument série. Le protocole Kermit a été développé au "Columbia University Center for Computing Activities" et est disponible sur un grand nombre d'ordinateurs.

Transfert de variables avec Kermit

Pour échanger des données avec un ordinateur via Kermit, l'ordinateur doit exécuter un programme qui met en oeuvre le protocole Kermit. Pour de plus amples informations sur le protocole Kermit, vous pouvez vous procurer les ouvrages suivants en librairie : Using MS-DOS Kermit par Christine M. Gianone, Digital Press, 1990 et KERMIT, A File Transfer Protocol par Frank da Cruz, Digital Press, 1987.

Pour transférer des variables du HP 48 vers un ordinateur :

- 1. Ordinateur. Accédez au répertoire dans lequel les objets doivent être mémorisés.
- 2. Ordinateur. Exécutez le programme mettant en oeuvre le protocole Kermit. Définissez le format de transfert (binaire ou ASCII) en fonction de la définition en vigueur sur le HP 48. Le format binaire est beaucoup plus rapide, mais si vous voulez modifier des objets sur l'ordinateur, employez le format ASCII.
- 3. Ordinateur. Exécutez la commande Kermit pour en faire le serveur par exemple : SERVER.
- 4. **HP 48.** Appuyez sur (*) (/O) (*) (*) OK ...
- 5. HP 48. Saisissez ou choisissez les noms de la ou des variables HP 48 à transférer. Appuyez sur CHOOS OK pour parcourir le répertoire en cours, cochez chaque variable à transférer. Au besoin, accédez à un répertoire différent pour choisir des variables (cependant, vous ne pouvez transférer des variables qu'à partir d'un seul répertoire à la fois). Appuyez sur OK pour renvoyer la liste de noms dans le masque TRANSFER.
- 6. **HP 48.** Vérifiez que les paramètres d'E-S sont correctement définis pour le transfert (voir page 27-8).
- 7. HP 48. Appuyez sur SEND.

Pour transférer des fichiers d'un ordinateur vers le HP 48 en utilisant le HP 48 :

- 1. Ordinateur. Exécutez le programme mettant en oeuvre le protocole Kermit. Définissez le format de transfert (binaire ou ASCII) en fonction de la définition en vigueur sur le HP 48.
- 2. Ordinateur. Exécutez la commande Kermit pour en faire le serveur, par exemple : SERVER.
- 3. **HP 48.** Appuyez sur (**) (**) (**) (**) (**) (**)
- 4. HP 48. Appuyez sur CHOOS TO OK pour obtenir un listage du répertoire en cours de l'ordinateur. (Notez que cela ne vaut que pour des ordinateurs compatibles PC.) Cochez les noms des fichiers à transférer. Vous pouvez changer de répertoire en appuyant sur CHOOS, comme avec le gestionnaire de variables, si les fichiers sont situés dans un autre répertoire. Une fois les fichiers sélectionnés, appuyez sur OK pour renvoyer la liste dans le champ NAME: du masque TRANSFER.

- 5. HP 48. Vérifiez que les paramètres d'E-S sont correctement définis pour le transfert (voir page 27-8).
- 6. **HP 48.** Appuvez sur KGET.
- 7. HP 48. Quittez le mode serveur en appuyant sur (4)(1/0) SRYR FINIS.

Pour transférer un fichier d'un ordinateur vers le HP 48 en utilisant l'ordinateur :

- 1. Ordinateur. Accédez au répertoire dans lequel les fichiers doivent être mémorisés.
- 2. Ordinateur. Exécutez le programme mettant en oeuvre le protocole Kermit.
- 3. **HP 48.** Appuyez sur (→)(1/0) (▲) (▲) (□) (□) (□)
- 4. HP 48. Vérifiez que les paramètres d'E-S sont correctement définis pour le transfert (voir page 27-8).
- 5. **HP 48.** Appuvez sur RECV.
- 6. Ordinateur. Exécutez la commande Kermit pour envoyer le fichier. par exemple SEND Fichier.
- 7. Facultatif: pour transférer des fichiers supplémentaires, répétez les étapes 5 et 6.
- 8. Ordinateur. Pour mettre fin à la session, exécutez la commande Kermit pour arrêter le serveur, par exemple FINISH.

Choix et utilisation des noms de fichier

Les conventions de noms s'appliquant aux fichiers de l'ordinateur diffèrent de celles s'appliquant aux variables HP 48.

Lorsque le HP 48 reçoit un fichier d'un ordinateur, le nom de ce fichier peut être à l'origine de certaines difficultés.

■ Si le nom de fichier comporte des caractères non autorisés dans un nom de variable (tel que 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 commande intégrée (par exemple SIN ou DUP), le HP 48 ajoute un nombre suffixe à ce nom (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 des 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 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.)

Sauvegarde de la mémoire du HP 48

Vous pouvez sauvegarder et restaurer le contenu de la totalité du répertoire HOME dans un fichier sur votre ordinateur. Le répertoire HOME comprend toutes les variables, les définitions de touches-utilisateur et les alarmes. Vous pouvez également y inclure tous les états des indicateurs, si vous le souhaitez.

Les étapes suivantes supposent que vous avez préparé l'ordinateur et le HP 48 pour le transfert de données (voir "Préparation de l'ordinateur et du HP 48", page 27-7).

Pour sauvegarder toute la mémoire utilisateur dans un fichier de l'ordinateur :

Attention



Pendant la sauvegarde de la mémoire, vérifiez que l'horloge n'est pas présente à l'affichage. Si tel est le cas, elle risque d'altérer les données sauvegardées.

- 1. Ordinateur. Exécutez la commande Kermit pour configurer le transfert binaire, si disponible.
- Ordinateur. Exécutez la commande pour en faire le serveur, par exemple SERVER.
- 3. HP 48. Facultatif: pour sauvegarder également les réglages des indicateurs, appuyez sur MODES FLAG NXT RCLF, saisissez un nom de variable d'indicateur (avec des 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) ARCHI.
- 6. HP 48. Pour mettre fin à la session, appuyez sur (1/0) SRVR
- 7. HP 48. Facultatif: pour ménager les piles, appuyez sur (4)(1/0) (NXT) CLOSE.

ARCHIVE utilise toujours le transfert binaire, quel que soit le réglage ASCII/binaire côté HP 48.

Attention



Employez 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 du HP 48 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 décrites plus haut. Vérifiez que le mode de transfert est binaire.
- 2. HP 48. Saisissez le nom de la variable recue (avec délimiteurs ') dans la pile et appuyez sur (RCL) pour rappeler l'objet-sauvegarde.
- 3. HP 48. Appuyez sur (MEMORY) (NXT) RESTO.
- 4. HP 48. Facultatif: pour restaurer les réglages d'indicateurs précédemment sauvegardés, saisissez le nom de la variable d'indicateur (avec délimiteurs '), appuyez sur (RCL) et sur (MODES) FLAG (NXT) STOF.

Exemple: Pour sauvegarder la mémoire dans un fichier nommé AUO1, saisissez l'objet doté d'un intitulé : IO: AUO1 comme nom de sauvegarde. Ensuite si vous récupérez ces données sur le HP 48, il vous suffit de taper 'AU01' et d'appuyer sur (A) (RCL) pour rappeler Backup HOMEDIR dans la pile : vous êtes prêt à exécuter la commande RESTORE.

Envoi de commandes Kermit

Vous pouvez employer un HP 48 pour envoyer des commandes Kermit pour exécution par le serveur Kermit, par un autre HP 48 ou par un ordinateur. Si le HP 48 est serveur, vous pouvez lui envoyer des commandes Kermit (cependant, il ne répond qu'aux commandes GET (KGET) SEND, REMOTE DIR, REMOTE HOST, FINISH et LOGOUT). 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. Saisir la commande sous forme de chaîne (avec délimiteurs " ").
- 2. Saisissez le type de paquet sous forme de chaîne (avec délimiteurs " ").
- 3. Appuyez sur (4)(I/O) SRVR PKT.

Le serveur envoie 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 brièvement le contenu du paquet d'erreur. Pour le récupérer, appuyez sur (NXT) KERR.

Exemple: Pour demander un listage de répertoire, saisissez "D" et "G" et appuyez sur PKT. Le répertoire est renvoyé sous forme de chaîne.

Utilisation de XMODEM

Le protocole XMODEM intégré au HP 48 n'effectue pas de contrôle de redondance cyclique, mais il fonctionne avec un programme XMODEM tournant sur l'ordinateur, qui y pourvoie. Dans cette situation, vous devrez peut-être patienter quelques instants avant que le programme cesse le contrôle de redondance cyclique et ne redonne le contrôle à XMODEM proprement dit.

Pour transférer une variable vers un ordinateur utilisant XMODEM:

- 1. **HP 48.** Appuyez sur (**)(1/0) (**) ①K pour ouvrir le masque TRANSFER.
- 2. HP 48. Définissez le port comme Wire, le type comme XModem, et vérifiez que le débit en bauds correspond à celui de l'ordinateur.
- 3. HP 48. Mettez en valeur le champ NAME: appuvez sur CHOOS pour sélectionner une variable, et saisissez-la.
- 4. Ordinateur. Au besoin, accédez au répertoire dans lequel la variable doit être mémorisée, lancez le programme XMODEM et sélectionez Receive
- 5. Ordinateur. Saisissez le nom de fichier, et lancez Receive.
- 6. **HP 48.** Appuyez sur SEND.

Pour transférer une variable à partir d'un ordinateur en utilisant XMODEM:

- 1. Ordinateur. Accédez au répertoire dans lequel la variable est mémorisée.
- 2. Ordinateur. Lancez le programme XMODEM.
- 3. HP 48. Accédez au répertoire dans lequel vous voulez placer la variable entrante, puis appuyez sur (**)(1/0) (**) 0K pour ouvrir le masque TRANSFER.
- 4. HP 48. Définissez le port comme Wire, le type comme Modem, et vérifiez que le débit en bauds correspond à celui de l'ordinateur.
- 5. **HP 48.** Tapez un nom correspondant à la variable devant être reçue. Cochez le champ OVRW si vous souhaitez écraser une variable du même nom.
- 6. **HP 48.** Appuyez sur RECV.
- 7. Ordinateur, Lancez Send.

Utilisation d'autres protocoles série

Vous pouvez échanger des données et des commandes avec des périphériques série qui n'utilisent pas le protocole Kermit, tels que des imprimantes et des instruments série. A cet effet, vous ferez appel aux commandes d'E-S universelles.

Pour passer en revue les paramètres d'E-S en cours du HP 48 :

■ Appuyez sur (♠)(I/O) IOPAR. Si les paramètres ne s'affichent pas, appuyez sur (NXT) INFO.

Pour modifier des paramètres d'E-S du HP 48 :

- 1. Tapez -58 et appuyez sur (MODES) FLAGS CF. Les définitions en cours s'affichent pour la modification.
- 2. Appuyez sur (IOPAR
- 3. Modifiez le ou les paramètre(s) voulu(s) de la manière suivante :
 - Appuyez sur IR/W pour sélectionner IR ou Wire comme port de communication en cours.
 - Tapez 1200, 2400, 4800 ou 9600 et appuyez sur BAUD pour sélectionner le débit en cours.
 - Tapez 1 (impaire), 2 (paire), 3 (marque), 4 (espace), ou ② (néant) et appuyez sur PARIT pour sélectionner la définition de parité en cours. Vous pouvez, dans certains cas, saisir la valeur négative de ces options, si vous souhaitez utiliser le contrôle de parité pour l'émission seulement et le désactiver à la réception.
 - Si vous utilisez le transfert ou l'impression ASCII, tapez le numéro de l'option de traduction voulue (voir tableau suivant) et appuyez sur TRAN. Dans le tableau, " $10 \rightarrow 10.13$ " signifie "le caractère 10 est traduit par 10 et 13." La sélection de 0 indique que vous ne souhaitez aucune traduction.

Résumé des options de traduction de données ASCII

Option 1	Option 2	Option 3			
Données envoyées par le HP 48					
$10 \rightarrow 10{,}13$	$10 \rightarrow 10{,}13$	$10 \to 10{,}13$			
	$\rightarrow \wedge \wedge$	\ → \ \			
	$128 \rightarrow trad$	$128 \rightarrow trad$			
	159 ightarrow trad	$255 \rightarrow trad$			
Données reçues par le	HP 48				
$10{,}13 \rightarrow 10$	$10{,}13 \rightarrow 10$	$10,13 \rightarrow 10$			
	$11 \rightarrow 1$	\ \ → \			
	$trad \rightarrow car$	$trad \rightarrow car$			
	$\setminus 000 \rightarrow car$	$\setminus 000 \rightarrow car$			
	:	:			
	$159 \rightarrow car$	\255 <i>→ car</i>			

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	٨	\<>	142	+	\<-	156	π	∖PI
129	- Z	\x-	143	4	NIV	157	Ω	∖GW
130	▽	\.V	144	4	N/A	158		\[]
131	1	\VZ	145	γ	∖G9	159		\oo
132	Ţ	\.s	146	δ	∖Gd	171	*	\ <<
133	Σ	∖GS	147	€	∖Ge	176		\^o
134	•	ND	148	η	∖Gn	181	υ	∖Gm
135	π	∖pi	149	8	∖Gh	187	>>	\>>
136	a	\.d	150	λ	∖G1	215	×	\.x
137	≟	\<=	151	ρ	∖Gr	216	Ø	\0/
138	≥	\>=	152	σ	∖Gs	223	β	∖Gb
139	≠	\=/	153	۲	∖Gt	247	÷	\:-
140	α	∖Ga	154	ω	NG₩	nnn	autre	$\setminus nnn$
141	÷	\->	155	Δ	∖GD			

Pour échanger des données série avec une unité série non Kermit :

- 2. Si l'unité série utilise la régulation de réception ou d'émission (signaux XON/XOFF) au cours des transferts, appuyez sur IOPAR (EDIT):
 - Pour recevoir des données en utilisant la régulation, remplacez le troisième nombre par 1.
 - Pour envoyer des données en utilisant la régulation, remplacez le quatrième nombre par 1 (par exemple, € 9600 0 0 1 3 1)).

 Appuyez sur (ENTER) (1) IOPAR (STO).
- 3. Facultatif: appuyez sur I/O NXT SERIA OPENI pour ouvrir le port série HP 48. (Cette étape est inutile pour la plupart des connexions, mais elle évite les difficultés causées par l'incapacité de certaines unités à communiquer avec un port fermé.)
- 4. Pour envoyer ou recevoir des données ou des commandes série, utilisez les touches du menu I/O pour les opérations voulues (voir tableau suivant).

Menu I/O : Commandes d'E-S série

Touche	Commande	Description
	programmable	•
(1)	ERIA:	
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 la totalité de la chaîne n'a pas été transmise, 0 est renvoyé au niveau 1 et la partie non transmise est renvoyée au niveau 2 (exécutez ERRM pour voir le message
SRECV	SRECV	d'erreur). Reçoit le nombre de 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 échec de transfert, une chaîne vide ou incomplète est renvoyée au niveau 2, et 0 est renvoyé au niveau 1 (exécutez ERRM pour renvoyer le message d'erreur). (Ceci se produit si les caractères contiennent une erreur de parité, de cadrage ou de dépassement, ou si le nombre de caractères spécifié n'est pas
STIME	STIME	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. Définit la temporisation de transmission/réception série comme égale au nombre de secondes spécifié au niveau 1. Ce nombre peut être compris entre 0 et 25,4 secondes. Si 0, il n'y a pas de temporisation, ce qui risque d'affaiblir les piles.

Menu I/O : Commandes d'E-S 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 recues sont identiques, en ajoutant une somme de contrôle à la fin des données envoyées, et en vérifiant cette somme de contrôle à la réception.

OPENIO, 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 (à définir en utilisant 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.

Mémoire de port et logements de cartes enfichables

La mémoire de port, également appelée mémoire indépendante, est structurée différemment de la mémoire-utilisateur :

- La mémoire-utilisateur peut être subdivisée en répertoires, contrairement à la mémoire de port.
- Les variables (globales) en mémoire-utilisateur sont actives et peuvent se déplacer physiquement dans la mémoire. Les variables (de port) en mémoire de port sont inactives et conservent un emplacement physique constant dans la mémoire

La mémoire de port contient deux types d'objets :

- Les objets-sauvegarde. Ce sont des objets normaux convertis sous une forme "inactive" convenant à la mémoire de port.
- Bibliothèques. Ce sont des ensembles d'objets ayant un nom, destinés à étendre le jeu de commandes intégrées. Les bibliothèques doivent être enregistrées dans la mémoire de port et associées à un répertoire-utilisateur pour être utilisables. Vous pouvez "exécuter" un objet nommé à partir d'une bibliothèque, mais non le visualiser ou le modifier, tout comme vous pouvez lancer une commande intégrée, mais non la modifier.

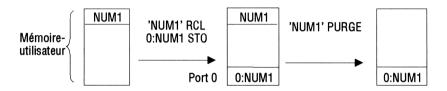
Pour afficher le menu des objets stockés dans un port :

- 1. Appuyez sur (LIBRARY) PORTS.
- 2. Appuyez sur la touche de menu du port à visualiser.

Pour afficher le menu des bibliothèques accessibles à partir du répertoire en cours :

■ Appuyez sur (→) (LIBRARY).

28



Si vous ne possédez pas de cartes enfichables, ou si vous ne souhaitez pas les utiliser, vous pouvez utiliser le port 0 pour stocker des objets-sauvegarde et des objets-bibliothèque.

Logement de carte 1

Le HP 48GX possède deux logements pour cartes enfichables. Ils ne sont pas identiques. Le logement 1 peut accueillir une carte enfichable ne dépassant pas 128 kilo-octets. La mémoire RAM d'une carte placée dans le logement 1 peut être fusionnée avec la mémoire-utilisateur intégrée pour étendre la quantité de mémoire disponible, ou peut être conservée en tant que mémoire de port normale. Le logement 1 est identique à ceux qui étaient disponibles sur la version antérieure du calculateur (HP 48SX). Lorsque la mémoire de port est utilisée dans le logement de carte 1, celui-ci est désigné comme Port 1. Les cartes placées dans le logement 1 peuvent être indifféremment à mémoire RAM ou ROM.

Logement de carte 2

Le logement 2 peut recevoir une carte atteignant une capacité de 4 méga-octets. (c'est-à-dire 4096 Ko, dont seuls 3968 sont accessibles). La mémoire RAM d'une carte installée dans le logement 2 ne peut vas être fusionnée avec la mémoire-utilisateur intégrée. En revanche, la mémoire de port offerte par le logement 2 est divisée en ports distincts de 128 kilo-octets chacun. Ainsi, une carte enfichable de 1 méga-octet propose les ports 2 à 9, chacun contenant un maximum de 128 kilo-octets d'objets-sauvegarde et de bibliothèques. Une carte enfichable de 4 méga-octets propose les ports 2 à 32. La carte installée dans le logement 2 peut être indifféremment à mémoire RAM ou ROM.

Objets-sauvegarde

Le HP 48 utilise un type d'objet spécial, l'objet-sauvegarde, pour stocker des données de sauvegarde. Un objet-sauvegarde contient un objet, son nom et sa somme de contrôle.

Des objets-sauvegarde se trouvent uniquement en mémoire de port :

- Le Port 0.
- Le Port 1, s'il comporte une carte RAM configurée en tant que mémoire de port (c'est-à-dire non fusionnée). Lorsque vous venez d'installer une carte, elle est automatiquement configurée en tant que mémoire de port. (Le Port 1 n'existe pas sur le HP 48G.)
- Les Ports 2 à 32, s'ils existent. (Ce n'est pas le cas sur le HP 48G).

Pour sauvegarder un objet sur une carte :

- 1. Placez l'objet dans la pile.
- 2. Saisissez une identification de sauvegarde pour l'objet-sauvegarde à créer (voir plus loin).
- 3. Appuyez sur (STO).
- 4. Facultatif: supprimez 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, dont voici la syntaxe:

: port: nom

ne doit pas être fusionné avec la mémoire-utilisateur. Le nom de l'objet-sauvegarde peut être différent du nom d'origine. Vous pouvez sauvegarder un répertoire entier (avec ses

où port est le numéro du port (0 à 32) et nom le nom sous lequel est stockée la copie de sauvegarde. Si vous utilisez le port 1, il

sous-répertoires) en un seul objet de sauvegarde, en plaçant le répertoire-objet dans la pile et en en faisant une copie de sauvegarde.

Pour rappeler un objet-sauvegarde dans la pile :

- Affichez le menu PORT approprié, appuyez ensuite sur → et la touche de menu de l'objet.
- Saisissez l'identification de sauvegarde de l'objet-sauvegarde et appuyez sur (RCL).

Pour évaluer un objet-sauvegarde :

- Affichez le menu PORT approprié, appuyez ensuite sur la touche de menu de l'objet ou
- Saisissez l'identification de sauvegarde de l'objet-sauvegarde et appuyez sur (EVAL).

Pour évaluer simultanément plusieurs objets-sauvegarde, saisissez une liste (avec délimiteurs (3) contenant leurs identifications de sauvegarde, appuyez ensuite sur (EVAL) pour chaque objet-sauvegarde.

Pour supprimer un objet-sauvegarde :

■ Saisissez l'identification de sauvegarde de cet objet et appuyez sur (FURG). Si vous essayez de supprimer un objet-sauvegarde rappelé dans la pile, vous obtenez le message d'erreur Object in Use. Vous ne pouvez le supprimer qu'à partir de la pile ou après l'avoir stocké dans une variable.

Pour supprimer plusieurs objets-sauvegarde simultanément :

- 1. Saisissez une liste (avec délimiteurs ()) contenant les identifications de sauvegarde des objets.
- 2. Appuyez sur (PURG).

28

Pour rechercher un objet-sauvegarde dans tous les ports :

- 1. Saisissez l'identification de l'objet et utilisez le joker & comme numéro du port. (Appuyez sur (a) (ENTER) pour taper &.)
- 2. Exécutez RCL, EVAL ou PURGE. Lorsque vous utilisez le joker & le HP 48 effectue une recherche sur tous les ports disponibles par ordre décroissant (32, 31, ..., 2, 1, 0), puis sur la mémoire principale, afin d'y trouver l'objet-sauvegarde : il prend la première occurrence de son nom.

Si vous saisissez : &: BPG1 et appuyez sur (PURG), Exemple: vous supprimez la première occurrence de BPG1 dans le port 32, 31, ..., 2, 1, 0 ou en mémoire principale.

Pour obtenir une liste des objets-sauvegarde placés dans un port :

■ Saisissez le numéro du port et appuyez sur (♠)(LIBRARY) 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 en mémoire indépendante pour un autre port). Le niveau 2 contient une liste d'identifications de sauvegardes et de bibliothèques.

Pour copier des objets-sauvegarde d'une carte dans un autre **HP 48:**

- 1. Eteignez le HP 48 et installez la carte (voir "Installation et retrait de cartes enfichables", page 28-10).
- 2. Rallumez le HP 48.
- 3. Rappelez l'objet dans la pile (voir "Pour rappeler un objet-sauvegarde dans la pile", page 28-4).

Vous pouvez aussi transférer des objets entre deux HP 48 en utilisant leurs ports infrarouges (voir "Transfert de données entre deux HP 48", page 27-1).

Sauvegarde de toute la mémoire

Vous pouvez sauvegarder et restaurer la totalité du contenu du répertoire HOME dans un objet-sauvegarde. Le répertoire HOME contient toutes les variables, définitions de touches et alarmes. Vous pouvez aussi inclure les réglages d'indicateurs.

Une autre possibilité est de sauvegarder la mémoire dans un fichier sur ordinateur (voir "Sauvegarde de la totalité de la mémoire du HP 48", page 27-12).

Attention



Lorsque vous sauvegardez la mémoire, vérifiez que l'horloge n'est pas affichée sur l'écran du calculateur. Si l'horloge était affichée pendant une sauvegarde, les données de sauvegarde pourraient se trouver corrompues

Pour sauvegarder toute la mémoire-utilisateur dans un objetsauvegarde :

- 1. Facultatif: pour sauvegarder également les réglages d'indicateurs, appuyez sur MODES FLAG NXT RULF, saisissez un nom de variable (avec délimiteurs ') et appuyez sur STO.
- Saisissez une identification de sauvegarde pour l'objet-sauvegarde à créer.
- 3. Appuyez sur (MEMORY) (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

Pour restaurer la mémoire-utilisateur du HP 48 à partir d'un objetsauvegarde :

- 1. Saisissez l'identification de l'objet-sauvegarde (avec délimiteurs ::) dans la pile (souvenez-vous que ce nom comporte un numéro de port).
- 2. Appuyez sur (MEMORY) (NXT) RESTO.

28-6 Bibliothèques, ports et cartes enfichables

3. Facultatif: 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) FLAG (NXT) STOF.

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 résidant en ROM ou en RAM. Une bibliothèque résidant en ROM (en mémoire morte) se trouve dans une carte d'application enfichable et est installée par insertion de la carte dans l'un des logements. (Le HP 48G ne possède pas de logement de carte enfichable.) Une bibliothèque résidant en RAM peut se trouver dans une carte RAM enfichable ou peut être transférée en mémoire-utilisateur via un port d'E-S infrarouge ou série. (Pour plus de détails, consultez la documentation qui accompagne la bibliothèque).

Attention



Les bibliothèques destinées à l'origine aux anciens modèles HP 48S et HP 48SX risquent de ne pas être compatibles avec les HP 48G et HP 48GX. Il peut en résulter une perte de mémoire. Vous devez donc sauvegarder votre mémoire-utilisateur (voir page 28-6) avant de tenter d'utiliser ces bibliothèques. Contactez le fournisseur ou le concepteur de la bibliothèque pour obtenir des précisions sur la compatibilité.

Les bibliothèques offrent plusieurs avantages par rapport aux programmes:

- Les applications que vous y écrivez sont automatiquement protégées contre les copies puisque le contenu d'une bibliothèque ne peut pas être visualisé, modifié ou rappelé dans la pile.
- Les bibliothèques offrent un accès plus rapide aux variables utilisées par les applications.
- Vous pouvez "cacher" des variables utilisées dans les applications, ce qui évite d'encombrer le menu de la bibliothèque.

Chaque bibliothèque est identifiée de deux façons :

- Une identification de bibliothèque, sous la forme : port: numéro, où numéro représente un numéro unique associé à la bibliothèque. Si vous appuyez sur ← LIBRARY PORT et sur la touche de menu du port dans lequel vous avez stocké la bibliothèque, le numéro de cette dernière s'affiche dans le menu.
- Un nom de bibliothèque, sous la forme d'une suite de caractères. Si vous appuyez sur → LIBRARY dans le répertoire auquel vous avez associé la bibliothèque, ou l'un de ses sous-répertoires, le nom de la bibliothèque s'affiche dans le menu.

Le HP 48 ne permet pas de créer des bibliothèques. En principe, elles sont créées sur un ordinateur et téléchargées sur le HP 48 par l'intermédiaire d'un câble ou d'une carte enfichable. Si vous souhaitez créer des bibliothèques, contactez le Département Support Technique ou le Service HP Calculator Bulletin Board (voir troisième de couverture) pour obtenir des informations sur les outils de programmation nécessaires.

Pour configurer une bibliothèque :

- 1. Installez la bibliothèque 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 résidant en mémoire RAM, stockez-la en mémoire de port.
- 2. Associez la bibliothèque (voir plus loin). Pour certaines bibliothèques, l'opération est automatique, pour d'autres, elle est manuelle. Vous ne pouvez associer qu'une bibliothèque à chaque répertoire, cependant, vous pouvez en associer un nombre quelconque au répertoire HOME. (Pour plus d'informations, consultez également la documentation accompagnant la bibliothèque résidant sur carte d'applications ou en mémoire RAM.)

Pour pouvoir utiliser une bibliothèque, il faut qu'elle soit installée dans un port et associée à un répertoire en mémoire-utilisateur. Cette opération peut être automatique, lors de l'installation de la carte d'application, ou manuelle.

Pour stocker une bibliothèque basée en RAM en mémoire de port :

- 1. Placez l'objet-bibliothèque dans la pile. (Notez son numéro et son nom.)
- 2. Saisissez le numéro du port pour le stockage de la bibliothèque. Si vous utilisez le port 0, la bibliothèque est toujours disponible, même si vous retirez les cartes enfichables. Si vous employez le port de l'un des logements de carte, le logement doit contenir une carte RAM configurée en tant que mémoire non fusionnée.
- 3. Appuyez sur (STO).
- 4. Facultatif: supprimez l'objet-bibliothèque d'origine en mémoire-utilisateur, si ce n'est déjà fait.

Pour associer automatiquement une bibliothèque au répertoire HOME:

■ Eteignez et rallumez le HP 48. Toutes les bibliothèques à association automatique stockées en mémoire de port sont associées au répertoire HOME (si ce n'est déjà fait).

Pour associer manuellement une bibliothèque :

- 1. Accédez au répertoire voulu :
 - Pour accédez à la bibliothèque à partir de tout répertoire, passez à HOME.
 - Pour en restreindre l'accès, accédez au répertoire voulu. L'accès sera possible uniquement à partir de ce répertoire et de ses sous-répertoires.
- 2. Saisissez l'identification de cette bibliothèque sous la forme : port: numéro.
- 3. Appuyez sur ((LIBRARY) (NXT) ATTAC.

Pour dissocier une bibliothèque d'un répertoire :

- 1. Accédez au répertoire auquel la bibliothèque est associée.
- 2. Saisissez l'identification de la bibliothèque.
- 3. Appuyez sur (LIBRARY) DETAC pour la dissocier du répertoire.

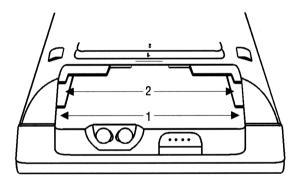
Pour supprimer une bibliothèque de la mémoire :

- 1. Vérifiez que la bibliothèque n'est plus associée à aucun répertoire.
- 2. Saisissez l'identification de la bibliothèque en mémoire indépendante sous la forme : port: numéro.

3. Appuyez sur (PURG) pour supprimer la bibliothèque de la mémoire indépendante. Si vous recevez le message d'erreur Ob.i∈⊂t In Use, cela signifie que la bibliothèque est encore associée à un répertoire.

Installation et retrait de cartes enfichables

Les cartes enfichables peuvent être installées dans les logements 1 et 2 du HP 48. Le logement 1 est le plus proche de l'avant du calculateur, le logement 2 est situé à l'arrière. Ces logements ne sont pas identiques (voir page 28-2 pour plus de détails à ce sujet).



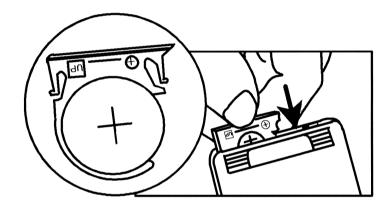
Attention



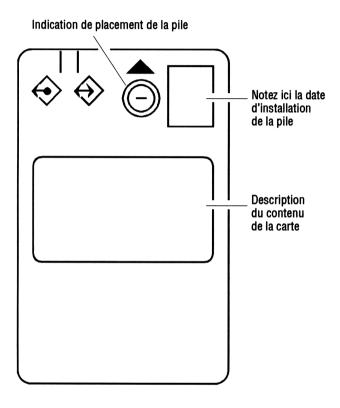
Les cartes et les accessoires enfichables non approuvés par Hewlett-Packard risquent d'endommager le HP 48. Il est facile de reconnaître une carte approuvée par HP : elle possède un volet métallique destiné à protéger le HP 48 des charges électrostatiques. Les cartes non approuvées ne possèdent pas ce volet et leurs contacts dorés sont nettement visibles.

Pour installer la pile dans une nouvelle carte RAM :

- 1. 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, consultez "Pour changer la pile d'une carte RAM", page A-8.
- 2. Pour extraire le porte-pile, insérez l'ongle du pouce ou un petit tournevis et tirez.
- 3. Le côté rainuré du porte-pile présente le signe + et le mot UP. Placez la pile dans le porte-pile, côté + vers le haut, puis glissez le porte-pile dans la carte.



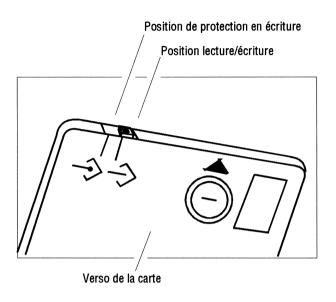
4. Inscrivez sur la carte la date d'installation à l'aide d'un feutre indélébile à pointe fine. Cette date est importante pour déterminer la date de remplacement de la pile.



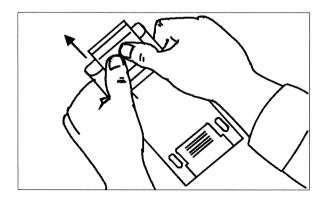
5. Définissez une alarme dans le calculateur à 1 an de la date d'installation pour vous rappeler de remplacer la pile. (Selon l'utilisation, la pile dure entre 1 et 3 ans. Lorsqu'il est nécessaire de la remplacer, un message vous en avertit automatiquement, à condition que la carte se trouve dans le calculateur. Cette alarme est donc utile pour le cas où la carte ne serait pas dans le calculateur au moment où la pile faiblit.) Pour définir une alarme, consultez "Définition des alarmes", page 26-2. Pour remplacer la pile d'une carte RAM, consultez "Pour changer la pile d'une carte enfichable RAM", page A-8.

Pour installer une carte enfichable :

- 1. Enregistrez tous les objets se trouvant actuellement dans la pile et que vous souhaitez sauvegarder. (L'installation ou le retrait d'une carte enfichable entraîne l'effacement de la pile.)
- 2. Si la carte que vous souhaitez installer contient des bibliothèques ou des applications concues pour l'ancien modèle HP 48SX, sauvegardez, par mesure de précaution, toute la mémoire-utilisateur avant d'installer la carte (voir page 28-6). Les anciennes bibliothèques ne sont pas toutes compatibles avec le HP 48GX et peuvent provoquer la perte de la mémoire-utilisateur.
- 3. Eteignez le calculateur, sinon toute la mémoire-utilisateur risque d'être effacée.
- 4. S'il s'agit d'une nouvelle carte RAM, installez d'abord sa pile (voir plus haut).
- 5. Pour une carte RAM, vérifiez ou armez la languette de protection en écriture. Pour une nouvelle carte RAM, mettez-la en position lecture/écriture. (Eteignez toujours le calculateur avant de déplacer la languette de protection en écriture.)
 - Lecture seule. Le contenu de la carte peut être lu. mais il est impossible de modifier, d'effacer ou d'enregistrer des données. Le contenu de la carte RAM est alors protégé, ne pouvant être écrasé ou effacé. N'utilisez en aucun cas ce mode pour une carte RAM contenant de la mémoire fusionnée.
 - Lecture/écriture. Vous pouvez lire, modifier, effacer le contenu de la carte et v stocker des données comme dans la mémoire-utilisateur intégrée.



6. Retirez le cache-ports au sommet du calculateur, en appuyant sur la partie rainurée et en poussant dans le sens indiqué. Le retrait du cache-ports dévoile les deux ports d'enfichage.



7. Choisissez le logement vide voulu.

8. Présentez la carte comme indiqué, flèche triangulaire pointant vers le bas. Vérifiez que la carte est bien engagée dans les glissières du logement voulu et non à cheval sur l'autre logement.



- 9. Glissez la carte fermement dans le logement. Lorsque vous commencez à sentir une résistance, la carte se trouve à environ 6 mm de sa position définitive.
- 10. Remettez le cache en place en le glissant jusqu'à ce qu'il soit verrouillé.
- 11. Appuyez sur (ON) pour allumer le calculateur.

Remarque



Lorsque vous venez d'installer une nouvelle carte RAM et allumez le calculateur, vous obtenez le message Invalid Card Data, parce que la carte n'est pas formatée. Ne vous préoccupez pas de ce message : la carte sera formatée automatiquement à la première utilisation.

Pour retirer une carte enfichable :

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 page 28-16).

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, appuyez ensuite sur ON.

- 1. Si vous retirez une carte RAM du logement 1, vérifiez qu'elle contient de la mémoire indépendante non fusionnée (voir avertissement plus haut et page 28-16).
- 2. Eteignez le calculateur. N'appuyez pas sur ON avant d'avoir retiré la carte.
- 3. Retirez le cache-ports.
- 4. Appuyez sur la partie rainurée et faites glisser la carte hors du port.
- 5. Remettez le cache-ports en place.

Extension de la mémoire-utilisateur avec des cartes RAM enfichables

Vous pouvez étendre la mémoire-utilisateur intégrée du HP 48GX en installant une carte RAM dans le logement de carte 1 et en fusionnant sa mémoire avec la mémoire-utilisateur. (Le modèle HP 48G n'est pas doté de logements de cartes enfichables.)

Chaque carte contient une pile qui l'alimente lorsque le calculateur est éteint et lorsqu'elle se trouve en dehors du calculateur. (Elle est alimentée par les piles du calculateur uniquement lorsque ce dernier est sous tension.)

Lorsque vous configurez une carte RAM, vous avez le choix entre deux types de mémoire, chacun apportant des avantages différents. Vous

pouvez changer de type de mémoire, mais vous ne pouvez pas utiliser une carte pour les deux types en même temps.

- Mémoire fusionnée. Partie de la mémoire-utilisateur contenue dans une carte RAM : la mémoire de la carte est fusionnée avec la mémoire-utilisateur intégrée. Ceci vous permet d'augmenter la quantité de mémoire-utilisateur pour créer des variables et des répertoires, et pour placer des objets dans la pile.
- Mémoire indépendante. Mémoire RAM indépendante de la mémoire-utilisateur, en mémoire intégrée (port 0) ou dans une carte RAM (ports 1 à 32). Ceci vous permet de sauvegarder des objets isolés ou des répertoires entiers, comme vous sauvegarderiez les fichiers d'un ordinateur sur disquette, puis les rangeriez en sécurité. Vous pouvez aussi l'utiliser pour transférer des données vers un autre HP 48 en l'y installant et en y recopiant les objets. Voir "Objets-sauvegarde", page 28-3.

Pour vérifier le type de mémoire présent dans un port :

■ Saisissez le numéro du port et appuyez sur ☐ LIBRARY PVARS. Le type de mémoire est renvoyé au niveau 1 :

"ROM" ROM dans une carte d'application.

"SYSRAM" Mémoire-utilisateur fusionnée dans une carte RAM.

numéro Mémoire indépendante dans une carte RAM.

Pour fusionner la mémoire de la carte RAM installée dans le logement 1 avec la mémoire-utilisateur :

- 1. Eteignez le calculateur et vérifiez que la carte n'est pas protégée en écriture.
- 2. Rallumez le calculateur et appuyez sur (LIBRARY MERG . Si la carte contenait des objets ou des bibliothèques, la commande MERGE1 les déplace automatiquement vers une partie spécifique de la mémoire appelée port 0 (voir "Port 0", page 28-2).

Pour libérer une carte RAM, installée dans le logement 1, fusionnée en mémoire-utilisateur :

- 1. Appuyez sur (1) ENTER pour introduire une liste vide.
- 2. Appuyez sur LIBRARY FREE1. Si la carte RAM est déjà indépendante (mémoire de port), vous obtenez le message Port Not Available. S'il n'y a pas assez de mémoire pour libérer la carte RAM, vous obtenez une erreur mémoire (voir plus loin).

3. Facultatif: éteignez le HP 48 et retirez la carte (voir "Pour retirer une carte enfichable", page 28-16).

Pour vérifier la quantité de mémoire-utilisateur disponible, appuyez sur MEMORY MEM. Le nombre d'octets disponibles s'affiche. Pour être en mesure de libérer la carte RAM, vous devez disposer d'une quantité de mémoire disponible supérieure ou égale à la taille de la carte, sinon, le HP 48 n'a pas assez de mémoire à consacrer à la carte.

S'il n'y a pas assez de mémoire disponible pour libérer la carte RAM :

- Supprimez toutes les variables dont vous n'avez plus besoin.
- Sauvegardez les données sur une autre carte RAM, installée dans l'autre logement, et supprimez ensuite les variables d'origine.
- Sauvegardez les données dans le port 0, supprimez les variables d'origine, puis placez les objets-sauvegarde dans la carte RAM une fois libérée (voir plus loin).

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", page 28-3).
- 2. Saisissez une liste (avec délimiteurs € ⅓) contenant les noms des objets-sauvegarde se trouvant dans le port 0.
- 3. Appuyez sur MEMORY FREE1. 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).
- 4. Facultatif: éteignez le HP 48 et retirez la carte (voir "Pour retirer une carte enfichable", page 28-16).

Pour changer de position la languette de protection en écriture d'une carte installée dans le calculateur :

- 1. Vérifiez d'abord que la carte contient de la mémoire indépendante (voir "Pour vérifier le type de mémoire présent dans un port", page 28-17).
- 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 éloignée du coin de la carte.

Ce chapitre constitue une introduction à quelques fonctions de programmation du HP 48. Pour de plus amples informations, consultez le HP 48G Series Advanced User's Reference (référence 00048-90136) qui comporte une liste exhaustive des commandes ainsi que des explications détaillées sur la programmation.

Introduction à la programmation

Pour le HP 48, un programme est un objet entouré de délimiteurs « » contenant une suite de nombres, de commandes et d'autres objets à exécuter automatiquement pour effectuer une tâche.

Par exemple, pour calculer la racine opposée d'un nombre placé au niveau 1, vous pouvez appuyer sur (\sqrt{x}) (+/-). Le programme suivant effectue exactement la même opération :

```
« J NEG »
```

Sans que cela le modifie, il est possible de représenter le programme à l'identique des autres langages de programmation, à savoir, avec une commande par ligne:

```
æ
 1
 NEG
»
```

29

Contenu d'un programme

Un programme contient une suite d'objets qu'il traite en fonction de leur type, comme le résume 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 (avec 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 (avec délimiteurs)	Placé dans la pile.
Nom local (sans délimiteurs)	Contenu placé dans la pile.

Comme vous pouvez le constater, la plupart des types d'objets 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.

Programme	Résultat
« 1 2 »	2: 1 1: 2
« "Bonjour" (A B) »	2: "Bonjour" 1: { A B }
« '1+2' »	1: '1+2'
« '1+2' →NUM »	1: 3
« « 1 2 + » »	1: « 1 2 + »
« « 1 2 + » EVAL »	1: 3

Exemples d'exécution de programmes

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. Il existe deux sortes de structures:

- Structures de variables locales. La commande → définit des noms de variables locales et une expression algébrique ou un objet-programme correspondant qui est évalué à l'aide de ces variables.
- Structures avec branchements. Des instructions spéciales de structure (comme DO...UNTIL...END) définissent des structures conditionnelles ou boucles, déterminant l'ordre d'exécution des instructions au sein d'un programme.

Une structure de variable locale est organisée de l'une des deux manières suivantes au sein d'un programme :

La commande \rightarrow retire n objets de la pile et les stocke dans les variables locales nommées. L'expression algébrique ou le programme est automatiquement évalué parce qu'il est un élément de la structure, même si, par ailleurs, ils sont placés dans la pile. Chaque fois qu'un nom de variable locale apparaît dans l'expression algébrique ou dans l'objet-programme, il est remplacé par le contenu de la variable.

Le programme suivant prend deux nombres dans la pile et renvoie un résultat numérique:

```
\langle \rangle a b 'ABS(a-b)' »
```

Calculs dans un programme

Bon nombre de calculs dans les programmes prennent leurs données dans la pile, qu'elles y aient été placées par l'utilisateur ou par un autre programme. Voici deux façons caractéristiques de manipuler ces données:

- Commandes de la pile. Elles opèrent directement sur les objets de la
- Structures de variables locales. Elles stockent les objets de la pile dans des variables locales temporaires, puis utilisent les noms des 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 trois programmes suivants utilisent deux nombres de la pile pour calculer l'hypoténuse d'un triangle rectangle avec la formule $\sqrt{x^2 + y^2}$.

```
« SQ SWAP SQ + J »
« → x y '1(x^2+u^2)' »
```

Le premier programme utilise des commandes de la pile pour manipuler les nombres qui y figurent; le calcul utilise la syntaxe de la pile. Le deuxième programme se sert d'une structure de variable locale pour stocker et récupérer les nombres ; le calcul utilise la syntaxe de la pile. Le troisième emploie aussi une structure de variable locale, mais l'opération est exprimée en syntaxe algébrique. Notez que la formule sous-jacente est plus évidente dans ce dernier programme.

Les structures de variables locales combinées aux objets algébriques sont privilégiées par beaucoup de programmeurs car 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 seul début et une seule fin. Il ne contient pas d'étiquettes, ni de commandes GOTO pour en sortir. D'un point de vue extérieur, le déroulement d'un programme est très simple : il commence au début, se termine à la fin. (Naturellement, à l'intérieur du programme vous pouvez insérer des structures de branchement pour en contrôler l'exécution.)

Vous pouvez tirer parti de la programmation structurée en créant des programmes "modules". Chacun d'eux peut être autonome ou servir de sous-programme dans un programme plus important. Considérez, par exemple, le programme suivant :

« EXTRAIRE-VALEUR CALCULER EXPRIMER »

Ce programme est séparé en trois tâches principales, chacune utilisant un sous-programme. Le déroulement est prévisible. Seules importent les entrées et les sorties de chaque sous-programme : le fonctionnement interne n'a aucune importance à ce niveau.

La structure des sous-programmes peut être simple, mais aussi subdivisée en d'autres sous-programmes exécutant des tâches plus modestes. Ainsi, vous disposez de sous-programmes relativement simples, même si le programme principal est long.

Les programmes deviennent ainsi des extensions de l'ensemble des commandes intégrées. Vous les exécutez en invoquant leur nom. Ils utilisent des éléments similaires aux arguments des commandes et produisent certains résultats.

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 s'affiche, indiquant que le mode de saisie de programme est actif.
- 2. Saisissez les commandes et les autres objets (avec les délimiteurs appropriés) dans l'ordre correct d'exécution des opérations.
 - Appuyez sur (SPC) pour séparer les nombres consécutifs.
 - Appuyez sur pour aller au-delà des délimiteurs.
- 3. Facultatif: appuyez sur (à la ligne) pour commencer une nouvelle ligne dans la ligne de commande.
- 4. Appuyez sur (ENTER) pour placer le programme dans la pile.

En mode saisie de programme (témoin PRG affiché), les touches de commande ne sont pas exécutées, elles sont simplement saisies dans la ligne de commande. Seules les opérations non programmables (comme • et VAR) sont exécutées.

Les ruptures de lignes sont ignorées lorsque vous appuyez sur ENTER.

29 Pour introduire des commandes et d'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 stocker ou nommer un programme :

- 1. Saisissez le programme dans la pile.
- 2. Saisissez le nom de la variable (avec délimiteurs ') et appuyez sur (STO).

Pour exécuter un programme :

Appuyez sur VAR, puis sur la touche de menu correspondant au nom du programme.

 \mathbf{ou}

29

- 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 l'objet-programme au niveau 1 et appuyez sur (EVAL).

Pour arrêter l'exécution d'un programme :

■ Appuyez sur (CANCEL).

Exemple : Saisissez un programme qui prend dans la pile la valeur d'un rayon et calcule le volume d'une sphère de rayon r en utilisant :

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

Etape 1 : Pour calculer ce volume manuellement, après avoir saisi le rayon dans la pile, il faut appuyer sur :

$$3 \mathcal{P} + \mathcal{T} \times 4 \times 3 \div + \mathcal{T}$$

Saisissez cette séquence de touches pour en faire un programme. (commence une nouvelle ligne.)

Etape 2: Placez le programme dans la pile.

Etape 3: Stockez le programme dans la variable VOL. Saisissez ensuite 4 pour le rayon et exécutez le programme VOL.

Exemple : Remplacez le programme de l'exemple précédent par un autre plus facile à lire. Saisissez un programme qui utilise

une structure de variable locale pour calculer le volume d'une sphère. Ce programme est :

(Il est nécessaire d'inclure \rightarrow NUM car π génère un résultat symbolique. Essayez ce programme avec et sans la commande \rightarrow NUM.)

Etape 1: Saisissez le programme.



Etape 2 : Placez le programme dans la pile, stockez-le dans VOL et calculez le volume pour un rayon de 4.



Affichage, débogage et modification des programmes

Pour afficher ou modifier un programme :

1. Affichez le programme :

29

- Si le programme est au niveau 1, appuyez sur (►) (EDIT).
- Si le programme est stocké dans une variable, placez le nom de la variable dans le niveau 1 et appuyez sur (♠)(EDIT).
- 2. Faites les modifications souhaitées.
- 3. Appuyez sur ENTER pour les sauvegarder (ou sur CANCEL) pour les annuler) et revenez dans la pile.

Il est plus facile de comprendre le fonctionnement d'un programme si vous l'exécutez pas à pas. Cette façon de procéder peut vous aider à déboguer vos programmes ou à comprendre des programmes écrits par d'autres personnes.

Pour exécuter un programme pas à pas à partir du début :

- 1. Placez les données requises par le programme dans la pile, aux niveaux appropriés.
- 2. Placez le programme ou son nom au niveau 1 (ou dans la ligne de commande).
- 3. Appuyez sur PRG NXT RUN DBUG pour le lancer et arrêter immédiatement son exécution. Le témoin HALT s'affiche dans la zone d'état.
- 4. Effectuez l'une des opérations suivantes :
 - Pour afficher l'étape suivante du programme dans la zone d'état et l'exécuter, appuyez sur SST.
 - Pour afficher, sans l'exécuter, l'étape suivante (ou les deux étapes suivantes, appuyez sur NEXT.
 - Pour poursuivre l'exécution normale, appuyez sur (♠)(CONT).
 - Pour abandonner l'exécution, appuyez sur KILL.
- 5. Répétez l'étape 4 autant de fois que nécessaire.

Pour exécuter un programme pas à pas à partir du milieu :

- 1. Insérez une commande HALT dans le programme, là où vous désirez commencer l'exécution pas à pas.
- 2. Exécutez le programme normalement. Celui-ci s'arrête après exécution de la commande HALT et le témoin HALT s'affiche.
- 3. Effectuez l'une des opérations suivantes :
 - Pour afficher l'étape suivante dans la zone état et l'exécuter, appuyez sur SST.
 - Pour afficher, sans l'exécuter, l'étape suivante (ou les deux étapes suivantes), appuyez sur MEXT.
 - Pour poursuivre l'exécution normale, appuyez sur ♠CONT.
 - Pour abandonner l'exécution, appuyez sur KILL.
- 4. Répétez l'étape 3 autant de fois que nécessaire.

Lorsque vous voulez exécuter le programme normalement, supprimez la commande HALT.

Pour exécuter un programme pas à pas lorsque l'étape suivante est un sous-programme :

- Pour exécuter le sous-programme en une seule étape, appuyez sur SST...
- \blacksquare Pour exécuter le sous-programme pas à pas, appuyez sur \texttt{SST}_{Ψ} .

SST exécute l'étape suivante d'un programme. Si celle-ci est un sous-programme, SST l'exécute en une seule étape.
SST↓ fonctionne comme SST, mais si l'étape suivante est un sous-programme, il passe à la première étape du sous-programme, l'exécutant pas à pas.

Pour désactiver le témoin HALT à tout moment :

■ Appuyez sur (PRG) CTRL KILL.

Structures de programmation

Une structure de programmation permet à un programme de prendre une décision d'exécution en fonction de conditions données ou de la valeur de certains arguments spécifiques. Utilisées à bon escient, ces structures permettent de créer des programmes d'une exceptionnelle souplesse.

Structures conditionnelles

Les structures conditionnelles permettent à un programme de prendre une décision en fonction du résultat d'un ou de plusieurs tests.

Voici un résumé des structures conditionnelles disponibles sur le HP48 :

IF...THEN...END

Saisissez cette structure dans un programme en appuyant sur PRG BRCH • IF . La syntaxe est la suivante :

« ... IF clause-de-test THEN clause-vraie END ... »

IF...THEN...END exécute la suite de commandes placée dans la clause-vraie uniquement si un test (clause-de-test) a la valeur "vrai". La clause de test peut être une suite 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 la pile. Si la valeur est différente de zéro, la clause vraie est exécutée. Sinon, l'exécution du programme reprend après END.

IF...THEN...ELSE...END

Saisissez cette structure dans un programme en appuyant sur (PRG) BRCH (F) IF . La syntaxe est la suivante :

```
« ... IF clause-de-test

THEN clause-vraie ELSE clause-fausse END' ... »
```

IF...THEN...ELSE...END exécute soit la séquence de commandes de *clause-vraie* si la *clause-de-test* est vraie, soit la séquence 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 (→NUM ou EVAL ne sont pas nécessaires).

IF débute la clause de test qui laisse un résultat dans la pile. THEN retire ce résultat. Si la valeur est différente de zéro, la clause vraie est exécutée. Sinon, la clause fausse est exécutée. Après exécution de la clause appropriée, l'exécution reprend après END.

CASE...END

Pour saisir CASE...END dans un programme :

- 1. Appuyez sur PRG BRCH CASE pour saisir CASE...THEN...END...END.
- 2. Pour chaque clause de test supplémentaire, amenez le curseur après le END d'une clause de test et appuyez sur FERE pour saisir THEN...END.

La syntaxe pour CASE...END est la suivante :

```
CASE

clause-de-test<sub>1</sub> THEN clause-vraie<sub>1</sub> END

clause-de-test<sub>2</sub> THEN clause-vraie<sub>2</sub> END

:

clause-de-test<sub>n</sub> THEN clause-vraie<sub>n</sub> END

clause-par-défaut (facultative)

END
```

Cette structure permet d'exécuter une série de commandes de clause-de-test, puis d'exécuter la séquence de commandes de clause_vraie appropriée. Le premier test qui renvoie un résultat vrai

provoque l'exécution de la clause vraie corrrespondante, mettant fin à la structure CASE...END. Après le dernier test, vous pouvez inclure une clause-par-défaut qui sera exécutée si tous les tests sont évalués comme étant faux. Si une clause de test est une expression algébrique, elle est automatiquement évaluée comme nombre (\rightarrow NUM ou EVAL ne sont pas nécessaires).

Lorsque CASE est exécutée, la clause de test₁ est évaluée. Si le test est vrai, la clause vraie₁ est exécutée et le programme passe directement à END. Si la clause de test₁ est fausse, le programme passe à la clause de test₂. L'exécution au sein de la structure CASE continue jusqu'à ce qu'une clause vraie soit exécutée ou que toutes les clauses de tests soient évaluées comme étant fausses. Si une clause par défaut est incluse, elle est exécutée si toutes les clauses de test ont été évaluées comme étant fausses.

Structures en boucle

Les structures en boucle permettent à un programme d'exécuter plusieurs fois une séquence de commandes. 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 non être répétée, utilisez une boucle infinie.

START...NEXT

Entrez cette structure dans un programme en appuyant sur PRG BRCH START. La syntaxe est :

« ... début fin START clause-de-la-boucle NEXT ... »

START...NEXT exécute la séquence de commandes de clause-de-la-boucle autant de fois que l'indique la fourchette début à fin. 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 d'un compteur de boucle. Puis la clause de la boucle est exécutée. NEXT incrémente le compteur de 1 et vérifie si sa valeur est inférieure ou égale à fin. Si c'est le cas, la clause de la boucle est réexécutée. Sinon, l'exécution reprend après NEXT.

START...STEP

Saisissez cette structure dans un programme en appuyant sur PRG BRCH (START. La syntaxe est :

« ... début fin START clause-de-la-boucle incrément STEP ... »

START...STEP exécute la clause-de-la-boucle comme le fait START...NEXT, à ceci près que le programme spécifie la valeur d'incrément du compteur au lieu de l'augmenter d'une unité. La clause de la boucle est toujours exécutée au moins une fois.

START prend deux nombres $(d\acute{e}but$ 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 en conséquence. 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 l'incrément est négatif, la boucle est exécutée tant que le compteur est supérieur ou égal à fin. Dans les autres cas, l'exécution reprend après STEP.

FOR...NEXT

Saisissez cette structure dans un programme en appuyant sur PRG BRCH FOR . La syntaxe est :

« ... début fin FOR compteur clause-de-la-boucle NEXT ... »

FOR...NEXT exécute le segment de programme clause-de-la-boucle autant de fois que l'indique la différence entre début et fin, en utilisant la variable locale compteur comme compteur de boucle. Cette variable est utilisable dans la clause de la boucle. La clause de la boucle est toujours exécutée au moins une fois.

FOR prend début et fin dans la pile comme valeurs initiale et finale du compteur de boucle, puis crée la variable locale compteur comme compteur de boucle. La clause de la boucle est ensuite exécutée (compteur peut figurer dans cette clause). NEXT incrémente de un le nom_de_compteur, puis vérifie si sa valeur est inférieure ou égale à fin. Si c'est le cas, la clause de la boucle est répétée (avec la nouvelle

valeur de compteur). Sinon, l'exécution reprend après NEXT. A la fin de la boucle, la valeur de compteur est supprimée.

FOR...STEP

Saisissez cette structure en appuyant sur PRG BRCH FOR. La syntaxe est la suivante:

« ... début fin FOR compteur clause-de-la-boucle incrément STEP ... »

FOR...STEP exécute la séquence clause-de-la-boucle comme le fait FOR...NEXT, à ceci près que le programme spécifie la valeur d'incrément pour compteur au lieu de l'augmenter d'une unité. La clause de la boucle est toujours exécutée au moins une fois.

FOR prend début et fin dans la pile comme valeurs initiale et finale du compteur de boucle, puis crée la variable locale compteur comme compteur de boucle. La clause de la boucle est ensuite exécutée (compteur peut figurer à l'intérieur de la clause). STEP prend la valeur d'incrément dans la pile et augmente le compteur en conséquence. 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 l'incrément est négatif, la boucle est exécutée tant que le compteur est supérieur ou égal à fin. Sinon, la valeur de compteur est supprimée et l'exécution reprend après STEP.

DO...UNTIL...END

Saisissez cette structure dans un programme en appuyant sur PRG BRCH DO . La syntaxe est :

« ... DO clause-de-la-boucle UNTIL clause-de-test END ... »

DO...UNTIL...END exécute la séquence clause-de-la-boucle de façon répétée jusqu'à ce que clause_de_test renvoie un résultat vrai (différent de zéro). La clause de test étant exécutée après la clause de la boucle, cette dernière est toujours exécutée au moins une fois.

DO commence l'exécution de la clause de la boucle. UNTIL la termine et commence la clause de test. Celle-ci laisse un résultat de test dans la pile. END retire ce résultat. Si sa valeur est zéro, la clause de la boucle est à nouveau exécutée. Sinon, l'exécution reprend après END.

Si l'argument de END est une expression algébrique ou un nom, il est automatiquement évalué à un nombre.

WHILE...REPEAT...END

Saisissez cette structure dans un programme en appuyant sur PRG BRCH HILE. La syntaxe est :

« ... WHILE clause-de-test REPEAT clause-de-la-boucle END ... »

WHILE...REPEAT...END évalue répétitivement un test (clause-de-test) et exécute la séquence clause-de-la-boucle si le test est vrai. La clause de test étant exécutée avant la clause de la boucle, cette dernière n'est pas exécutée si le test est faux.

WHILE commence l'exécution du test, qui renvoie un résultat dans la pile. REPEAT prend la valeur dans la pile. Si elle est différente de zéro, l'exécution se poursuit par la clause de la boucle. Sinon elle reprend après END. Si l'argument de REPEAT est une expression algébrique ou un nom, il est automatiquement évalué à un nombre.

Structures d'interception d'erreurs

Bon nombre de conditions sont automatiquement détectées par le HP 48 comme erreur, et elles sont automatiquement traitées comme telles dans les programmes. Une commande ayant un argument incorrect ou un nombre erroné d'argument peut provoquer une erreur dans un programme. De même qu'un résultat dépassant la capacité de calcul possible ou une condition incompatible avec le calculateur.

Les structures d'interception d'erreurs permettent aux programmes de détecter (ou piéger) des conditions d'erreur avant qu'elles ne provoquent un arrêt prématuré du programme.

IFERR...THEN...END

Saisissez cette structure dans un programme en appuyant sur PRG NXT ERROR IFERR. La syntaxe est la suivante :

« ... 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 durant 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 n'est pas pris en compte 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.

IFERR...THEN...ELSE...END

Saisissez cette structure dans un programme en appuyant sur (PRG) (NXT) ERRUR (IFERR. La syntaxe 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 se produit durant 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.

29 Utilisation des variables locales

Il existe certains inconvénients à utiliser des variables globales dans les programmes :

- Après l'exécution du programme, les variables globales dont vous n'avez plus besoin doivent être supprimées si vous désirez effacer le menu VAR et libérer de la mémoire.
- Vous devez explicitement stocker les données dans des variables globales avant l'exécution du programme, ou faire exécuter STO par le programme.

Les variables locales remédient à ces inconvénients. Ce sont des variables temporaires créées par un programme. Elles n'existent qu'au moment de l'exécution du programme et ne sont pas utilisables en dehors de celui-ci. Elles n'apparaissent jamais dans le menu VAR. De plus, elles sont plus rapidement accessibles que les variables globales. (Par convention dans ce manuel, nous utilisons des minuscules pour les noms des variables locales.)

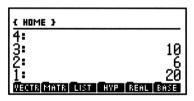
Création de variables locales

Dans un programme, les variables locales sont créées dans une structure.

Pour saisir une structure de variable locale dans un programme :

- 1. Saisissez la commande \rightarrow (appuyez sur \bigcirc).
- 2. Saisissez un ou plusieurs noms de variables.
- 3. Entrez une procédure de définition (une expression algébrique ou un objet-programme) qui utilise ces noms.

Lorsque la commande \rightarrow est exécutée dans un programme, n valeurs sont prises dans la pile et affectées aux variables $nom_1, nom_2, \ldots nom_n$. Par exemple, si la pile contient :



dans ce cas:

- \Rightarrow a crée la variable locale a = 20.
- \Rightarrow a b crée les variables locales a = 6 et b = 20.
- \Rightarrow 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.

Les structures de variables locales présentent les avantages suivants :

■ La commande → stocke les valeurs de la pile dans les variables correspondantes. Vous n'avez pas besoin d'exécuter explicitement STO.

- Les variables locales disparaissent automatiquement lorsque la procédure de définition, pour laquelle elles ont été créées, a terminé son exécution. En conséquence, elles n'apparaissent pas dans le menu VAR et n'occupent la mémoire que le temps de l'exécution du programme.
- Des structures de variables locales différentes peuvent utiliser les mêmes noms sans qu'il y ait conflit.

Evaluation des 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 avez vu 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 il 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 le fait de placer un nombre dans la pile équivaut à l'évaluer. En revanche, 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.

Utilisation de variables locales dans des sous-programmes

Du fait qu'un programme est un objet, il est utilisable dans un autre programme. Lorsque le programme B est utilisé par le programme A, on dit que A appelle B et que B est un sous-programme de A.

Généralement, une variable locale n'existe qu'à l'intérieur de sa procédure de définition (et non dans un sous-programme quelconque appelé par la procédure de définition). En conséquence, des variables locales normales ne sont utilisables dans un sous-programme que si celui-ci est imbriqué dans la procédure de définition de ces variables.

Cependant, le HP 48 propose un moyen d'inclure des variables locales dans des sous-programmes qui ne sont pas imbriqués dans la procédure de définition correspondante.

Pour utiliser une variable locale dans un sous-programme appelé par sa procédure de définition :

- Lorsque vous définissez la variable locale, nommez-la en utilisant ÷ comme premier caractère, ce qui permet de créer une variable locale compilée.
- Lorsque vous appelez la variable locale dans un sous-programme, spécifiez son nom en utilisant ÷ comme premier caractère.

Une variable locale compilée est accessible par tout sous-programme appelé par sa procédure de définition. Cependant, elle reste *locale* et est, à ce titre, supprimée lorsque la procédure de définition est terminée.

Variables locales et fonctions-utilisateur

Le procédure de définition d'une structure de variables locales peut être soit une expression algébrique, soit un objet-programme.

Une fonction-utilisateur est un programme qui comprend uniquement une structure de variables locales dont la procédure de définition est une expression algébrique. La syntaxe est :

```
\ll \rightarrow nom_1 \ nom_2 \ \dots \ nom_n \ 'expression' \gg
```

Elle prend un nombre illimité d'arguments (et peut utiliser un nombre illimité de variables locales), mais elle renvoie *un seul* résultat dans la pile.

Si un programme commence par une structure de variables locales et s'il a un programme comme procédure de définition qui renvoie exactement un résultat, la totalité du programme se comporte comme une fonction-utilisateur, et ce de deux façons :

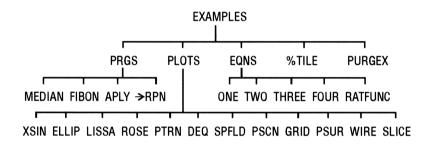
- Il prend des arguments numériques ou symboliques.
- Il prend ses arguments soit dans la pile, soit en syntaxe algébrique.

Cependant, bien qu'un programme de ce type puisse contenir des commandes non admises dans les expressions algébriques, il ne peut pas avoir de dérivée.

Découverte des programmes du répertoire **EXAMPLES:**

Pour utiliser le répertoire EXAMPLES :

- 1. Tapez TEACH dans la ligne de commande et appuyez sur (ENTER). Ceci charge le répertoire intégré EXAMPLES dans le répertoire HOME, où vous pouvez le consulter.
- 2. Appuyez sur (VAR) EXAM pour ouvrir le répertoire EXAMPLES.



Tous les objets contenus dans EXAMPLES (sauf les sous-répertoires PRGS. PLOTS et EQNS) sont des programmes ou des objets algébriques. Les équations algébriques du sous-répertoire EQNS sont utilisées dans des exemples du Guide d'initiation du HP 48G. Les programmes courts qui figurent dans PLOTS dessinent un exemple de différents types de tracés. Les autres objets sont des exemples de programmes qui accomplissent diverses tâches.

MEDIAN Renvoie un vecteur contenant les valeurs médianes

de chaque colonne de la matrice statistique en cours.

En prenant le contenu de la variable n comme FIBON

entrée, renvoie le nème élément de la suite de

Fibonacci.

APLY Applique un programme à chaque élément d'un

> tableau. Ce programme doit prendre exactement une entrée et renvoyer exactement une sortie. Si la sortie est symbolique, le résultat est un "tableau

symbolique" (c'est-à-dire des listes de "lignes" et non

un tableau de vecteurs-lignes).

→RPN Convertit un objet algébrique en une liste de

commandes RPN équivalentes. L'évaluation de la liste renvoie l'expression algébrique d'origine. Illustre l'équivalence entre les procédures algébriques et les

procédures RPN.

%TILE Prend une liste de données au niveau 2 et un centile

au niveau 1, et renvoie la valeur du centile pour la liste. par exemple, en tapant (liste-de-données) 50 et en appuyant sur XTILE vous obtenez la valeur

médiane (50ème centile) de la liste.

Vous pouvez exécuter ces programmes pas à pas pour mieux en comprendre le fonctionnement (voir page 29-9).

Utilisation des programmes HP 48S/SX avec le HP 48G/GX

Il existe un grand nombre de programmes commercialisés ou distribués aujourd'hui qui ont été écrits pour les HP 48S et HP 48SX, les prédécesseurs des modèles HP 48G.

Attention



Avant d'exécuter une bibliothèque conçue pour les calculateurs de la série HP 48S sur votre modèle HP 48G, sauvegardez le contenu de sa mémoire sur un ordinateur ou dans une carte enfichable. Des incompatibilités entre la bibliothèque et le calculateur de la série HP 48G peuvent entraîner des pertes au niveau de la mémoire.

Il n'est pas garanti que ces programmes s'exécutent sans erreur sur les calculateurs HP 48G. Cependant, la plupart des anciens programmes qui n'utilisent que les commandes utilisateur en langage RPL (le jeu des commandes reconnues lorsque vous tapez leurs noms au clavier) fonctionneront sur les modèles HP 48G.

29

Il existe certaines différences entre les modèles HP 48S et les modèles HP 48G qui peuvent (ou non) affecter les programmes de conception ancienne :

- Les programmes HP 48S utilisant la commande SYSEVAL peuvent entraı̂ner une perte de mémoire lorsqu'ils sont exécutés sur un HP 48G, et ce en raison de modifications au niveau du mappage de la mémoire interne.
- Les programmes HP 48S qui utilisent des noms de variables identiques à ceux de commandes nouvellement intégrées dans les HP 48G risquent de fournir des résultats inattendus en raison de conflits de noms. Vous résoudrez ce problème en modifiant les noms utilisés dans l'ancien programme.
- Les programmes HP 48S qui utilisent la commande MENU pour afficher un menu intégré risquent de générer également des résultats inattendus car les HP 48G emploient une structure de menu différente (voir annexe C).
- Les programmes HP 48S qui utilisent les indicateurs -14, -28, -29 ou -54 seront en conflit avec la signification interne de ces indicateurs sur les HP 48G.

Certaines bibliothèques commercialisées conçues pour les HP 48S risquent de ne pas fonctionner sur les modèles HP 48G et peuvent entraîner une perte de mémoire. En outre, certaines bibliothèques sur cartes enfichables ne fonctionnent que lorsque la carte est dans le logement 1. D'autres risquent de ne fonctionner que si la carte est dans le logement 2. N'oubliez pas de sauvegarder le contenu de la mémoire avant de charger une bibliothèque non encore testée.

Pour plus d'informations

- Le manuel HP 48G Series Advanced User's Reference (référence 00048-90136) contient des informations de programmation, y compris la syntaxe des commandes des modèles HP 48G.
- Le service HP Calculator Bulletin Board (voir en troisième de couverture) propose un forum d'échange des informations concernant la disponibilité et la compatibilité des logiciels conçus pour les calculateurs des séries S ou G. Ce service peut également vous offrir des astuces de programmation et des programmes intéressants.

Personnalisation du HP 48

Personnalisation des menus

Un menu personnalisé est un menu que vous créez vous-même. Il peut contenir des libellés pour les opérations, les commandes et autres objets créés ou groupés selon vos besoins.

Un menu personnalisé est défini par le contenu d'une variable réservée nommée CST. Il suffit donc, pour créer un menu personnalisé, de créer une variable CST contenant les objets à faire figurer dans le menu.

Pour créer et afficher un menu personnalisé (CST) :

- 1. Saisissez une liste contenant les objets à faire figurer dans le menu. (Les différents types d'objets sont décrits plus loin.)
- 2. Appuyez sur (MODES) MENU MENU.

Pour afficher le menu CST en cours :

Appuyez sur (CST).

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. Ainsi, si ABC est le nom d'une variable, le fait d'appuyer sur ABC provoque l'évaluation de ABC, \longrightarrow ABC rappelle son contenu et \bigcirc HBC stocke un nouveau contenu dans ABC. De plus, le libellé de menu correspondant à un répertoire porte une barre sur le côté gauche. Le fait d'appuyer sur cette touche de menu ouvre le répertoire.
- Unités. Les objets-unités ont le même comportement que les unités du catalogue UNITS. Par exemple, ils ont accès aux commandes de conversion par la touche shift-gauche.

30

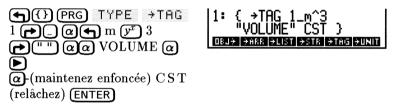
- Chaînes. Les objets-chaînes reflètent le contenu d'une chaîne et servent d'aide à la frappe.
- Commandes. Presque tous les noms de commandes se comportent comme des touches de commandes normales

Vous pouvez inclure des objets-sauvegarde dans la liste définissant un menu personnalisé en y ajoutant le nom de cet objet et son emplacement de port. Par exemple, si : 2: TOM figure dans la liste du menu personnalisé, un libellé TOM représente cet objet TOM, situé dans le port numéro 2.

Pour créer des aides à la frappe pour certaines commandes qui ont un impact sur le déroulement des programmes (comme HALT, PROMPT, IF...THEN...END et d'autres structures de contrôle), incluez-le sous forme d'objets-chaînes et non de noms de commandes. Vous pouvez si vous le désirez les inclure en tant qu'objets-chaînes et non en tant que noms de commandes.

Exemple: Créez un menu personnalisé contenant la commande intégrée →TAG, l'objet-unité 1_m^3, l-objet-chaîne ∀□LUME et le nom de variable CST.

Etape 1: Saisissez la liste d'objets.



Etape 2: Créez et affichez le menu CST.

```
MODES MENU MENU PTAS MAS VOLU CST
```

Etape 3: Convertissez 1075 cm³ en m³.

30

Etape 4: Saisissez la chaîne "VOLUME".



Etape 5 : Créez un objet identifié à partir du contenu des niveaux 2 et 1.

```
→TAG 1: VOLUME: .001075_m^3
```

Etape 6: Affichez le contenu de 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 personnalisés différents.

Par ailleurs, au lieu de stocker la liste d'objets elle-même dans CST, vous pouvez y stocker le nom d'une autre variable contenant la liste. Ceci vous donne la possibilité de disposer, dans un répertoire, de plusieurs variables contenant des listes de menu personnalisé différentes. De cette manière, vous pouvez facilement passer d'un menu personnalisé à un autre en stockant des noms différents dans CST.

Amélioration des menus personnalisés

Vous pouvez améliorer le menu CST en créant des libellés spéciaux et en affectant des rôles différents aux touches shiftées et non shiftées.

Pour créer un libellé de menu spécial pour un objet :

■ Dans la liste CST, remplacez l'objet par une liste imbriquée de la forme { "libellé" objet }.

Le libellé par défaut pour un objet du menu CST est un nom, une commande, une unité ou une aide à la frappe. Le nombre de caractères affichés dépend de l'espace disponible.

30

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 libellés sont cette fois +TAG. M^3. VOL et

Pour associer des fonctionnalités aux touches shiftées :

■ Dans la liste CST, remplacez l'objet par une liste imbriquée d'objets : { objet_{non shiftée} objet_{shiftée-gauche} objet_{shiftée-droite} }. (Vous pouvez omettre l'un ou les deux derniers objets de la liste si vous le voulez.)

Vous devez spécifier l'action de la touche non shiftée pour obtenir des actions shiftées. De plus, il est possible de combiner libellés spéciaux et fonctions shiftées, comme dans l'exemple suivant.

Exemple: Supposons que vous voulez que VOL, du menu CST, déclenche les trois actions suivantes :

- VOL évalue un programme qui stocke la valeur au niveau 1, dans une variable nommée VBOX.
- (∀OL évalue un programme qui calcule le produit des niveaux 1, 2 et 3.
- **P VOL** provoque la saisie de VOLUME.

La liste CST ci-après offre le menu personnalisé souhaité. Le menu ne contient qu'un seul libellé : VOL .

```
{ { "YOL" { « 'YBOX' STO » « * * » "YOLUME" } } }
```

Pour créer un menu temporaire :

- 1. Saisissez la liste d'objets comme avec CST.
- 2. Appuyez sur (MODES) MENU TMEN. Ceci crée et affiche un menu temporaire sans écraser le contenu de la variable CST.

Personnalisation du clavier

Le HP 48 permet de redéfinir toutes les touches du clavier (v compris les touches alpha et les touches shiftées), en fonction de vos besoins. Le clavier ainsi personnalisé est appelé clavier utilisateur et il est actif lorsque le calculateur est en mode utilisateur.

Modes utilisateur

Pour activer le mode utilisateur (User) :

- Pour l'activer pour une seule opération (1USR), appuyez sur (Il se désactive après l'opération.)
- Afin de l'activer pour plusieurs opérations (USER), appuvez sur (Appuyez sur (SER) une troisième fois pour le désactiver.)

La touche (SER) est un commutateur à trois positions, comme la touche α . Le fait d'appuyer une fois sur la touche active le mode pour l'opération suivante uniquement. Si vous appuyez deux fois consécutives, le mode est activé pour plusieurs opérations. Pour le désactiver, vous devez appuyer une troisième fois. Si vous préférez, armez l'indicateur -61 afin que le mode utilisateur soit verrouillé sur une seule pression de (USER).

Définition et annulation des touches utilisateur

Il est possible d'affecter des commandes ou d'autres objets à des touches utilisateur (y compris les touches shiftées). Le comportement des différents types d'objets est le même que pour les menus personnalisés (voir "Personnalisation des menus", page 30-1).

Pour affecter un objet à une touche utilisateur :

- 1. Saisissez l'objet à affecter à la touche.
- 2. Saisissez le code à trois chiffres qui désigne la touche. (Voir le schéma ci-après.)
- 3. Appuyez sur (MODES) KEYS HSN.



Pour affecter une commande intégrée à une touche utilisateur :

- 1. Saisissez une liste contenant deux paramètres : l'objet à affecter à la touche, suivi du code à trois chiffres désignant son emplacement sur le clavier (voir plus haut).
- 2. Appuyez sur (MODES) KEYS STOK.

Pour redéfinir plusieurs touches :

- 1. Saisissez une liste contenant les deux paramètres de définition pour chaque touche : l'objet à affecter et le code à trois chiffres désignant l'emplacement de la touche sur le clavier (voir plus haut).
- 2. Appuyez sur (MODES) KEYS STOK.

Voici un exemple de liste de redéfinition de touches STOKEYS :

Vous pouvez utiliser 'SKEY' comme objet affecté 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 affecté est exécuté; ou bien, si la touche n'a pas été redéfinie, c'est l'opération standard qui a lieu. (Vous pouvez rétablir les touches standard comme nous allons le voir ci-après.)

Après avoir redéfini une touche, la nouvelle affectation reste en vigueur jusqu'à ce que vous choisissiez une nouvelle définition à l'aide de ASN ou de STOKEYS, ou que vous rétablissiez la définition standard.

Pour annuler des redéfinitions de touches utilisateur :

■ Pour annuler la redéfinition d'une seule touche, saisissez son code à trois chiffres, puis appuyez sur ♠ MODES KEYS DELK. Une

30

- touche qui n'a pas été redéfinie revient à sa fonction première, celle du clavier standard.
- Pour annuler plusieurs redéfinitions, saisissez une liste contenant les codes à trois chiffres des touches concernées et appuvez sur (MODES) KEYS DELK.
- Pour annuler toutes les redéfinitions de touches, appuvez sur 0 (MODES) KEYS DELK. Toutes les redéfinitions sont annulées et les touches désactivées redeviennent actives (voir le paragraphe suivant).

Désactivation des touches utilisateur

Vous pouvez désactiver les touches utilisateur qui n'aient pas été redéfinies de sorte qu'elles n'ont plus aucun effet. Ceci vous permet de contrôler les touches utilisateur qui sont actives, y compris celles qui ont été redéfinies, et les touches standard (non redéfinies).

Si vous redéfinissez une touche utilisateur désactivée, elle devient active.

Pour désactiver toutes les touches utilisateur non redéfinies :

■ Saisissez 'S' et appuyez sur (♠)(MODES) KEYS DELK.

Pour réactiver des touches utilisateur non redéfinies et désactivées :

- Pour activer une touche non redéfinie, tapez 'SKEY', saisissez le code à trois chiffres et appuyez sur (MODES) KEYS HSH.
- Pour activer plusieurs touches non redéfinies, saisissez une liste contenant 'SKEY' et le code à trois chiffres pour chaque touche concernée, puis appuyez sur (MODES) KEYS STOK. (Incorporez un 'SKEY' par touche.)
- Pour activer et annuler la redéfinition de toutes les touches utilisateur, appuyez sur 0 (4) (MODES) KEYS DELK.

Pour réactiver et redéfinir des touches utilisateurs désactivées :

- Pour activer et redéfinir une seule touche, saisissez l'objet à affecter à la touche, entrez le code à trois chiffres et appuyez sur (MODES) KEYS ASN .
- Pour activer toutes les touches utilisateur et en redéfinir plusieurs, saisissez une liste dont le premier objet est S, suivi de l'objet affecté

à chaque touche, puis du code à trois chiffres pour chaque touche concernée. Appuyez ensuite sur (MODES KEYS STOK.

Rappel et modification des redéfinitions de touches utilisateur

Pour rappeler les redéfinitions en cours :

■ Appuyez sur (♠)(MODES) KEYS 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 affecté en face du code à trois chiffres de chaque touche. Si le premier élément de la liste est la lettre S, les touches utilisateurs non redéfinies sont actives. Sinon, les touches non redéfinies n'ont aucun effet.

Pour modifier des redéfinitions de touches utilisateur :

- 1. Appuyez sur (MODES) KEYS RCLK (la commande RCLKEYS).
- 2. Appuyez sur (EDIT) et modifiez la liste des redéfinitions.
- 3. Appuyez sur (MODES) KEYS DELK STOK (la commande STOKEYS) pour supprimer les anciennes redéfinitions et activer les nouvelles.

Remarque



Si vous ne pouvez pas quitter le mode utilisateur (clavier bloqué) parce que vous en avez redéfini ou désactivé les touches d'annulation, appuyez sur la touche (ON) et en même temps sur la touche C, puis relâchez C en premier.

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: appuvez sur (MODES) KEYS RCLK 0 DELK STOK.

30

Assistance, piles et service

Réponses aux questions les plus courantes

Vous pouvez obtenir des éclaircissements au sujet de l'utilisation de votre calculateur, auprès de notre Département Support Technique. L'expérience nous ayant montré que les mêmes questions se répètent souvent, nous les avons regroupées ci-dessous. Lisez-les et si vous n'y trouvez pas la réponse à votre problème, contactez-nous à l'adresse ou au numéro de téléphone figurant en troisième page de couverture.

Q: Parfois, mon HP 48 clignote lorsque je l'allume. Est-ce normal ? Oui, c'est normal.

Q: Je ne sais pas si mon calculateur fonctionne mal ou si je l'utilise incorrectement. Comment puis-je vérifier si le calculateur fonctionne bien ?

Voir "Tests de fonctionnement du calculateur", page A-10.

Q: Le témoin ((•)) reste allumé même lorsque le calculateur est hors tension. Est-ce normal ?

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 "Remplacement des piles", page A-5 ou "Définition des alarmes", page 26-2.

Q: Comment puis-je déterminer la quantité de mémoire disponible dans le calculateur ?

Appuyez sur (MEMORY) MEM. Le nombre d'octets de mémoire disponible s'affiche dans l'angle inférieur droit de l'écran. Une mémoire vide doit indiquer environ 127000 octets de RAM interne (sans cartes RAM optionnelles).

Q: Que signifie la lettre E dans un nombre (par exemple, 2.51E-13)? Exposant de 10 (par exemple, 2.51×10^{-13}). Voir "Saisie de nombres", page 2-1 et "Définition du mode d'affichage", page 4-2.

Q: Pourquoi les fonctions de trigonométrie donnent-elles parfois des résultats aberrants ?

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 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 le résultat est-il 'SIN(π)' au lieu d'un nombre ?

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 .0548 ... jusqu'à 11 décimales (sin 3.14°). Vous pouvez aussi appuyer sur →MODES MISC SYM pour passer en mode Résultats numériques et empêcher l'évaluation symbolique.

Q: Lorsque j'évalue 'SIN(π)', je n'obtiens pas zéro. Pourquoi ? Le HP 48, comme tous les calculateurs, ne peut effectuer ses calculs qu'en employant un nombre fini de décimales. Etant donné que π contient un nombre infini de décimales, tous les résultats où π intervient doivent absolument être arrondis. Parfois, comme c'est ici le cas, le nombre arrondi diffère de la réponse théorique de 10^{-12} (soit le millionième d'un millionième) environ.

Q: Lors d'une différenciation ou d'une intégration, j'obtiens le message d'erreur Undefined Name. Quelle en est l'origine?

Le mode Solution symbolique n'est pas activé et le calculateur tente (en vain) de calculer une réponse numérique en n'utilisant que des variables symboliques. Appuyez sur MODES MISC SYMB, ou vérifiez que le champ RESULTS:, présent dans les masques Integrate ou Differentiate indique bien Symbolic, puis réessayez.

Q: Lorsque je calcule $(-1)^{\frac{2}{3}}$, j'obtiens un nombre complexe au lieu de 1. Pourquoi ?

Le HP 48 est conçu pour renvoyer la solution *principale* complexe pour un exposant fractionnaire. Pour obtenir la racine d'un nombre réel, utilisez plutôt l'opérateur $\sqrt[x]{y}$ (la touche $\sqrt[x]{y}$) ou la commande XROOT).

Q: Que signifie "objet" ?

"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.

Q: Que signifient les trois points de suspension (...) à la fin d'une liane d'affichage ?

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 (ou).

Q: Comment faire disparaître le témoin HALT ? Appuyez sur (PRG) (NXT) RUN KILL.

Q: Le calculateur émet un signal sonore et affiche le message Bad Argument Type. Qu'y a-t-il d'anormal?

Les objets placés dans la pile ne sont pas d'un type qui convienne à la commande que vous tentez de lancer. Par exemple, l'exécution de →UNIT (dans le menu PRG TYPE) avec un nombre dans les niveaux 1 et 2 de la pile provoque cette erreur.

Q: Le calculateur émet un signal sonore et affiche Too Few Arguments. Qu'y a-t-il d'anormal?

La pile ne contient pas assez d'arguments pour la commande. Par exemple : exécution de (+) avec un seul argument ou un seul nombre dans la pile.

Q: Le calculateur émet un signal sonore et affiche un message différent des deux précédents.

Reportez-vous aux "Messages", à l'Annexe B.

Q: Je ne peux pas retrouver des variables utilisées précédemment. Où sont-elles ?

Vous avez peut-être utilisé des variables d'un répertoire différent. Si vous ne vous souvenez pas de quel répertoire il s'agit, vous devez examiner tous les répertoires de votre calculateur.

Q: Parfois, mon HP 48 semble s'arrêter pendant quelques secondes au cours d'un calcul.

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 sa disposition une plus grande quantité de mémoire.

Q: Le Solver de la bibliothèque d'équations me donne des unités SI même lorsque je spécifie ENG (ou vice versa).

Le Solver utilise et crée des variables globales. Si les variables en question ont été créées antérieurement, elles existent toujours (jusqu'à ce que vous les supprimiez), ainsi que leurs définitions d'unité. Pour supplanter l'ancien système d'unités, vous devez soit supprimer les variables avant de résoudre, ou saisir les unités explicitement (_f t par exemple).

Conditions d'environnement

Pour une bonne fiabilité, gardez le calculateur et ses cartes enfichables à l'abri de l'humidité et respectez les plages de température suivantes :

Calculateur:

- Température de fonctionnement : 0° à 45°C.
- Température de stockage : -20° à 65°C.
- Humidité en fonctionnement et en stockage : 90 % d'humidité relative à 40°C maximum.

Cartes enfichables:

- Température de 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 en 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() s'affiche pendant environ 3 secondes.

LowBat (P1) désigne le port 1.

LowBat (P2) désigne le port 2.

LowBat (S) désigne les piles du calculateur (Système).

Remarque



Remplacez les piles de la carte RAM ou celles du calculateur le plus tôt possible après l'apparition du témoin (•) et du message d'avertissement. Si vous continuez à utiliser le calculateur malgré la présence du témoin ((•)), l'affichage perd de son intensité et vous risquez de perdre les données du calculateur et de la carte RAM.

Dans des conditions d'utilisation normale, la pile d'une carte RAM dure de 1 et 3 ans. N'oubliez pas de porter sur la carte la date d'installation de la pile. Pensez aussi que la carte RAM ne sera pas nécessairement présente dans le calculateur le moment venu. Par sécurité, chaque fois que vous installez une pile neuve, définissez une alarme à 1 an de cette date pour vous rappeler de remplacer la pile. La pile n'est pas installée dans les cartes RAM neuves.

Changement des piles

Le HP 48 utilise les piles suivantes :

- Piles du calculateur. Toutes marques de piles de taille AAA. Les trois piles doivent être de même marque et de même type. L'utilisation de batteries rechargeables est déconseillée en raison de leur faible capacité.
- Piles des cartes RAM enfichables. Pile plate référence 2016 de 3 volts. (Non utilisée sur le HP 48G.)

Les instructions suivantes concernent le changement des piles du calculateur. Celles des piles de la carte RAM se trouvent sous le titre "Pour changer la pile d'une carte enfichable RAM", page A-8.

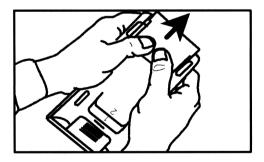
Attention



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 tout le contenu de la mémoire.

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) (voir l'illustration suivante).



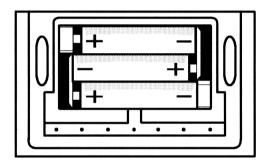
4. Retournez le calculateur et retirez les piles. Vous devez installer les piles neuves dans un délai de 2 minutes pour préserver le contenu de la mémoire.

Important



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 commercants recueillent les piles usagées.

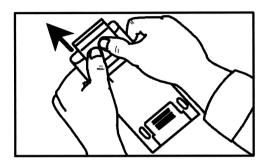
5. Placez les piles comme indiqué au fond du compartiment. Evitez de toucher aux bornes des piles. L'installation des piles est réalisée plus facilement en introduisant d'abord les extrémités négatives (plates) et en terminant par la pile du centre (voir l'illustration suivante).



- 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 (au dos de l'écran du calculateur).



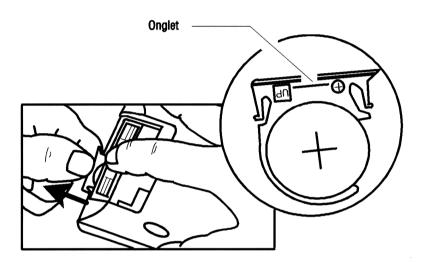
2. La carte RAM étant dans le port 1 ou 2, mettez le calculateur sous tension.

Attention



Veillez à bien mettre le calculateur sous tension avant de changer la pile d'une carte RAM. En effet, les cartes RAM ne sont alimentées par les piles du calculateur que lorsque ce dernier est sous tension. Si vous retirez la pile d'une carte RAM lorsque le calculateur est hors tension, ou si la carte n'est pas installée, vous risquez de perdre son contenu.

3. Placez 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, insérez l'ongle du pouce de l'autre main dans l'onglet prévu à cet effet dans le plastique noir, à gauche de l'extrémité de la carte, et retirez le porte-pile de la carte.



4. Enlevez l'ancienne pile du porte-pile en plastique.

Important



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 usagées.

- 5. Installez une pile plate 2016 de 3 volts dans le porte-pile 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. En outre, au cas où la carte RAM ne serait pas dans le calculateur le moment venu, programmez une alarme à 1 an de 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.

Tests de 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 et réparations", page A-17.

Si le calculateur ne se met pas sous tension, ou ne réagit pas lorsque vous appuyez sur les touches :

- 1. Vérifiez que les trois piles neuves sont bien installées dans le calculateur.
- 2. Appuyez sur la touche ON et relâchez-la.
- 3. Si l'affichage est vierge, appuyez sur ON et maintenez-la enfoncée; appuyez plusieurs fois sur la touche +, jusqu'à ce que des caractères deviennent visibles; puis relâchez ON. Si aucun caractère ne s'affiche, le calculateur doit être dépanné.
- 4. Si un programme interrompu ne reprend pas lorsque vous appuyez sur CANCEL, essayez d'appuyer à nouveau sur CANCEL.
- 5. Si le clavier est "verrouillé", effectuez un arrêt du système :
 - a. Appuyez sur la touche ON et maintenez-la enfoncée.
 - b. Appuyez sur la touche "C" (la touche de menu proche de la lettre C) et relâchez-la.
 - c. Relâchez ON. La pile vide doit s'afficher.
 - d. Si le problème demeure, effectuez un arrêt manuel du système (voir page 5-18).

A-10 Assistance, piles et service

- 6. Si le problème persiste, réinitialisez la mémoire. Cette opération pouvant entraîner la perte de données, vous ne l'effectuerez qu'en dernier recours :
 - a. Appuyez sur la touche ON et maintenez-la enfoncée.
 - b. Appuyez sur les touches "A" et "F" (les touches de menu proches des lettres A et F).
 - c. Relâchez les trois touches.

Le calculateur émet un signal sonore et affiche 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 à la frappe, mais vous pensez qu'il fonctionne mal :

- 1. Exécutez l'auto-test décrit au paragraphe suivant.
 - Si l'auto-test échoue, le calculateur doit être dépanné.
 - Si l'auto-test est concluant, vous avez peut-être commis une erreur de manipulation. Consultez les parties appropriées du manuel ainsi que le paragraphe "Réponses aux questions les plus courantes", page A-1.
- 2. Contactez le Département Support Technique, dont le numéro de téléphone se trouve 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 :

Pour lancer le test automatique :

- 1. Allumez le calculateur.
- 2. Appuyez sur la touche $\boxed{\mbox{ON}}$ et maintenez-la enfoncée.
- 3. Appuyez sur la touche "E" (la touche de menu proche de la lettre E) et relâchez-la.
- 4. Relâchez ON.

L'auto-test de diagnostic vérifie la ROM et la RAM interne, et génère divers affichages. Le test se répète indéfiniment, jusqu'à ce que vous l'arrêtiez.

Pour arrêter le test automatique (arrêt du système) :

- 1. Appuyez sur la touche (ON) et maintenez-la enfoncée.
- 2. Appuyez sur la touche "C" (la touche de menu proche de la lettre C) et relâchez-la.
- 3. Relâchez (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 tests 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.

Pour lancer le test de clavier interactif :

- 1. Allumez le calculateur.
- 2. Appuyez sur la touche ON et maintenez-la enfoncée.
- 3. Appuyez sur la touche "D" (la touche de menu proche de la lettre D), et relâchez-la.
- 4. Relâchez ON.
- 5. Appuyez sur la touche "E" (la touche de menu proche de la lettre E), et relâchez-la. KBD1 s'affiche dans le coin supérieur gauche de l'écran.
- En commençant par l'angle supérieur gauche et en vous déplaçant de gauche à droite, appuyez successivement sur chacune des 49 touches du clavier.

Si vous appuyez sur les touches dans le bon ordre et si elles fonctionnent correctement, le calculateur émet un signal sonore 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 sans respecter l'ordre, un nombre hexadécimal à cinq chiffres s'affiche près de KBD1. Recommencez le test en effectuant les opérations 2 à 6 ci-dessus.

Si une touche ne fonctionne pas correctement, la frappe suivante affiche en hexadécimal la position attendue et recue. Si vous obtenez ce message alors que vous avez actionné 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-la enfoncée.
- 2. Appuyez sur la touche "C" (la touche de menu proche de la lettre C), et relâchez-la.
- 3. Relâchez (ON). La pile vide doit s'afficher.

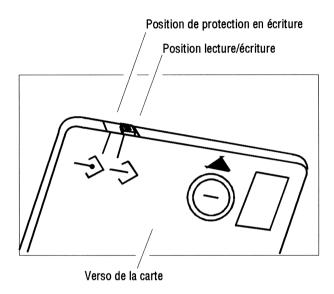
Test des RAM et des ports

Ce test vérifie, de manière non destructive, les ports (pour les calculateurs qui en sont dotés) et les cartes RAM (la mémoire de carte RAM est préservée).

Pour lancer le test de port RAM :

1. Vérifiez que le port 1 ou le port 2 contient 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 enfoncée.
- 5. Appuyez sur la touche "D" (la touche de menu proche de la lettre D), et relâchez-la.
- 6. Relâchez ON. Une ligne verticale s'affiche de part et d'autre, et au centre de l'affichage.
- 7. Appuyez sur la touche (A) et relâchez-la.

RAM1 ou RAM2 s'affiche dans l'angle supérieur gauche de l'écran et la taille de la carte RAM correspondante (32K ou 128K) s'affiche dans l'angle supérieur droit de l'écran. Après le test, et si celui-ci a été concluant, OK s'affiche à droite de RAM1 ou RAM2.

Un message de défaillance (par exemple RAM1 00002) s'affiche pour chaque port qui ne contient pas de carte RAM ou si la languette d'une carte est en position "protection contre l'écriture". Ignorez ce message.

Si OK ne s'affiche pas pour une carte RAM en mode lecture/écriture, placez la carte dans l'autre port et ré-exécutez le test. Si OK n'apparaît toujours pas, remplacez cette carte RAM par une neuve.

A-14 Assistance, piles et service

Pour revenir à l'utilisation normale du calculateur (arrêt du système) :

- 1. Appuyez sur la touche ON et maintenez-la enfoncée.
- 2. Appuyez sur la touche "C" (la touche de menu proche de la lettre C) et relâchez-la.
- 3. Relâchez ON. La pile vide doit s'afficher.

Test de l'interface infrarouge

Ce test vérifie le fonctionnement des détecteurs à infrarouge d'émission et réception, et de leurs circuits.

Pour exécuter le test de l'interface infrarouge :

- 1. Allumez le calculateur.
- 2. Appuyez sur la touche ON et maintenez-la enfoncée.
- 3. Appuyez sur la touche "D" (la touche de menu proche de la lettre D), et relâchez-la.
- 4. Relâchez (ON); une ligne verticale s'affiche 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 s'affiche dans l'angle supérieur gauche de l'écran. OK s'affiche à droite de IRLB, si ce test est concluant. Si OK ne s'affiche pas, le calculateur doit être dépanné.

Pour revenir à l'utilisation normale du calculateur (arrêt du système) :

- 1. Appuyez sur la touche ON et maintenez-la enfoncée.
- 2. Appuyez sur la touche "C" (la touche de menu proche de la lettre C) et relâchez-la.
- 3. Relâchez (ON). La pile vide doit s'afficher.

Test de l'interface série

Ce test vérifie le fonctionnement des circuits d'émission et de réception de l'interface série située en haut du calculateur.

Pour exécuter le test de l'interface série :

- 1. Allumez le calculateur.
- 2. Appuyez sur la touche ON et maintenez-la enfoncée.
- 3. Appuvez sur la touche "D" (la touche de menu proche de la lettre D), et relâchez-la.
- 4. Relâchez ON. Une ligne verticale s'affiche 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 quatre broches. Veillez à ne pas plier ou déformer les broches. Cette connexion doit être maintenue tout au long du test.
- 6. Appuyez sur (PRG).

U_LB s'affiche dans l'angle supérieur gauche de l'écran. OK s'affiche à droite de U_LB si ce test est concluant. Si OK ne s'affiche 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 renvoie U_LB 00001 ou U_LB 00002 (message de test défaillant) sans que cela endommage le calculateur.

Pour revenir à l'utilisation normale du calculateur (arrêt du système) :

- 1. Appuyez sur la touche (ON) et maintenez-la enfoncée.
- 2. Appuyez sur la touche "C" (la touche de menu proche de la lettre C), et relâchez-la.
- 3. Relâchez (ON). La pile vide doit s'afficher.

Garantie et réparations

Le calculateur (sauf pour ce qui concerne les piles ou d'éventuels dommages causés 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 révéleraient défectueuses pendant la période de 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 modifications ou d'interventions effectuées par un réparateur non agréé HP.

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.

Prix des réparations. A l'issue de la période de garantie, les réparations sont effectuées movennant un coût forfaitaire incluant pièces et main d'oeuvre. Ce forfait est assujetti à la T.V.A. en France ou à des taxes similaires dans d'autres pays.

La réparation de calculateurs endommagés par accident ou négligence n'est pas couverte par le forfait sus-mentionné : son coût est calculé pièces et main-d'oeuvre.

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.

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 3ème page de couverture.

Instructions d'expédition. Si vous devez envoyer votre calculateur pour réparation, conformez-vous aux indications suivantes :

- Indiquez votre adresse et fournissez une description détaillée du problème, incluant notamment les cartes ROM et RAM installées, les messages d'erreur et les périphériques connectés au moment du dysfonctionnement.
- 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 toute autre preuve de sa 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 (non 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 agréé 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 agréé 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 agréé 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 48 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 48 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 conforme à ces normes.

Utilisation en avion. Le HP 48 et son 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 des calculateur en vol.

Messages

Cette annexe contient une sélection des messages d'erreur du HP 48, classés par ordre alphabétique.

Liste des messages par ordre alphabétique

Message	Signification	# (hex)
Alarm	Il n'y a pas encore d'accusé de réception de l'alarme.	(néant)
All Variables Known	Il n'y a pas de variables inconnues.	E405
Bad Argument Type	Un ou plusieurs arguments de la pile sont de type incorrect pour l'opération considérée.	202
Bad Argument Value	Valeur d'argument hors limites pour l'opération.	203
Bad Guess(es)	La ou 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	Erreur Kermit : la somme de contrôle calculée ne correspond pas à celle du paquet.	C01
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

В

Liste des messages par ordre alphabétique (suite)

Message	Signification	# (hex)
Insufficient Σ Data	Une commande statistique a été exécutée alors que ΣDAT ne contenait pas suffisamment de points de données pour le calcul.	603
Interrupted	L'application HP Solve ou ROOT a été interrompue par CANCEL.	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 est neuve.	008
Invalid Date	L'argument de date n'est pas un nombre réel en format correct ou il est hors limites.	D01
Invalid Definition	Structure incorrecte de l'argument d'équation pour DEFINE.	12C
Invalid Dimension	L'argument du tableau a des dimensions incorrectes.	501
Invalid EQ	Tentative d'opération à partir du menu GRAPHICS FCN alors que EQ ne contient pas d'expression algébrique, ou tentative de DRAW avec le type de tracé CONIC alors que EQ ne contient pas d'expression algébrique.	607

В

Liste des messages par ordre alphabétique (suite)

Message	Signification	# (hex)
Invalid Unit	Opération tentée avec une unité utilisateur incorrecte ou non définie.	B01
Invalid User Function	Le type ou la structure de l'objet exécuté en tant que fonction définie par l'utilisateur est 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 contient un élément négatif.	605
Invalid Σ Data LN(0)	Ajustement de courbe non linéaire tenté alors que la matrice ΣDAT contient 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 STACK Disabled	UNDO a été utilisée pendant que cette fonction de reprise était désactivée.	124
LASTARG Disabled	LASTARG exécutée pendant que cette fonction de reprise était désactivée.	205
LowBat()	Remplacer les piles du calculateur (S), ou celles de la carte enfichable (P1) ou (P2).	(néant)

Liste des messages par ordre alphabétique (suite)

Message Signification # (hex)				
	0	,		
Low Battery	Piles du système trop faibles pour une impression ou un transfert de données fiable.	C14		
Memory Clear	La mémoire du HP 48 a été effacée.	005		
Name Conflict	Tentative d'exécution de (Recherche) pour affecter une valeur de variable d'intégration ou un index de sommation.	13C		
Negative Underflow	Exception mathématique : le calcul a fourni un résultat négatif différent de zéro et supérieur à -MINR.	302		
No Current Equation	SOLVE, DRAW ou RCEQ exécutée avec EQ inexistante.	104		
No current equation	Tracé ou application HP Solve exécutée avec EQ inexistante.	609		
No Room in Port	Mémoire disponible insuffisante dans le port RAM spécifié.	00B		
No Room to Save Stack	Mémoire insuffisante 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 uniquement car mémoire insuffisante.	131		
No stat data to plot	Pas de données stockées dans ΣDAT .	60F		
Non-Empty Directory	Tentative de suppression d'un répertoire non vide.	12B		

Message	Signification	# (hex)
Non-Real Result	L'exécution de l'application HP Solve, ROOT, DRAW ou ∫ a fourni un résultat autre qu'un nombre réel ou l'unité.	12F
Nonexistent Alarm	La liste des alarmes ne contient pas l'alarme spécifiée par la commande d'alarme.	D04
Nonexistent ΣDAT	Commande statistique exécutée alors que ΣDAT n'existe 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'accès à un objet-sauvegarde ou à une bibliothèque inexistante.	$00\mathrm{C}$
(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 : résultat obtenu supérieur à MAXR en valeur absolue.	303

Message	Signification	# (hex)
Parity Error	Le bit de parité des octets reçus ne correspond pas au réglage de parité en cours.	C05
Port Closed	Défaillance possible de l'interface infrarouge ou série. Exécuter l'autotest.	C09
Port Not Available	Une commande de port a été utilisée sur un port vide ou inexistant, ou sur un port contenant la ROM au lieu de la RAM (les ports 1 et 2 n'existent pas sur le HP 48G.)	00A
	Tentative d'exécuter une commande de serveur qui utilise elle-même le port d'E-S.	
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 d'alimentation. La mémoire a peut-être été altérée.	006
Protocol Error	Réception d'un paquet dont la longueur est inférieure à celle d'un paquet nul.	C07
	Le paramètre de longueur maximale de paquet fourni par une autre machine est incorrect.	

Message	Signification	# (hex)
Receive Buffer Overrun	Kermit: plus de 255 octets de nouvelles tentatives, envoyés avant que le HP 48 n'ait reçu un autre paquet.	C04
	SRECV: les données entrantes ont saturé le tampon.	
Receive Error	Engorgement de l'UART ou erreur de trame.	C03
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
Single Equation	Une seule équation a été fournie au Solver d'équations multiples.	E402
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 nécessite plus d'arguments qu'il n'y en a dans la pile.	201
Transfer Failed	Dix tentatives successives de réception d'un paquet correct ont été infructueuses.	C06

Message	Signification	# (hex)	
Unable to Isolate	ISOL a échoué parce que le nom spécifié est absent, ou se trouve dans un argument ou une fonction sans inverse.	130	
Undefined Constant	Le nom fourni à CONST ne figure pas dans la bibliothèque des constantes.	E129	
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	Exécution d'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	
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).	A 04	

C

Menus

No	Nom	No	Nom
0	Last Menu	27	PRG BRCH FOR
1	CST	28	EDIT
2	VAR	29	PRG BRCH DO
3	MTH	30	SOLVE ROOT SOLVR
4	MTH VECTR	31	PRG BRCH WHILE
5	MTH MATR	32	PRG TEST
6	MTH MATR MAKE	33	PRG TYPE
7	MTH MATR NORM	34	PRG LIST
8	MTH MATR FACTR	35	PRG LIST ELEM
9	MTH MATR COL	36	PRG LIST PROC
10	MTH MATR ROW	37	PRG GROB
11	MTH LIST	38	PRG PICT
12	MTH HYP	39	PRG IN
13	MTH PROB	40	PRG OUT
14	MTH REAL	41	PRG RUN
15	MTH BASE	42	UNITS Catalog
16	MTH BASE LOGIC	43	UNITS LENG
17	MTH BASE BIT	44	UNITS AREA
18	MTH BASE BYTE	45	UNITS VOL
19	MTH FFT	46	UNITS TIME
20	MTH CMPL	47	UNITS SPEED
21	MTH CONS	48	UNITS MASS
22	PRG	49	UNITS FORCE
23	PRG BRCH	50	UNITS ENRG
24	PRG BRCH IF	51	UNITS POWR
25	PRG BRCH CASE	52	UNITS PRESS
26	PRG BRCH START	J [

No	Nom	No	Nom
53	UNITS TEMP	87	PLOT STAT
54	UNITS ELEC	88	PLOT STAT PTYPE
55	UNITS ANGL	89	PLOT STAT ΣPAR
56	UNITS LIGHT	90	PLOT STAT ΣPAR
57	UNITS RAD		MODL
58	UNITS VISC	91	PLOT STAT DATA
59	UNITS Commands	92	PLOT FLAG
60	PRG ERROR IFERR	93	SYMBOLIC
61	PRG ERROR	94	TIME
62	CHAR	95	TIME ALRM
63	MODES	96	STAT
64	MODES FMT	97	STAT DATA
65	MODES ANGL	98	STAT ΣΡΑR
66	MODES FLAG	99	STAT ΣPAR MODL
67	MODES KEYS	100	STAT 1VAR
68	MODES MENU	101	STAT PLOT
69	MODES MISC	102	STAT FIT
70	MEMORY	103	STAT SUMS
71	MEM DIR	104	I/O
72	MEM ARITH	105	I/O SRVR
73	STACK	106	I/O IOPAR
74	SOLVE	107	I/O PRINT
75	SOLVE ROOT	108	I/O PRINT PRTPA
76	SOLVE DIFFE	109	I/O SERIA
77	SOLVE POLY	110	LIBRARY Commands
78	SOLVE SYS	111	LIBRARY PORTS
79	SOLVE TVM	112	LIBRARY Catalog
80	SOLVE TVM SOLVR	113	EQLIB
81	PLOT	114	EQLIB EQLIB
82	PLOT PTYPE	115	EQLIB COLIB
83	PLOT PPAR	116	EQLIB MES
84	PLOT 3D	117	EQLIB UTILS
85 86	PLOT 3D PTYPE		
86	PLOT 3D VPAR		

Indicateurs système du HP 48

Cette annexe dresse la liste des indicateurs système du HP 48, groupés par fonction. 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 (Binary Integer Wordsize, indicateurs -5 à -10).

Indicateurs système

Indic.	Description
-1	Solution principale.
	Désarmé: QUAD et ISOL renvoient un résultat représentant
	toutes les solutions possibles.
	$Arm\acute{e}: { m QUAD} { m \ et \ ISOL} { m \ ne \ renvoient \ que \ la \ solution}$
	principale.
-2	Constantes symboliques.
	$D\acute{e}sarm\acute{e}$: 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
ļ	des constantes symboliques, donnent des nombres.
-4	Non utilisé.

Armé: l'exception est traitée comme une erreur.

D

Armé: E-S acheminée vers le port IR (infrarouge).

Désarmé : sortie d'imprimante acheminée vers le port IR. Armé : sortie d'imprimante acheminée vers le port série si

Désarmé: E-S acheminée vers le port série.

Désarmé: objets transmis sous forme ASCII.

 $Arm\acute{e}$: objets transmis en binaire (image mémoire).

Description

D

Indic.

-33

-34

-35

Unité d'E-S.

Unité d'impression.

l'indicateur -33 est désarmé.

Format de données des E-S.

Désarmé: horloge non affichée.

 $Arm\acute{e}$: horloge affichée en permanence.

Indicateurs système (suite)

Indic.	Description
-41	Format d'horloge.
	Désarmé : 12 heures.
	$Arm\acute{e}: 24 ext{ heures}.$
-42	Format de date.
	Désarmé: format MM/JJ/AA (mois/jour/année).
	Armé: format AA.MM.JJ (jour.mois.année).
-43	Alarmes répétitives non reprogrammées.
	Désarmé: les alarmes de rendez-vous répétitives, n'ayant pas reçu d'accusé de réception, sont automatiquement replanifiées.
	$Arm\acute{e}$: les alarmes de rendez-vous répétitives , n'ayant pas reçu d'accusé de réception, ne sont pas replanifiées.
-44	Alarmes ayant reçu un accusé de réception sauvegardées.
	Désarmé : les alarmes de rendez-vous, ayant reçu un accusé de réception, sont supprimées de la liste des alarmes.
	$Arm\acute{e}$: les alarmes de rendez-vous, ayant reçu un accusé de réception, sont sauvegardées dans la liste des alarmes.
-45 à -48	Nombre de décimales. Les états combinés des indicateurs de -45 à -48 définissent le nombre de décimales dans les modes fixe, scientifique et ingénieur.
-49	Format d'affichage numérique.
et	Standard: -49 désarmé, -50 désarmé.
-50	Fixe: -49 Armé, -50 désarmé.
	Scientifique: -49 désarmé, -50 armé. Ingénieur: -49 armé, -50 armé.
-51	Séparateur décimal.
_51	Désarmé: le séparateur décimal est un . (point).
	$Arm\acute{e}$: le séparateur décimal est une , (virgule).
-52	Affichage sur une seule ligne.
	Désarmé: l'affichage donne priorité à l'objet du niveau 1, en utilisant jusqu'à quatre lignes de l'affichage de la pile.
	$Arm\acute{e}$: l'affichage de l'objet du niveau 1 est limité à une ligne.

Indicateurs système (suite)

T., 32.	D
Indic.	Description
-53	Priorité. Désarmé: suppression de certaines parenthèses dans des expressions algébriques pour une meilleure lisibilité. Armé: toutes les parenthèses des expressions algébriques sont affichées.
-54	Eléments "très petits". Désarmé: les valeurs calculées par RANK (et d'autres commandes fournissant le rang d'une matrice), qui sont inférieures à 1 × 10 ⁻¹⁴ fois la taille de l'élément le plus grand de leur colonne, sont remplacées par des zéros. L'arrondi automatique est activé pour DET. Armé: les valeurs "très petites" calculées ne sont pas remplacées par des zéros. L'arrondi est désactivé pour DET.
-55	Derniers arguments. Désarmé: arguments d'opération sauvegardés. Armé: arguments d'opération non sauvegardés.
-56	Signal sonore d'erreur. Désarmé: signal sonore d'erreur et de commande BEEP activés. Armé: signal sonore d'erreur et de commande BEEP supprimés.
-57	Signal sonore d'alarme. Désarmé : signal sonore d'alarme activé. Armé : signal sonore d'alarme supprimé.
-58	Messages complets (en clair). Désarmé: affichage automatique des messages système et des données. Armé: suppression de l'affichage automatique des messages système et des données.
-59	Affichage rapide du gestionnaire de variables. Désarmé: le gestionnaire de variables affiche les noms de variables et leur contenu. Armé: le gestionnaire de variables affiche uniquement les noms de variables.

Indicateurs système (suite)

Indic.	Description
-60	Verrouillage alpha.
	Désarmé : frappe alpha activée pour un caractère en
	appuyant une fois sur a. Verrouillage alpha activé en
	appuyant deux fois sur a.
	Armé: verrouillage alpha activé en appuyant une fois sur
	(a. (Frappe alpha pour un caractère non disponible.)
-61	Verrouillage mode Utilisateur.
	Désarmé: mode USR1 activé en appuyant une fois sur
	USER. Mode utilisateur (USER) activé en appuyant
	deux fois sur 📢 USER.
	Armé: mode Utilisateur activé en appuyant une fois sur
	USER. (Mode USR1 non disponible).
-62	Mode utilisateur (USER).
	Désarmé : mode Utilisateur non actif.
	Armé: mode Utilisateur actif.
-63	Rôle de ENTER.
	$D\acute{e}sarm\acute{e}$: ENTER) évalue la ligne de commande.
	$Arm\acute{e}$: ENTER activée en fonction-utilisateur.
-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.

HP 48 Units

Symbole (nom)	Valeur en unité SI
a (are)	100 m ²
A (ampère)	1 A
acre (acre)	4046,87260987 m ²
arcmin (arc-minute)	2,90888208666 x 10 ⁻⁴ r
arcs (arc-seconde)	4,8481368111 × 10 ⁻⁶ r
atm (atmosphère normale)	101325 kg/m·s ²
au (unité astronomique)	$1,495979 \times 10^{11} \text{ m}$
Å (angström)	1 × 10 ⁻¹⁰ m
b (barn)	$1 \times 10^{-28} \text{ m}^2$
bar (bar)	100000 kg/m·s ²
bbl (barrel)	.158987294928 m ³
Bq (becquerel)	1 1/s
Btu (Btu, International Table)	1055,05585262 kg·m ² /s ²
bu (bushel)	0,03523907 m ³
°C (degré Celsius)	1 K or 274.15 K
c (vitesse de la lumière)	299792458 m/s
C (coulomb)	1 A·s
cal (calorie)	4,1868 kg·m ² /s ²
cd (candela)	1 cd
chain (chain)	20,1168402337 m
Ci (curie)	$3.7 \times 10^{10} \text{ 1/s}$
ct (Carat métrique)	0,0002 kg
cu (cup US)	$2,365882365 \times 10^{-4} \text{ m}^3$
° (degré)	$1,74532925199 \times 10^{-2} \text{ r}$
d (jour)	86400 s
dB (décibel)	1

Symbole (nom)	Valeur en unité SI
dyn (dyne)	$0,00001 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$
erg (erg)	$0,0000001 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$
eV (electronvolt)	$1,60217733 \times 10^{-19} \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$
F (farad)	$1 \text{ A}^2 \cdot \text{s}^4/\text{kg} \cdot \text{m}^2$
°F (degré Fahrenheit)	0,55555555556 K ou 255,92777778 K
fath (fathom)	1,82880365761 m
fbm (board foot)	0,002359737216 m ³
fc (footcandle)	$10,7639104167 \text{ cd·sr/m}^2$
Fdy (faraday)	96487 A·s
fermi (fermi)	1 x 10 ⁻¹⁵ m
flam (footlambert)	$3,42625909964 \text{ cd/m}^2$
ft (foot)	0,3048 m
ftUS (foot US survey)	0,304800609601 m
g (gramme)	0,001 kg
ga (Standard freefall)	9,80665 m/s ²
gal (US gallon)	0,003785411784 m ³
galC (Canadian gallon)	$0,00454609 \mathrm{m}^3$
galUK (UK gallon)	0,004546092 m ³
gf (gramme-force)	$0,00980665 \text{ kg}\cdot\text{m/s}^2$
gmol (gramme-mole)	1 mol
grad (grade)	1,57079632679 x 10 ⁻² r
grain (grain)	0,00006479891 kg
Gy (gray)	$1 \text{ m}^2/\text{s}^2$
H (henry)	$1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / \text{A}^2 \cdot \text{s}^2$
ha(hectare)	10000 m ²
h (heure)	3600 s
hp (horsepower)	$745,699871582 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^3$
Hz (hertz)	1 1/s
in (inch)	0,0254 m
inHg (inch of mercury, 0°C)	3386,38815789 kg/m·s ²
inH20 (inch of water, 60°F)	248,84 kg/m·s ²
J (joule)	$1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$
K (kelvin)	1 K
kg (kilogramme)	1 kg

HP 48 Units (suite)

Symbole (nom)	Valeur en unité SI
kip (kilopound-force)	4448,22161526 kg·m/s ²
knot (international)	0,51444444444 m/s
kph (kilomètre par heure)	0,27777777778 m/s
1 (litre)	0,001 m ³
lam (lambert)	3183,09886184 cd/m ²
1b (avoirdupois pound)	0,45359237 kg
1bf (pound-force)	4,44822161526 kg·m/s ²
1bmol (livre-mole)	453.59237 mol
1bt (troy pound)	0,3732417216 kg
lm (lumen)	1 cd·sr
lx (lux)	1 cd·sr/m ²
lyr (Light year)	9,46052840488 x 10 ¹⁵ m
m (Mètre)	1 m
ப (micron)	$1 \times 10^{-6} \text{ m}$
mho (mho)	$1 \text{ A}^2 \cdot \text{s}^3/\text{kg} \cdot \text{m}^2$
mi (International mile)	1609,344 m
mil (mil)	0,0000254 m
min (minute)	60 s
miUS (US statute mile)	1609,34721869 m
mmHg (millimètre de mercure (torr), 0°C)	133,322368421 kg/m·s ²
mol (mole)	1 mol
mph (mile par heure)	0,44704 m/s
N (newton)	1 kg·m/s ²
nmi (mille marin)	1852 m
Ω (ohm)	$1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / \text{A}^2 \cdot \text{s}^3$
oz (ounce)	0,028349523125 kg
ozfl (US fluid ounce)	$2,95735295625 \times 10^{-5} \text{ m}^3$
ozt (troy ounce)	0,0311034768 kg
ozUK (UK fluid ounce)	$2,8413075 \times 10^{-5} \text{ m}^3$
P (poise)	.1 kg/m·s
Pa (pascal)	1 kg/m·s ²
pc (parsec)	$3,08567818585 \times 10^{16} \text{ m}$
pdl (poundal)	$0,138254954376 \text{ kg}\cdot\text{m/s}^2$
ph (phot)	10000 cd·sr/m^2

HP 48 Units (suite)

ПГ 40	Onits (suite)
Symbole (nom)	Valeur en unité SI
pk (US peck)	0,0088097675 m ³
psi (pound-force par inch carré)	6894,75729317 kg/m·s ²
pt (pint)	0,000473176473 m ³
qt (quart)	0,000946352946 m ³
r (radian)	1 r
R (roentgen)	0,000258 A·s/kg
°R (degré Rankine)	0,55555555556 K
rad (rad)	$0.01 \text{ m}^2/\text{s}^2$
rd (rod)	5,02921005842 m
rem (rem)	$0.01 \text{ m}^2/\text{s}^2$
rpm (tours par minute)	.0166666666667 1/s
s (seconde)	1 s
S (siemens)	$1 \text{ A}^2 \cdot \text{s}^3/\text{kg} \cdot \text{m}^2$
sb (stilb)	10000 cd/m ²
slug (slug)	14,5939029372 kg
sr (stéradian)	1 sr
st (stère)	1 m ³
St (stokes)	$0,0001 \text{ m}^2/\text{s}$
Sv (sievert)	$1 \text{ m}^2/\text{s}^2$
t (tonne)	1000 kg
T (tesla)	$1 \text{ kg/A} \cdot \text{s}^2$
tbsp (tablespoon)	$1,47867647813 \times 10^{-5} \text{ m}^3$
therm (EEC therm)	$105506000 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$
ton (short ton)	907,18474 kg
tonUK (long (UK))	1016,0469088 kg
torr (torr (mmHg))	133,322368421 kg/ms ²
tsp (teaspoon)	$4,92892159375 \times 10^{-6} \text{ m}^3$
u (unité de masse atomique)	$1,6605402 \times 10^{-27} \text{ kg}$
V (volt)	$1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / \text{A} \cdot \text{s}^3$
₩ (watt)	$1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^3$
Wb (weber)	$1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / \text{A} \cdot \text{s}^2$
yd (yard)	0,9144 m
yr (année)	31556925,9747 s

Tableau des équations intégrées

La bibliothèque d'équations est subdivisée en 15 sujets, regroupant plus de 100 titres (repris dans les tableux suivants). Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre d'équations de l'ensemble, suivi du nombre de variables. Il y a au total 315 équations utilisant 396 variables. Le tableau 1 présente les sujets et les titres tels qu'ils s'affichent sur le calculateur. Le tableau 2 vous en donne la traduction française.

Tableau 1. Suiets et titres affichés

1: Columns and Beams (14,20)	
1: Elastic Buckling (4,8)	6: Simple Shear (1,7)
2: Eccentric Columns (2,11)	7: Cantilever Deflection (1,10)
3: Simple Deflection (1,9)	8: Cantilever Slope (1,10)
4: Simple Slope (1,10)	9: Cantilever Moment (1,8)
5: Simple Moment (1,8)	10: Cantilever Shear (1,6)
2: Electricity (42,56)	
1: Coulomb's Law (1,5)	13: Capacitor Charge (1,3)
2: Ohm's Law and Power (4,4)	14: DC Inductor Voltage (3,8)
3: Voltage Divider (1,4)	15: RC Transient (1,6)
4: Current Divider (1,4)	16: RL Transient (1,6)
5: Wire Resistance (1,4)	17: Resonant Frequency (4,7)
6: Series and Parallel R (2,4)	18: Plate Capacitor (1,4)
7: Series and Parallel C (2,4)	19: Cylindrical Capacitor (1,5)
8: Series and Parallel L (2,4)	20: Solenoid Inductance (1,5)
9: Capacitive Energy (1,3)	21: Toroid Inductance (1,6)
10: Inductive Energy (1,3)	22: Sinusoidal Voltage (2,6)
11: RLC Current Delay (5,9)	23: Sinusoidal Current (2,6)
12: DC Capacitor Current (3,8)	

iableau i. Sujets e	t titles afficiles (suite)
3: Fluids (29,29)	
1: Pressure at Depth (1,4) 2: Bernoulli Equation (10,15)	3: Flow with Losses (10,17)4: Flow in Full Pipes (8,19)
4: Forces and Energy (31,36)	
1: Linear Mechanics (8,11) 2: Angular Mechanics (12,15) 3: Centripetal Force (4,7) 4: Hooke's Law (2,4)	 5: 1D Elastic Collisions (2,5) 6: Drag Force (1,5) 7: Law of Gravitation (1,4) 8: Mass-Energy Relation (1,3)
5: Gases (18,26)	
1: Ideal Gas Law (2,6) 2: Ideal Gas State Change (1,6) 3: Isothermal Expansion (2,7) 4: Polytropic Processes (2,7)	 5: Isentropic Flow (4,10) 6: Real Gas Law (2,8) 7: Real Gas State Change (1,8) 8: Kinetic Theory (4,9)
6: Heat Transfer (17,31)	
1: Heat Capacity (2,6) 2: Thermal Expansion (2,6) 3: Conduction (2,7) 4: Convection (2,6)	5: Conduction +Convection (4,14)6: Black Body Radiation (5,9)
7: Magnetism (4,14)	
1: Straight Wire (1,5) 2: Force between Wires (1,6)	3: B Field in Solenoid (1,4)4: B Field in Toroid (1,6)
8: Motion (22,24)	
1: Linear Motion (4,6) 2: Object in Free Fall (4,5) 3: Projectile Motion (5,10) 4: Angular Motion (4,6)	5: Circular Motion (3,5)6: Terminal Velocity (1,5)7: Escape Velocity (1,14)

F

9: Optics (11,14)	
1: Law of Refraction (1,4) 2: Critical Angle (1,3)	4: Spherical Reflection (3,5)5: Spherical Refraction (1,5)
3: Brewster's Law (2,4)	6: Thin Lens (3,7)
10: Oscillations (17,17)	
1: Mass-Spring System (3,5) 2: Simple Pendulum (3,4) 3: Conical Pendulum (4,6)	4: Torsional Pendulum (3,7) 5: Simple Harmonic (4,8)
11: Plane Geometry (31,21)	
1: Circle (5,7) 2: Ellipse (5,8) 3: Rectangle (5,8)	4: Regular Polygon (6,8)5: Circular Ring (4,7)6: Triangle (6,10)
12: Solid Geometry (18,12)	
1: Cone (5,9) 2: Cylinder (5,9)	3: Parallelepiped (4,9)4: Sphere (4,7)
13: Solid State Devices (33,53)	
1: PN Step Junctions (8,19) 2: NMOS Transistors (10,23)	3: Bipolar Transistors (8,14) 4: JFETs (7,15)
14: Stress Analysis (16,28)	
1: Normal Stress (3,7) 2: Shear Stress (3,8)	3: Stress on an Element (3,7) 4: Mohr's Circle (7,10)
15: Waves (12,15)	
1: Transverse Waves (4,9) 2: Longitudinal Waves (4,9)	3: Sound Waves (4,8)

1: Colonnes et poutres (14,20)	
1: Déformation élastique (4,8) 2: Colonnes excentriques (2,11) 3: Flexion simple (1,9) 4: Pente simple(1,10) 5: Moment simple (1,8)	6: Cisaillement simple (1,7) 7: Flexion d'un porte-à-faux (1,10) 8: Pente d'un porte-à-faux (1,10) 9: Moment d'un porte-à-faux (1,8) 10: Cisaillement d'un porte-à-faux (1,6)
2: Electricité (42,56)	
1: Loi de Coulomb (1,5) 2: Loi d'Ohm et puissance (4,4) 3: Diviseur de tension (1,4) 4: Diviseur de courant (1,4) 5: Résistance d'un fil (1,4) 6: R série et parallèle (2,4) 7: C série et parallèle (2,4) 8: L série et parallèle (2,4) 9: Energie dans une capacité (1,3) 10: Energie dans une inductance (1,3) 11: Retard du courant dans un circuit RLC (5,9) 12: Courant continu dans un condensateur (3,8)	13: Charge d'un condensateur (1,3) 14: Tension continue dans une inductance (3,8) 15: Réponse à un transitoire d'un circuit RC (1,6) 16: Réponse à un transitoire RL (1,6) 17: Fréquence de résonance (4,7) 18: Condensateur plan (1,4) 19: Condensateur cylindrique (1,5) 20: Inductance d'un solénoïde (1,5) 21: Inductance d'un tore (1,6) 22: Tension sinusoïdale (2,6) 23: Courant sinusoïdal (2,6)
3: Mécanique des fluides (29,29)	
1: Pression en profondeur (1,4) 2: Equation de Bernoulli (10,15)	3: Ecoulement avec pertes (10,17)4: Débit dans un tuyau plein (8,19)
4: Forces et énergie (31,36)	
1: Mécanique linéaire (8,11) 2: Mécanique angulaire (12,15) 3: Force centripète (4,7) 4: Loi de Hooke (2,4)	 5: Collisions élastiques selon une dimension (2,5) 6: Effort résistant (1,5) 7: Loi de la gravitation (1,4) 8: Relation masse-énergie (1,3)
5: Gaz (18,26)	
 Loi des gaz parfaits (2,6) Changement d'état des gaz parfaits (1,6) Dilatation isotherme (2,7) Processus polytropiques (2,7) 	 5: Flux isentropique (4,10) 6: Loi des gaz réels (2,8) 7: Changement d'état des gaz réels (1,8) 8: Théorie cinématique (4,9)

F

Tableau 2. Traduction des sujets et titres (suite)

6: Thermodynamique (17,31)	
 Capacité thermique (2,6) Dilatation thermique (2,6) Conduction (2,7) Convection (2,6) 	5: Conduction + Convection (4,14) 6: Rayonnement du corps noir (5,9)
7: Magnétisme (4,14)	
1: Fil droit (1,5) 2: Force s'appliquant entre deux fils (1,6)	3: Champ magnétique dans un solénoïde (1,4) 4: Champ magnétique dans un tore (1,6)
8: Mouvement (22,24)	
1: Mouvement linéaire (4,6) 2: Objet en chute libre (4,5) 3: Jet de projectile (5,10) 4: Mouvement angulaire (4,6)	5: Mouvement circulaire (3,5) 6: Vitesse terminale (1,5) 7: Vitesse de libération (1,14)
9: Optique (11,14)	
 Loi de la réfraction (1,4) Angle critique (1,3) Loi de Brewster (2,4) 	4: Réflexion sphérique (3,5) 5: Réfraction sphérique (1,5) 6: Lentille mince (3,7)
10: Oscillations (17,17)	
1: Système masse-ressort (3,5) 2: Pendule simple (3,4) 3: Pendule conique (4,6)	4: Pendule de torsion (3,7) 5: Harmonique simple (4,8)
11: Géométrie plane (31,21)	
1: Cercle (5,7) 2: Ellipse (5,8) 3: Rectangle (5,8)	4: Polygône régulier (6,8) 5: Anneau circulaire (4,7) 6: Triangle (6,10)
12: Géométrie dans l'espace (18,12)
1: Cône (5,9) 2: Cylindre (5,9)	3: Parallélépipède (4,9) 4: Sphère (4,7)
13: Composants à semi-conducteur	(33,53)
1: Jonctions à transition PN (8,19) 2: Transistors NMOS (10,23)	3: Transistors bipolaires (8,14) 4: JFET (7,15)

Tableau 2. Traduction des sujets et titres (suite)

14: Résistance des matériaux (16,28)	
1: Contrainte normale (3,7) 2: Effort tranchant (3,8)	3: Contrainte exercée sur un élément (3,7) 4: Cercle de Mohr (7,10)
15: Ondes (12,15)	
1: Ondes transversales (4,9) 2: Ondes longitudinales (4,9)	3: Ondes acoustiques (4,8)

Cet index contient des informations de référence pour toutes les opérations du HP 48. Pour chaque opération, il indique :

- Nom. Nom associé à l'opération. Les opérations qui peuvent être utilisées dans des programmes (commandes) sont en majuscules.
- Description. Fonction de l'opération. Si une opération implique l'utilisation d'arguments de la pile, la description comprend les variables représentant les arguments des niveaux 1(x), 2(y), 3(z), 4(t) et 5(v).
- Type. Type de l'opération, identifié par l'un des codes suivants :

Code	Description
О	Opération. Toute opération intégrée au calculateur et identifiée par un nom ou une touche.
C	Commande. Toute opération programmable.
F	Fonction. Toute commande pouvant être utilisée dans des objets algébriques.
A	Fonction analytique. Toute fonction pour laquelle le HP 48 fournit l'inverse et la dérivée.

- Touches. Touches permettant d'exécuter l'opération. Les opérations auxquelles aucune touche n'est associée portent la mention "A saisir".
- Page. Numéro de la page dans laquelle figure la description de l'opération.

Les opérations dont le nom contient à la fois des caractères alphabétiques et des caractères spéciaux sont classées par ordre

alphabétique. Celles dont le nom contient uniquement des caractères spéciaux figurent à la fin de l'index.

G

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
← A	Association à gauche.	20-26
← A	O	20-29
$A \rightarrow$	Association à droite.	20-26
	O (EQUATION RULES +A	
A→	Exécute	20-29
	O ← EQUATION ← RULES ← A→	
ABS	Valeur absolue d'un objet (x).	12-9
	MTH REAL (NXT) ABS	
	(MTH) MATR NORM ABS	
	MTH NXT CMPL ABS	
ACK	Accuse réception d'une alarme échue affichée.	26-4
AOR	C (TIME) ALRM ACK	20-4
ACKALL	Accuse réception de toutes les alarmes échues.	26-5
	C TIME ALRM ACKA	
ACOS	Arc-cosinus d'un nombre (x) .	12-2
	A (ACOS)	
ACOSH	Arc-cosinus hyperbolique d'un nombre (x) .	12-3
	A (MTH) HYP ACOSH	
ADD	Ajoute deux listes (x et y) élément par élément. C MTH LIST ADD	17-3
AF	Additionne des fractions.	20-28
	O GEQUATION RULES AF	
ALOG	Antilogarithme décimal (base 10) d'un nombre (x) .	12-2
AMORT	Calcule le capital, les intérêts et le solde pour un nombre de paiements dans le cadre du scénario financier stocké dans les variables TVM (%I/YR, PMT, FV et PV). O SOLVE Solve finance AMOR	18-21

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
AMORT	Calcule le capital, les intérêts et le solde pour un nombre (x) de paiements dans le cadre du scénario financier stocké dans les variables TVM $(\%I/YR, PMT, FV \text{ et } PV)$. C SOLVE TVM AMOR	H-1
AMRT	Calcule le capital, les intérêts et le solde pour un nombre (x) de paiements dans le cadre du scénario financier saisi dans le Solver interactif. O SOLVE TYM SOLVE AMRT	18-21
AND	ET logique de deux expressions $(x \text{ et } y)$ qui donnent 1 ou 0, ou bien ET binaire combinant deux entiers $(x \text{ et } y)$ ou deux chaînes $(x \text{ et } y)$.	15-4
	MTH BASE NXT LOGIC AND F PRG TEST NXT AND	H-1
ANIMATE	Affiche successivement des objets graphiques (y, z) placés dans la pile et dont le nombre (x) est spécifié. C PRG GROB NXT ANIM	9-12
APPLY	Crée une expression non évaluée en associant un nom de fonction non évalué (x) à une liste (y) d'arguments évalués. F (x) SYMBOLIC (NXT) APPLY	H-2
ARC	Trace dans PICT un arc dans le sens contraire des aiguilles d'une montre, entre deux angles (y et x), z étant le centre du cercle et t le rayon. C PRG PICT ARC	9-9
ARCHIVE	Effectue une copie de sauvegarde du répertoire HOME. C (MEMORY) (NXT) ARCHI	28-6
AREA	Calcule et affiche l'aire inférieure d'une courbe entre deux valeurs de l'axe des x définies par la marque et par le curseur ; renvoie cette aire dans la pile. O PICTURE FCN HREH	22-11
ARG	Renvoie l'angle polaire (θ) d'un nombre complexe (x). F MTH NXT CMPL ARG	12-14
ARRY→	Renvoie des éléments de tableau dans la pile. C A saisir.	H-2

G-4 Index des opérations

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
→ARRY	Combine des nombres dans un tableau. C (PRG) TYPE +ARR	14-5
ASIN	Arc-sinus d'un nombre (x) . A \bigcirc (ASIN)	12-2
ASINH	Arc-sinus hyperbolique d'un nombre (x) . A MTH HYP ASINH	12-3
ASN	Affecte un objet (y) à une touche-utilisateur (x) . C \bigcirc MODES KEYS ASN	30-5
ASR	Décale un entier binaire (x) d'un bit à droite. C MTH BASE NXT BIT ASR	15-5
ATAN	Arc-tangente d'un nombre (x) . A	12-2
ATANH	Arc-tangente hyperbolique d'un nombre (x) . A (MTH) HYP HTHN	12-3
ATICK	Définit l'intervalle de graduation des axes avec une liste (x) contenant cet intervalle en unités-utilisateur ou en pixels. C PLOT PPAR (NXT) ATICK	H-2
ATTACH	Attache une bibliothèque (x) au répertoire en cours. C	28-9
AUTO	Choisit une échelle automatique pour l'axe y. C PLOT NXT HUTO	
AXES	Spécifie les axes du tracé à l'aide d'une liste (x) contenant les coordonnées de l'intersection des axes, l'intervalle de graduation, les libellés d'axes ou toute combinaison de ces éléments. C PLOT PPAR (NXT) AXES	24-1
BAR	Sélectionne le type de tracé Bar. C PLOT NXT STAT PTYPE BAR	23-20
BARPLOT	Trace un diagramme à barres des données contenues dans ΣDAT. C STAT PLUT BARPL	21-8
BAUD	Définit une vitesse de transmission x. C	27-16

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
BEEP	Provoque l'émission d'un signal sonore à une fréquence (y Hz) pendant x secondes. C (PRG)(NXT) OUT (NXT) BEEP	4-11
BEG	Bascule entre les modes de paiement en début ou en fin de mois. Voir la syntaxe des commandes TVMBEG et TVMEND pour cette opération. O	
BESTFIT	Sélectionne le modèle statistique présentant le coefficient de corrélation le plus élevé (en valeur absolue) et exécute LR. C STAT SPAR MODL BESTF	
BIN	Active la base binaire. C MTH BASE BIN	15-1
BINS	Trie en $(x + 2)$ blocs d'une largeur donnée (y) les éléments d'une colonne de variable indépendante dans la matrice ΣDAT , en commençant par une valeur minimale (z) . C	H-2
BLANK	Crée un objet graphique vierge, d'une largeur de y pixels et d'une hauteur de x pixels. C PRG GROB BLAN	9-10
вох	Trace une fenêtre dont les angles opposés sont définis par les coordonnées x et y . C (PRG) PICT BUX	9-9
вох	Trace une fenêtre dont les angles opposés sont définis par la marque et par le curseur. O PICTURE EDIT BOX	9-3
BOXZ	Active ou désactive le mode Zoom sur fenêtre. O	22-8
BUFLEN	Renvoie un nombre de caractères dans la mémoire tampon série. C	27-20
BYTES	Renvoie la taille d'un objet (en octets) et la totalisation de cet objet (x). C MEMORY BYTES	Н-3

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
B→PV	Transfère dans la variable PV le solde restant après un amortissement, en préparation de l'amortissement du prochain groupe de paiements. O SOLVE Solve finance AMOR	18-21
B→R	Convertit un entier binaire (x) en un nombre réel. C MTH BASE $B \rightarrow R$	15-3
CALC	Copie le contenu du champ en cours dans la pile et affiche cette dernière. Permet d'effectuer des calculs parallèles ou d'accéder à d'autres menus du calculateur tout en travaillant dans un masque de saisie. O [masque de saisie] (NXT) CALC	6-5
CANCL	Efface la ligne de commande et annule la saisie en cours ou quitte un masque de saisie sans exécuter l'opération.	6-8
	[masque de saisie] (CANCEL)	
CACE	O [masque de saisie] CANCL	20.11
CASE	Commence une structure CASE. C PRG BRCH CASE CASE	29-11
CASE	Tape CASE THEN END END.	29-11
	O PRG BRCH (4) CASE	
CASE	Tape THEN END.	29-11
	O PRG BRCH (+) CASE	
CEIL	Renvoie l'entier suivant plus grand que x. F (MTH) REAL (NXT) (NXT) CEIL	12-9
CENTR	Positionne le centre de l'affichage du tracé aux	H-3
	coordonnées (x, y) spécifiées.	
	C PPAR NXT CENT	
CF	Désarme l'indicateur x. PRG TEST (NXT) (NXT) CF C (MODES) FLAG CF	4-9
%CH	Renvoie la variation en % de y à x.	12-9
,,,,,,,	F (MTH) REAL 2CH	
✓CНК	Coche un champ ou enlève la coche.	6-4
	O [masque de saisie] JCHK	

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
CHOOS	Affiche une liste déroulante contenant d'autres choix possibles pour le champ en cours. O [masque de saisie] CHOOS	6-3
CHOOSE	Crée une liste déroulante personnalisée à partir d'une chaîne de titre (z), d'une liste d'objets (y) et du numéro (x) de l'objet par défaut qui doit être mis en valeur. C PRG NXT IN CHOOS	Н-3
CHR	Convertit un code de caractère (x) en une chaîne d'un caractère. C PRG TYPE NXT CHR	Н-3
CIRCL	Trace un cercle dont le centre est sur la marque et le rayon égal à la distance séparant le curseur de la marque. O PICTURE EDIT CIRCL	9-4
CKSM	Sélectionne un schéma de détection d'erreur par totalisation (x). C	H-4
CLEAR	Efface la pile. C CLEAR or CLEAR	3-5
CLK	Active ou désactive l'affichage de l'horloge. O MODES MISC CLK	4-11
CLKADJ	Ajoute x tops d'horloge (1 top = $\frac{1}{8192}$ seconde) à l'heure système. C	H-4
CLLCD	Vide l'affichage de la pile (sans effacer la pile). C (PRG)(NXT) OUT CLLCD	
CLOSEIO	Ferme le port d'E/S. C (1/O) (NXT) CLOSE	
$\mathrm{CL}\Sigma$	Supprime les données statistiques de ΣDAT. C STAT DATA CLΣ	
CLUSR	Supprime toutes les variables-utilisateur dans le répertoire en cours. C A saisir.	
CLVAR	Supprime toutes les variables-utilisateur dans le répertoire en cours. C A saisir.	

G-8 Index des opérations

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
CNCT	Arme ou désarme l'indicateur permettant de relier les points par des droites. O	
CNRM	Calcule la norme de colonne d'un tableau (x) . C MTH MATR NORM CNRM	14-9
CNTR	Retrace le graphique centré autour de la position du curseur. O PICTURE ZOOM (NXT) CHTR	22-9
→COL	Transforme une matrice (x) en une série de vecteurs-colonnes. C MTH MATR COL \rightarrow COL	14-5
+COL	Insère une ligne de zéros au niveau de la colonne en cours dans l'application MatrixWriter. O MATRIX (NXT) +COL	8-9
COL+	Insère dans le tableau (z) un vecteur-colonne colonne (y) pour en faire la colonne x . C MTH MATR COL COL+	14-6
-COL	Supprime la colonne en cours dans l'application MatrixWriter. O MATRIX NXT -COL	8-9
COL-	Supprime la colonne x du tableau y. C (MTH) MATR COL COL-	14-6
COL→	Transforme une série de x vecteurs-colonnes $(y, z, \text{ etc.})$ en une matrice dont ces vecteurs constituent les colonnes. C MTH MATR COL COL \Rightarrow	14-3
$\mathrm{COL}\Sigma$	Spécifie les colonnes dépendantes et indépendantes dans ΣDAT .	H-4
COLCT	Regroupe les termes identiques dans l'expression (x). C SYMBOLIC COLCT	20-19
COLCT	Regroupe les termes identiques dans la sous-expression spécifiée. O	20-23

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
COLCT	Regroupe les termes identiques dans le champ en cours.	20-31
	O SYMBOLIC Manip expr COLCT	
COMB	Renvoie le nombre de combinaisons de y objets prélevés par quantités de x à la fois. F MTH NXT PROB COMB	12-4
CON	Crée un tableau de constantes à partir d'une liste de dimensions (y) et du nombre de constantes (x) . C MTH MATR MAKE CON	14-2
COND	Estime le nombre de conditions d'une matrice carrée (x). C (MTH) MATR NORM COND	14-10
CONIC	Sélectionne le type de tracé Conic. C	23-11
CONJ	Renvoie le conjugué complexe de x. F MTH NXT CMPL NXT CONJ	12-14
CONLIB	Ouvre le catalogue de la bibliothèque des constantes. C (EQ LIB) COLIB CONLI	25-16
CONST	Renvoie la valeur de la constante spécifiée (x). F	25-17
CONT	Reprend l'exécution d'un programme interrompu. C ———————————————————————————————————	29-9
CONVERT	Convertit un objet-unité (y) en dimensions exprimées en une unité compatible (x) . C $(UNITS)$ CONV	10-6
COPY	Copie à un autre emplacement l'objet mis en valeur. O MEMORY COPY	5-9
CORR	Calcule le coefficient de corrélation des données statistiques de ΣDAT . C \P STAT FIT CORR	H-4
cos	Cosinus d'un angle (x) . A (COS)	12-2

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
COSH	Cosinus hyperbolique d'un angle (x) . A MTH HYP COSH	12-3
COV	Calcule la covariance des données statistiques de ΣDAT . C	H-4
CR	Impose à l'imprimante un retour chariot/saut de ligne. C	
CRDIR	Crée le répertoire x. C	H-5
CROSS	Produit vectoriel de deux vecteurs (y x x). C MTH VECTR CROSS	13-5
CST	Renvoie le contenu de la variable CST. C MODES MENU CST	30-1
CSWP	Permute les colonnes y et x d'une matrice (z). C MTH MATR COL CSWP	14-7
CYLIN	Sélectionne le mode cylindrique pour les vecteurs. C MTH VECTR NXT CYLIN	13-2
C→PX	Convertit en pixels des coordonnées exprimées en unités-utilisateur (x). C PRG PICT (NXT) C→PX	9-10
C→R	Sépare un nombre complexe (x) en deux nombres réels. MTH NXT CMPL $C \rightarrow R$ C PRG TYPE NXT $C \rightarrow R$	12-14
← D	Distribue à gauche. O	20-26
€D	Exécute +D jusqu'à ce que la sous-expression ne change plus. O EQUATION RULES +D +D	20-29
D→	Distribue à droite. ○ ♠ EQUATION ♠ RULES D→	20-26
₽D→	Exécute D→ jusqu'à ce que la sous-expresion ne change plus. ○ ♠ EQUATION ■ RULES ▶ D→	20-29

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
DARCY	Calcule le facteur de friction Darcy d'un fluide en circulation comme la fonction de rugosité relative du conduit (y) et du nombre de Reynolds (x) de l'écoulement. F	H-5
ΣDAT	Renvoie dans la pile le contenu de la variable réservée ΣDAT. C	21-1
DATE	Renvoie la date système. C TIME DATE	16-2
DATE+	Ajoute un nombre de jours (x) à la date (y) ou le soustrait. C TIME NXT DATE+	16-2
→DATE	Active la date système spécifiée (x) . C \P TIME \Rightarrow DAT	H-5
DBUG	Arrête l'exécution du programme (x) avant le premier objet. O (PRG)(NXT) RUN DBUG	29-9
DDAYS	Renvoie le nombre de jours entre la date ₁ (y) et la date ₂ (x). C	16-2
DEC	Active la base décimale. C (MTH) BASE DEC	15-1
DECR	Décrémente d'une unité la valeur de la variable (x) . C \bigcirc MEMORY ARITH DECR	H-5
DEFINE	Crée une variable ou une fonction-utilisateur à partir de l'équation (x) .	5-13 11-7
→DEF	Développe des fonctions trigonométriques et hyperboliques en termes de EXP et de LN. ○ ♠EQUATION ♠ RULES → DEF	20-29
DEG	Active le mode Degrés. C MODES ANGL DEG	4-4
DEL	Efface la zone dont les angles opposés sont définis par la marque et par le curseur. PICTURE DEL O PICTURE EDIT NXT DEL	9-4

G-12 Index des opérations

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. O	2-14
← DEL	Supprime tous les caractères à partir de la position du curseur jusqu'au début de la ligne. O	2-14
DEL→	Supprime tous les caractères à partir de la position du curseur jusqu'au début du mot suivant. EDIT DEL÷ O EDIT DEL÷	2-14
DEL→	Supprime tous les caractères à partir de la position du curseur jusqu'à la fin de la ligne. (**DIT** DEL** O EDIT** DEL**	2-14
DELALARM	Supprime une alarme (x) de la liste des alarmes du système. C	H-5
DELAY	Valide l'intervalle de transmission (x secondes) des lignes à l'imprimante. C	27-4
DELKEYS	Annule la définition d'une ou plusieurs touches (x) par l'utiliseur. C MODES KEYS DELK	30-6
DEPND	Spécifie le nom (x) d'une variable de tracé dépendante. C PLOT PPAR DEPN	H-6
DEPTH	Renvoie dans la pile le nombre d'objets. C	3-12
DET	Calcule le déterminant d'une matrice carrée (x). C (MTH) MATR NORM (NXT) DET	14-10
DETACH	Détache la bibliothèque spécifiée (x) du répertoire en cours. C	28-9
→DIAG	Renvoie le vecteur principal des éléments diagonaux d'une matrice (x) . C MTH MATR NXT \rightarrow DIAG	14-5

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
DIAG→	Crée une matrice à partir d'un vecteur d'éléments diagonaux (y) et d'une liste de dimensions (x) . C MTH MATR NXT DIAG	14-4
DIFFEQ	Sélectionne le type de tracé Differential equation. C PLOT PTYPE DIFFE	23-11
DINV	Double inversion. O	20-23
DISP	Affiche un objet (y) dans la (x)ème ligne d'affichage. C PRG NXT OUT DISP	Н-6
DNEG	Double signe moins. O	20-23
DO	Commence une boucle indéfinie. C PRG BRCH DO DO	29-14
9 DO	Tape DO UNTIL END. O (PRG) BRCH (D0	29-14
DOERR	Met fin à l'exécution du programme et affiche le message spécifié (x). C PRG NXT ERROR DUERR	Н-6
DOLIST	Exécute un programme ou une commande (x) sur un nombre spécifié de listes (y) se trouvant dans la pile. C PRG LIST PROC DOLIS	17-4
DOSUBS	Exécute simultanément un programme ou une commande (x) sur un nombre spécifié d'éléments (y) d'une liste (z). C PRG LIST PROC DOSUB	17-5
DOT	Produit scalaire (y·x) de deux vecteurs. C MTH) VECTR DOT	13-5
DOT	Allume les pixels lorsque le curseur se déplace. O	9-3
DOT-	Eteint les pixels lorsque le curseur se déplace. O	9-3
DRAW	Trace une équation sans axes. C PLOT DRAW	

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
DRAW	Trace une fonction comme indiqué dans le masque de saisie en cours. O [masque de saisie de tracé] DRAW	22-1
DRAX	Trace les axes. C PLOT DRAX	
DROP	Elimine l'objet (x) de niveau 1 ; décale d'un niveau tous les autres objets. C \bigcirc DROP	3-5
DROPN	Elimine x objets de la pile. C	3-12
DRPN	Elimine tous les objets de la pile, au niveau du pointeur et au-dessous. O STACK NXT DRPN	3-8
DROP2	Elimine les deux premiers objets $(y \text{ et } x)$ de la pile. C \P STACK NXT DROP2	3-12
DTAG	Retire toutes les identifications d'objets (x) . C PRG TYPE NXT DTAG	H-6
DUP	Copie l'objet (x). C ENTER (en l'absence de ligne de commande) ou STACK NXT DUP	3-4
DUPN	Copie x objets dans la pile. C	3-12
DUPN	Copie tous les objets dans la pile, de la position du pointeur au niveau 1 de la pile. O STACK (NXT) DUPN	3-8
DUP2	Copie les objets dans le niveau 1 et dans le niveau 2. C	3-12
D→R	Conversion de degrés en radians. F (MTH) REAL (NXT) (NXT) D→R	12-7
e	Renvoie la constante symbolique e (ou 2.71828182846, selon l'indicateur -2). F	11-4

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
ЕСНО	Copie dans la ligne de commande l'objet situé dans le niveau en cours de la pile. O STACK ECHO	3-8
EDIT	Copie l'objet en cours dans la ligne de commande et sélectionne le menu EDIT. O [masque de saisie] EDIT	6-5
EDIT	Copie une sous-expression dans la ligne de commande et sélectionne le menu EDIT. O	7-11
EDIT	Modifie une cellule de la matrice en cours. O MATRIX EDIT	8-9
EEX	Tape E ou place le curseur sur un exposant figurant dans la ligne de commande. O EEX	2-2
EGV	Calcule les vecteurs propres de droite et les valeurs propres pour une matrice carrée (x). C MTH MATR (NXT) EGV	14-23
EGVL	Calcule les valeurs propres d'une matrice carrée (x). C (MTH) MATR (NXT) EGVL	14-22
ELSE	Commence une clause fausse. PRG BRCH IF ELSE C PRG NXT ERROR IFERR ELSE	29-11
END	Termine des structures de programme. (PRG) BRCH IF END (PRG) BRCH CASE END (PRG) BRCH DO END (PRG) BRCH WHILE END (C) (PRG) (NXT) ERROR IFERR END	29-10
ENDSUB	Compteur d'indice de bloc pour DOSUBS. C PRG LIST PROC ENDS	17-6
ENG	Sélectionne le mode d'affichage ingénieur, qui affiche $x + 1$ chiffres significatifs. C \bigcirc MODES FMT ENG	4-2

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
EQ	Renvoie le contenu de la variable réservée EQ. PLOT NXT 3D EQ C PLOT EQ	22-13
$\mathrm{EQ}{ o}$	Sépare une équation (x) en deux membres : gauche et droit. C PRG TYPE NXT EQ \rightarrow	H-7
EQNLIB	Ouvre la bibliothèque d'équations. C (EQ LIB) EQLIB EQNLI	
ERASE	Efface PICT. PICTURE EDIT NXT ERASE PICTURE CLEAR C PLOT ERASE	22-1
ERASE	Efface PICT. ○ PLOT ERASE	22-1
ERRM	Renvoie le dernier message d'erreur. C PRG NXT ERROR ERRM	H-7
ERRN	Renvoie le dernier numéro d'erreur. C (PRG)(NXT) ERROR ERRN	H-7
ERR0	Efface le dernier numéro d'erreur. C (PRG)(NXT) ERROR ERRØ	
EVAL	Evalue un objet (x). C EVAL	7-14
EXIT	Quitte l'application EquationWriter. O (EQUATION EXIT	20-21
EXP	Constante e élevée à la puissance d'un objet (x) . A e^x	12-2
EXPAN	Développe un objet algébrique (x) . C \P SYMBOLIC EXPA	20-19
EXPND	Développe l'objet algébrique du champ en cours. ○ ► SYMBOLIC Manip expr EXPN	20-31
EXPFIT	Définit le modèle d'ajustement exponentiel. C	
EXPM	Puissance de e moins 1 (e ^x - 1). A MTH HYP NXT EXPM	12-3

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
EXPR	Met en valeur une sous-expression pour laquelle l'objet spécifié est une fonction de haut niveau.	7-13
	O (EXPR	20-20
EXTR	Déplace le curseur graphique vers l'extremum le plus proche, affiche les coordonnées et les renvoie dans la pile. O (TICTURE) FCH EXTR	22-12
EYEPT	Spécifie les coordonnées x (z), y (y) et z (x) du point de vue dans un tracé en perspective. C PLOT NXT 3D PAR NXT EYEPT	H-7
E^	Remplace un produit de puissances par une puissance de puissance. O	20-28
E()	Remplace une puissance de puissance par un produit de puissances. O	20-28
F0λ	Calcule la fraction du pouvoir émissif total d'un corps noir à une température donnée (x) , entre des longueurs d'onde de 0 à λ (y) . F \bigoplus EQ LIB UTILS FØ λ	H-8
FACT	Calcule la factorielle de x . Identique à $!$. C A saisir.	H-8
FANNING	Calcule le coefficient de perte par friction (FANNING) d'un fluide en écoulement comme la fonction de la rugosité relative du conduit (y) du nombre Reynolds (x) de l'écoulement. F (EQ LIB) UTILS FANNI	Н-8
FC?	Teste si l'indicateur spécifié (x) est désarmé. PRG TEST NXT NXT FC? C MODES FLAG FC?	4-9
FC?C	Teste si l'indicateur spécifié (x) est désarmé, puis l'efface. PRG TEST NXT NXT FC?C C MODES FLAG FC?C	4-9

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
FFT	Calcule la transformée de Fourier discrète d'un tableau (x).	13-9
	C MTH NXT FFT FFT	
FINDALARM	Renvoie la première alarme échue après le délai spécifié (x) .	H-9
	C TIME ALRM FINDA	
FINISH	Met fin au mode serveur Kermit. C	27-10
FIX	Sélectionne le mode d'affichage Fix avec un nombre de décimales spécifié (x). C (MODES) FMT FIX	4-2
FLOOR	Renvoie l'entier suivant inférieur à x. F MTH REAL (NXT) (NXT) FLOOR	12-9
FM,	Sélectionne la virgule comme séparateur décimal. O MODES FMT FM,	4-11
FOR	Commence une boucle finie, avec (y) et (x) comme valeurs de début et de fin du compteur de boucle. C PRG BRCH FOR FOR	29-13
FOR	Tape FOR NEXT. O (PRG) BRCH (FOR	29-13:
FOR	Tape FOR STEP. O (PRG) BRCH (→) FOR	29-14
FP	Renvoie la partie décimale d'un nombre (x). F (MTH) REAL (NXT) FF	12-9
FREE1	Libère la RAM fusionnée dans le port 1 et transfère une liste d'objets (x) du port 0 au port 1. C ((LIBRARY) FREE 1	28-17
FREEZE	Gèle une zone d'affichage (x) jusqu'à ce qu'une touche soit utilisée.	
	C PRG NXT OUT FREEZ	H-9
FS?	Teste si l'indicateur spécifié (x) est armé. PRG TEST (NXT) (NXT) FS? C MODES FLAG FS?	4-9

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
FS?C	Teste si l'indicateur spécifié (x) est armé, puis l'efface. PRG TEST NXT NXT FS?C	4-9
	C (MODES) FLAG FS?C	
FUNCTION	Sélectionne le type de tracé Function. C PLOT PTYPE FUNC	23-1
FV	Définit le montant futur pour le calcul de l'amortissement. C SOLVE TYM SOLVE FV	18-17
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	22-12
F,	Trace la première dérivée de la fonction, retrace la fonction et ajoute la dérivée à EQ . O PICTURE FUN NXT F	22-12
GET	Prend un élément dans un tableau ou dans une liste (y) , à la position spécifiée (x) . C PRG LIST ELEM GET	14-7
GETI	Prend un élément dans un tableau ou dans une liste (y) , à la position spécifiée (y) , et incrémente l'index. C PRG LIST ELEM GETI	17-7
GOR	Superpose un objet graphique (x) à un autre (z) , aux coordonnées spécifiées (y) , en utilisant un OU logique pour déterminer l'état des pixels. C (PRG) GROB GOR	9-10
GOţ	Définit le mode de saisie de haut en bas. ○ ♠ (MATRIX) GU+	8-9
GO→	Définit le mode de saisie de gauche à droite. ○ ► MATRIX GŪ÷	8-9
GRAD	Sélectionne le mode d'angle en grades. C MODES ANGL GRAD	4-4
GRAPH	Accède à l'environnement graphique (pour des raisons de compatibilité uniquement). C A saisir.	

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
GRIDMAP	Sélectionne le type de tracé Gridmap. C PLOT NXT 3D PTYPE GRID	23-35
→GROB	Convertit un objet (y) en un objet graphique dont la taille est spécifiée (x) . C PRG GRUB \Rightarrow GRU	9-10
GXOR	Superpose un objet graphique (x) à un autre (z) , à l'emplacement spécifié (y) , en utilisant un OU exclusif logique pour déterminer l'état des pixels. C PRG GROB GXOR	9-11
*H	Multiplie l'échelle verticale du tracé par un facteur (x). C PLOT PPAR NXT *H	H-9
HALT	Arrête l'exécution du programme. C (PRG)(NXT) RUN HALT	29-9
HEAD	Prend le premier élément d'une liste (x) . C PRG LIST ELEM (NXT) HEAD	H-9
HEX	Active la base hexadécimale. C MTH BASE HEX	15-1
HISTOGRAM	Sélectionne le type de tracé Histogram. C PLOT NXT STAT PTYPE HISTO	23-19
HISTPLOT	Trace l'histogramme des données de ΣDAT. C STAT PLOT HISTP	
HMS+	Additionne deux heures $(y \text{ et } x)$ en format HMS. C \P TIME \P HMS+	12-7 16-3
HMS-	Soustrait une heure (x) d'une autre (y) en format HMS. C $(TIME)$ (NXT) HMS-	12-7 16-4
HMS→	Convertit une heure (x) du format HMS au format décimal.	12-7
→HMS	C TIME NXT HMS+	16-3
→nivis	Convertit une heure (x) du format décimal au format HMS. C \rightarrow TIME \bigcirc NXT \rightarrow HMS	12-7 16-3

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
НОМЕ	Sélectionne le réperoire <i>HOME</i> . C → HOME	5-12
HZIN	Agrandissement horizontal. O PICTURE ZOOM (NXT) HZIN	22-8
HZOUTN	Eloignement horizontal. O PICTURE ZOOM (NXT) HZOUT	22-8
i	Renvoie la constante symbolique i ($\sqrt{-1}$ or (0,1)). F $\alpha \bigoplus I$ or $MTH \bigcap NXT \bigcirc CONS I$	11-4
IDN	Crée une matrice identité carrée d'une taille spécifiée (x). C MTH MATR MAKE IDN	14-2
IF	Commence une clause de test. C PRG BRCH IF IF	29-10
⊕ IF	Tape IF THEN END. O (PRG) BRCH (IF	29-10
₽IF	Tape IF THEN ELSE END. O (PRG) BRCH (IF	29-10
IFERR	Commence une clause de test. C (PRG)(NXT) ERROR IFERR IFERR	29-15
← IFERR	Tape IFERR THEN END. O (PRG)(NXT) ERROR (IFERR	29-15
→ IFERR	Tape IFERR THEN ELSE END. O (PRG)(NXT) ERROR () IFERR	29-15
IFFT	Calcule l'inverse de la transformée de Fourier discrète d'un tableau (x). C MTH NXT FFT IFFT	13-9
IFT	Evalue un objet (x) si la valeur de test (y) est un nombre réel différent de zéro. C PRG BRCH NXT IFT	H-9
IFTE	Evalue un objet (y) si la valeur de test (z) est un nombre réel différent de zéro, ou bien un autre objet (x) si la valeur de test est égale à zéro. F PRG BRCH NXT IFTE	H-10

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
IM	Renvoie la partie imaginaire d'un nombre complexe ou d'un tableau (x). F (MTH) (NXT) CMPL IM	12-14
INCR	Incrémente la valeur d'une variable spécifiée (x) . C $(MEMORY)$ RRITH INCR	H-10
INDEP	Spécifie une variable indépendante (x) dans un tracé. C (PLOT) PPAR INDEP	H-10
INFO	Affiche des informations sur les variables réservées. O	27-16
INFO	Affiche des informations sur le calcul le plus récent effectué par l'extracteur de racines. O SOLVE SOLVE INFO	18-4
INFO?	Active ou désactive l'affichage automatique des informations sur les variables de paramètres. O MODES MISC NXT INFO?	4-11
INFORM	Affiche un masque de saisie utilisateur. C (PRG)(NXT) IN INFOR	
INIT+	Stocke les solutions d'une équation différentielle comme nouvelles valeurs initiales pour préparer une autre itération. O SOLVE Solve diff eq INIT+	19-2
INPUT	Suspend l'exécution d'un programme, affiche un message (y) au-dessus de la pile et des invites (x) à saisir des données sur la ligne de commande. C PRG NXT I H I NPUT	H-10

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
INS	Passe du mode insertion au mode remplacement de caractère, et vice versa. O	2-14
INV	Réciproque d'un nombre ou d'un tableau (x) . A $(1/x)$	12-1 14-11
IOPAR	Renvoie le contenu de la varaible réservée <i>IOPAR</i> . C	27-3
IP	Partie entière d'un nombre réel (x) . F MTH REAL NXT I P	12-10
ISECT	Place le curseur graphique sur l'intersection la plus proche de deux tracés de fonctions, affiche les coordonnées de l'intersection et les renvoie dans la pile. O PICTURE FCN ISECT	22-11
ISOL	Isole une variable (x) dans l'un des membres d'une équation (y). C SYMBOLIC ISOL	20-15
KEEP	Efface tous les niveaux au-dessus du niveau en cours. O (STACK) (NXT) KEEF	3-8
KERRM	Renvoie le texte du paquet d'erreur KERMIT le plus récent. C	H-11
KEY	Renvoie le numéro identifiant la dernière touche utilisée. C (PRG)(NXT) IN KEY	H-11
KGET	Prend une liste d'objets (x) sur un autre périphérique. C	27-11
KILL	Met fin à tous les programmes interrompus par HALT. C (PRG)(NXT) RUN KILL	29-9
LABEL	Libelle les axes avec les noms de variables et les plages de valeurs. C PLOT NXT LABEL	

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
LABEL	Libelle les axes avec les noms de variables et les plages de valeurs. O	24-1
LAST	Renvoie dans la pile un ou plusieurs arguments précédents. C A saisir.	
LASTARG	Renvoie dans la pile un ou plusieurs arguments précédents. C PRG NXT ERROR LASTA	3-5
LCD→	Renvoie dans la pile un objet graphique représentant l'affichage de la pile. C (PRG) GROB (NXT) LCD→	9-11
→LCD	Affiche un objet graphique spécifié (x) dans l'affichage de la pile. C PRG GROB NXT \rightarrow LCD	9-11
LEVEL	Introduit dans le niveau 1 le numéro du niveau en cours. O STACK NXT LEVEL	3-9
LIBEVAL	Evalue un objet de bibliothèque système (x). A utiliser conformément aux applications HP. C A saisir.	H-11
LIBS	Liste toutes les bibliothèques rattachées au répertoire en cours. C ((LIBRARY LIBS	H-11
LINE	Trace une ligne entre deux coordonnées (x et y). C PRG PICT LINE	9-9
LINE	Trace une ligne joignant la marque et le curseur. O	9-3
ΣLINE	Renvoie la droite d'ajustement des données de ΣDAT selon le modèle statistique choisi. C (STAT) FIT ΣLINE	H-12
LINFIT	Définit l'ajustement linéaire pour la courbe. C	
LININ	Teste si une expression (x) est une fonction linéaire d'une variable (y) . F PRG TEST PREV LININ	H-12

Nom, touche	Description, type, touches	Page
ou libellé		
$LIST \rightarrow$	Eclate une liste (x) en éléments distincts.	H-12
	C A saisir.	
→LIST	Combine x objets $(y, z, \text{ etc.})$ en une liste.	17-1
	C PRG TYPE →LIST	
	C (PRG) LIST →LIST	
→LIST	Combine en une liste les objets compris entre le	3-8
	niveau 1 et le niveau en cours.	
	O (STACK) >LIST	
ΣLIST	Additionne tous les éléments d'une liste (x) .	17-9
	C (MTH) LIST ELIST	
ПLIST	Calcule le produit de tous les éléments d'une	17-9
	liste (x) .	
	C (MTH) LIST πLIST	
Δ LIST	Calcule des différences finies du premier ordre	17-9
	d'une suite dans une liste (x). C (MTH) LIST ALIST	
		10.0
LN	Logarithme naturel (base e) de x .	12-2
	A (LN)	
LNP1	Logarithme naturel de $(x + 1)$.	12-3
	A MTH HYP NXT LNP1	
LOG	Logarithme décimal (base 10) de x .	12-2
	A PLOG	
LOGFIT	Définit le modèle d'ajustement logarithmique.	
	C STAT EPAR MODL LOGFI	
LQ	Renvoie la factorisation LQ d'une matrice (x) .	14-23
	C MTH MATR FACTR LQ	
LR	Calcule la régression linéaire.	H-12
	C (STAT) FIT LR	
LSQ	Calcule la norme minimale selon la méthode des	14-16
	moindres carrés d'un système sous- ou	
	sur-déterminé d'équations linéaires $\mathbf{AX} = \mathbf{B}$, où $\mathbf{A}(y)$ est la matrice des coefficients et $\mathbf{B}(x)$ le	
	vecteur des constantes de droite.	
	SOLVE) SYS LSQ	
	C (MTH) MATR LSQ	

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
LU	Renvoie la factorisation LU de Crout d'une matrice carrée (x) .	14-23
	C (MTH) MATR FACTR LU	
L*	Remplace un log de puissance par un produit de logs. O (EQUATION RULES L*	20-28
L()	Remplace un produit de logs par un log de puissance.	20-28
	O ((EQUATION) RULES L()	
← M	Fusion de facteurs à gauche. O (EQUATION RULES + M	20-26
← M	Exécute +M jusqu'à ce que la sous-expression ne change plus.	20-29
	O ← EQUATION ← RULES → +M	
M→	Fusion de facteurs à droite. O	20-27
M→	Exécute M+ juqu'à ce que la sous-expression ne change plus. O	20-29
MANT	Mantisse (partie décimale) d'un nombre (x). F (MTH) REAL (NXT) MANT	12-10
MARK	Définit la marque à la position du curseur. (1) PICTURE (X) O (1) PICTURE EDIT (NXT) MARK	9-3
MATCH	Accède aux fonctions de remplacement par correspondance dans le masque de saisie symbolique. O SYMBOLIC Manip Expr MATC	20-31
†MATCH	Réécrit une expression (y) à l'aide d'une liste de remplacement de configuration (x) pour remplacer des sous-expressions spécifiques, en commençant par le niveau le plus bas. C	H-13
↓MATCH	Réécrit une expression (y) a l'aide d'une liste de remplacement de configuration (x) pour remplacer des sous-expressions spécifiques, en commençant par le niveau le plus haut. C SYMBOLIC NXT *MAT	Н-13

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
MAX	Maximum de deux nombres réels $(x \text{ et } y)$. F MTH REAL MAX	12-10
MAXR	Renvoie la constante symbolique MAXR, nombre réel maximum représenté par la machine (9.9999999999E499). F MTH NXT CONS NXT MAXR	11-4
ΜΑΧΣ	Calcule les valeurs maximales des colonnes de la matrice statistique de ΣDAT . C \P STAT 1 VAR MAXE	H-13
MCALC	Déclare la variable ou la liste de variables spécifiée (x) "à calculer uniquement". Utilisé uniquement avec MROOT. C (1) (EQ LIB) MES MCAL	H-13
MEAN	Calcule la moyenne des données statistiques de ΣDAT . C \P STAT 1 VAR MEAN	H-14
MEM	Capacité (en octets) de mémoire disponible. C	H-14
MENU	Affiche le menu intégré ou le menu-utilisateur spécifié (x). C MODES MENU MENU	30-1
MENU	Active ou désactive les libellés de menu. (1) PICTURE O (1) PICTURE EDIT (NXT) MENU	22-6
MERGE1	Fusionne la mémoire de la carte RAM enfichable du port 1 avec la mémoire de la carte principale. C	28-17
MIN	Minimum de deux nombres réels $(y \text{ et } x)$. F MTH REAL MIN	12-10
MINEHUNT	Lance le jeu Minehunt (démineur). C	25-18
MINIT	Crée une nouvelle variable $Mpar$ à partir de EQ . C \P EQ LIB MES MINIT	25-10
MINR	Renvoie la constante symbolique MINR, nombre réel minimum représenté par la machine (1.0000000000E-499). F MTH NXT CONS NXT MINR	11-4

G-28 Index des opérations

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
ΜΙΝΣ	Calcule les valeurs minimales des colonnes de la matrice statistique de ΣDAT . C \P STAT 1 VAR MINE	H-14
MITM	Personnalise le menu Solver, en utilisant une chaîne pour le titre (y) et une liste de variables (x) . C \bigoplus EQ LIB MES MITM	25-11
ML	Passe de l'affichage multiligne à l'affichage monoligne, et vive versa. O MODES FMT ML	4-11
MOD	Renvoie le modulo de y divisé par x . F MTH REAL MOD	12-10
MOVE	Place les variables sélectionnées dans un nouveau répertoire. O MEMORY MOVE	5-10
MSGBOX	Crée une boîte de message utilisateur à partir d'une chaîne (x) . C PRG NXT OUT MSGB	H-15
MROOT	Résout un ensemble d'équations pour la variable spécifiée (x) , en commençant uniquement par des valeurs-utilisateur (voir MUSER et MCALC). C	H-14
MSOLVR	Lance le Solver en utilisant le contenu en cours de la variable réservée EQ . C	
MUSER	Spécifie comme définie par l'utilisateur une variable ou une liste de variables donnée (x). Utilisé uniquement avec MROOT. C	H-15
NDIST	Renvoie la distribution de probabilité normale (courbe en forme de cloche) à x en se basant sur la variance (y) et la moyenne (z) de la distribution normale. C MTH NXT PROB NXT NDIST	12-5
ΝΣ	Renvoie le nombre de lignes de ΣDAT . C \P STAT SUMS $\mathbb{N}\Sigma$	H-16

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
NEG	Changement de signe de x. A +/- or MTH NXT CMPL NXT NEG	12-1
NEW	Crée un nouvel objet nommé. ○ ► MEMORY NEW	5-7
NEW	Crée une nouvelle alarme. ○	26-6
NEWOB	Convertit un objet (x) pris dans un objet ou une variable composite en un nouvel objet indépendant. C (MEMORY) NEWO	H-15
NEXT	Termine une structure de boucle finie. PRG BRCH START NEXT C PRG BRCH FOR NEXT	29-12 29-13
NEXT	Affiche mais n'exécute pas un ou deux objets suivants dans le programme suspendu. O (PRG)(NXT) RUN NEXT	29-9
NOT	Renvoie le NON binaire ou logique de x. PRG TEST NXT NOT F MTH BASE NXT LOGIC NOT	H-15 15-4
NOVAL	Variable de garde pour les valeurs initiales et de réinitialisation dans les masques-utilisateur. NOVAL est renvoyé dans la pile lorsqu'un champ est vide. C PRG NXT IN NOVA	
NSUB	Permet d'obtenir le numéro de bloc en cours lors d'une itération d'un programme ou d'une commande réalisée au moyen de DOSUBS. C (PRG) LIST PROC NSUB	17-6
NUM	Renvoie le code de caractère du premier caractère de la chaîne (x). C PRG TYPE NXT NUM	H-15
NUMX	Définit le nombre d'étapes-x pour chaque étape-y dans les tracés en perspective 3D. C PLOT (NXT) 3D VPAR (NXT) NUMX	H-16

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
NUMY	Définit le nombre d'étapes-y dans la vue-volume de tracés en perspective 3D. C PLOT (NXT) 3D VPAR NXT NUMY	H-16
→NUM	Convertit un objet symbolique (x) en un nombre, si cela est possible. C \longrightarrow NUM	11-5
NXEQ	Change l'équation en cours en faisant pivoter les éléments d'une liste dans EQ. O PICTURE FCN NXT NXEQ	22-12
OBJ→	Eclate un objet composite (x) en éléments distincts. PRG TYPE OBJ+	H-16
	PRG LIST OBJ+ C (CHARS) (NXT) OBJ+	17-8
OCT	Définit la base octale. C MTH BASE OCT	15-1
OFF	Met le calculateur hors tension. C (PRG)(NXT) RUN (NXT) OFF	
OK	Accepte les valeurs de tous les champs telles qu'elles sont affichées ou exécute l'opération du masque de saisie. [masque de saisie] ENTER O [masque de saisie]	6-7
OLDPRT	Redéfinit le jeu de caractères du HP 48 pour qu'il soit compatible avec l'imprimante HP 82240A à liaison infrarouge. C	
OPENIO	Ouvre le port série. C	27-3
OPTS	Sélectionne les options de tracé. O PLOT all plot types OPTS	22-2
OR	OU logique de deux expressions $(x \text{ et } y)$ qui donnent 1 ou 0, ou bien OU binaire combinant deux entiers $(x \text{ et } y)$ ou deux chaînes $(x \text{ et } y)$.	
	MTH BASE (NXT) LOGIC OR F (PRG) TEST (NXT) OR	15-4 H-17

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
ORDER	Trie le menu VAR dans l'ordre spécifié par la liste (x). C (MEMORY) DIR ORDER	H-17
OVER	Copie dans le niveau 1 l'objet du niveau 2. C STACK ÜVER	3-13
ΣΡΑR	Variable réervée qui stocke des données statistiques de régression. C	21-14
PARAMETRIC	Sélectionne le type de tracé Parametric. C PLOT PTYPE PARA	23-7
PARITY	Sélectionne la valeur de parité spécifiée (x) . C \P [/O I OPAR PARIT	H-17
PARSURFACE	Sélectionne le type de tracé Parsurface. C	23-38
РАТН	Renvoie une liste contenant le chemin du répertoire en cours. C (MEMORY) DIR PATH	H-17
PCOEF	Calcule les coefficients des polynômes à l'aide du tableau de racines spécifié (x). C	18-11
PCONTOUR	Sélectionne le type de tracé Pcontour. C PLOT NXT 3D PTYPE PCON	23-32
PCOV	Calcule la covariance d'une population. C	H-18
PDIM	Remplace $PICT$ par un $PICT$ vierge de dimensions spécifiées $(y \text{ et } x)$. C (PRG) PICT PDIM	9-9 24-3
PERM	Renvoie les permutations de y éléments pris par groupes de x à la fois. F MTH NXT PROB PERM	12-4
PEVAL	Evalue un polynôme à l'aide d'un tableau de coefficients spécifié (y), à une valeur donnée (x). C SOLVE POLY PEVAL	18-11

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
PGDIR	Efface le répertoire spécifié (x) et son contenu. C (x) MEMORY DIR PGDIR	H-18
PICK	Copie un objet de niveau x dans le niveau 1. C \P STACK PICK	3-13
PICK	Copie dans le niveau 1 un objet du niveau en cours. O STACK FICK	3-8
PICT	Renvoie PICT dans la pile. C (PRG) PICT PICT	9-9
PICT→	Copie le PICT en cours comme un objet graphique et le place dans la pile. PICTURE STO O PICTURE EDIT NXT NXT PICT÷	22-6
PICTURE	Accès à l'environnement graphique. C	9-2
PIXOFF	Eteint dans PICT le pixel spécifié (x). C (PRG) PICT (NXT) PIXOF	9-10
PIXON	Allume dans PICT le pixel spécifié (x). C (PRG) PICT (NXT) PIXON	9-9
PIX?	Teste si le pixel spécifié (x) de PICT est allumé ou éteint. C PRG PICT (NXT) PIX?	9-10
PKT	Envoie une chaîne de commande (y) d'un type donné (x) à un serveur Kermit. C	27-14
PMAX	Définit les coordonnées supérieures droites (x) du tracé. C A saisir.	H-18
PMIN	Définit les coordonnées inférieures gauches (x) du tracé. C A saisir.	H-18
PMT	Variable de paiement dans les calculs d'amortissement. C SOLVE TYM SOLVE PMT	18-17

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
POLAR	Sélectionne le type de tracé Polar. C ———————————————————————————————————	23-4
POS	Renvoie la position d'une sous-chaîne (x) dans une chaîne (y) ou d'un objet (x) dans une liste (y) . C PRG LIST ELEM POS	17-7
PRED	A l'aide du modèle de regression en cours, calcule la valeur prévue d'une variable en fonction de la valeur de l'autre. O STAT Fit Data PRED PRED	21-12
PREDV	Renvoie la valeur prévue de la variable dépendante en fonction de la valeur de la variable indépendante (x) . C A saisir.	H-19
PREDX	Renvoie la valeur prévue de la variable indépendante en fonction de la valeur de la variable dépendante (x). C	H-19
PREDY	Renvoie la valeur prévue de la variable dépendante en fonction de la valeur de la variable indépendante (x) . C STAT FIT PREDY	H-19
PRINT	Imprime un objet. O	27-4
PRLCD	Imprime l'écran en cours. C	
PROMPT	Affiche la chaîne de l'invite (x) dans la zone d'état et arrête l'exécution du programme. C PRG NXT IN NXT PROM	H-19
PROOT	Calcule toutes les racines d'un polynôme à l'aide du tableau de coefficients spécifié (x). C SOLVE POLY PROOT	18-10
PRST	Imprime tous les objets de la pile. C	27-6
PRSTC	Imprime tous les objets de la pile en petit format. C	

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
PRTPAR	Variable réservée qui contient les paramètres d'impression en cours. C	27-3
PRVAR	Imprime le nom et le contenu d'une ou plusieurs variables (x), y compris les noms des ports. C	27-6
PR1	Imprime l'objet du niveau 1. C	27-6
PSDEV	Calcule l'écart type d'une population. C	H-20
PURGE	Supprime une ou plusieurs variables spécifiées (x) .	5-12
PURG	Supprime des objets ou des alarmes sélectionnés. (MEMORY) (NXT) PURG	5-11
	O FITME Browse Alarms PURG	26-6
	Supprime toutes les variables pour le titre en cours. O PEQLIB VARS NXT PURG	25-6
PUT	Remplace un élément à la position spécifiée (y) dans un tableau ou une liste (z) par un autre élément (x). C PRG LIST ELEM PUT	14-7
PUTI	Remplace un élément à la position spécifiée (y) dans un tableau ou dans une liste (z) par un autre élément (x) et incrémente l'index. C PRG LIST ELEM PUTI	17-7
PV	Valeur d'un prêt lors d'un calcul d'amortissement. C SOLVE TYM SOLVE PY	18-17
PVAR	Calcule la variance d'une population. C	H-20
PVARS	Renvoie à un port (x) la liste des objets et bibliothèques de sauvegarde. C \P LIBRARY PVARS	28-5
PVIEW	Affiche PICT avec les coordonnées spécifiées en pixels (x) dans l'angle supérieur gauche. C PRG NXT OUT FVIEW	H-20

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
PWRFIT	Définit le modèle d'ajustement de la puissance pour une courbe. C STAT SPAR MODL PWRF I	
PYR	Paiements par an lors d'un calcul d'amortissement. C SOLVE TVM SOLVE NXT PYR	18-18
PX→C	Convertit en unités-utilisateur des coordonnées exprimées en pixels (x). C PRG PICT NXT PX÷C	9-10
\rightarrow Q	Convertit un nombre (x) en son équivalent fractionnaire. C \P SYMBOLIC \P $\Rightarrow Q$	16-5
QR	Calcule la factorisation QR d'une matrice (x) . C MTH MATR FACTR QR	14-23
QUAD	Résout une équation du premier ou du second degré (y) pour une variable donnée (x). C SYMBOLIC QUAD	20-16
QUOTE	Renvoie l'expression de l'argument (x) sans évaluation. F SYMBOLIC (NXT) (NXT) QUOT	H-20
$ ightarrow Q\pi$	Calcule et compare les quotients d'un nombre (x) et d'un nombre π , puis renvoie celui qui possède le plus petit dénominateur. C \P SYMBOLIC \P Π	16-6
RAD	Sélectionne le mode Radians. C	4-4
RAND	Renvoie un nombre aléatoire et met à jour le générateur de nombres aléatoires. C MTH NXT PROB RAND	12-4
RANK	Calcule le rang d'une matrice rectangulaire (x) . C MTH MATR NORM NXT RANK	14-10
RANM	Crée une matrice à l'aide d'éléments aléatoires d'une liste de dimensions spécifiées (x) . C MTH MATR MAKE RANM	14-3
RATIO	Forme de préfixe de / utilisée par l'application EquationWriter. F A saisir.	H-21

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
RCEQ	Renvoie dans le niveau 1 l'équation figurant dans EQ. PLOT EQ C PLOT NXT 3D EQ	H-21
RCI	Multiplie une ligne spécifiée (x) d'un tableau (z) par un facteur (y) . C MTH MATR ROW RCI	14-21
RCIJ	Multiplie une ligne spécifiée (y) d'un tableau (t) par un facteur (z) et additionne le résultat à une autre ligne (x) . C MTH MATR ROW RCIJ	14-21
RCL	Rappelle dans la pile l'objet stocké dans la variable spécifiée (x) .	7-12
RCL	Rappelle dans la pile l'objet sélectionné. O MEMORY (NXT) RCL	5-9
RCLALARM	Rappelle l'alarme spécifiée (x) dans la liste des alarmes système. C \bigcirc TIME ALRM RCLAL	H-21
RCLF	Renvoie un entier binaire représentant les états des indicateurs système. C MODES FLAG NXT RCLF	24-7
RCLKEYS	Renvoie la liste des affectations de touches-utilisateur en cours. C MODES KEYS RCLK	30-8
RCLMENU	Renvoie le numéro du menu en cours. C MODES MENU RCLM	H-22
RCLΣ	Rappelle la matrice statistique en cours dans £DAT. PLOT NXT STAT DATA EDAT C STAT DATA EDAT	H-22
RCWS	Rappelle la taille de mot d'un entier binaire. C MTH BASE NXT RCWS	15-2
RDM	Redimensionne un tableau (y) selon les dimensions spécifiées (x) . C MTH MATR MAKE RDM	14-11

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
RDZ	Définit un générateur de nombres aléatoires. C MTH NXT PROB RDZ	12-4
RE	Renvoie la partie réelle d'un nombre ou d'un tableau complexe (x) . F MTH NXT CMPL RE	12-14
RECN	Attend des données spécifiées par la pile (x) , en provenance d'une unité à distance exécutant le logiciel Kermit. C $\P[O]$ NXT RECH	H-22
RECT	Sélectionne le mode rectangulaire. C MTH VECTR NXT RECT	13-2
RECV	Attend des données spécifiées par l'émetteur, en provenance d'une unité à distance exécutant le logiciel Kermit. C	
RECV	Prépare le HP 48 à recevoir des données. O	27-11
REPEAT	Commence une clause de boucle si le résultat de la clause de test est différent de zéro (x) ; sinon, l'exécution reprend à la suite de l'instruction END correspondante. C PRG BRCH WHILE REPER	29-15
REPL	Remplace une portion d'objet (z) par un autre objet de même nature (x), en commençant à la position spécifiée (y). PRG LIST REPL C PRG GROB REPL	17-8 H-22
REPL	Remplace une portion de PICT par un objet graphique du niveau 1. O PICTURE EDIT (NXT) (NXT) REPL	9-5
REPL	Remplace une configuration symbolique par une autre dans une expression. O (EQUATION REPL	7-13
RES	Définit l'espacement (x) entre les points tracés. C PLOT PPR RES	H-23

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
RESET	Rétablit la valeur par défaut du champ en cours (ou, à la discrétion de l'utilisateur, celles de tous les champs du masque de saisie en cours). O PLOT NXT RESET	6-6
RESET	Rétablit les valeurs par défaut des paramètres de tracé. PLOT NXT 3D NXT VPAR NXT RESET O PLOT PPAR RESET	22-15
RESTORE	Remplace le répertoire $HOME$ par la copie de sauvegarde spécifiée (x) . C $(MEMORY)$ (NXT) $RESTO$	28-6
REVLIST	Inverse les éléments d'une liste (x). C MTH LIST REVLI PRG LIST PROC REVLI	17-7
RKF	Utilise une liste (z) contenant le nom de la variable temps, celui de la variable solution et la fonction différentielle, ainsi que le niveau acceptable d'erreur absolue (y) pour calculer la solution au problème de la valeur initiale à un point (x) , en utilisant la méthode Runge-Kutta-Fehlberg $(4,5)$.	H-23
RKFERR	Utilise une liste (y) contenant le nom de la variable temps, celui de la variable solution et la fonction différentielle, ainsi qu'un pas initial possible (x) pour calculer le changement de solution et une estimation d'erreur absolue pour ce pas, en utilisant la méthode Runge-Kutta-Fehlberg $(4,5)$. C SOLVE DIFFE RKFE	H-23
RKFSTEP	Utilise une liste (z) contenant le nom de la variable temps, celui de la variable solution et la fonction différentielle, ainsi qu'un pas initial possible (x) pour calculer le pas suivant de la solution au problème de la valeur initiale, en utilisant la méthode Runge-Kutta-Fehlberg (4,5) de telle sorte que le niveau acceptable d'erreur absolue spécifié (y) soit respecté. C SOLVE DIFFE RKFS	H-23

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
RL	Rotation d'un entier binaire (x) d'un bit vers la gauche. C MTH BASE NXT BIT RL	15-5
RLB	Rotation d'un entier binaire (x) d'un octet vers la gauche. C MTH BASE NXT BYTE RLB	15-5
RND	Arrondit un objet numérique (y) au nombre spécifié (x) de décimales ou de chiffres significatifs. F MTH REAL NXT NXT RND	12-10
RNRM	Calcule la norme de ligne d'un tableau (x) . C MTH MATR NORM RNRM	14-9
ROLL	Manipule x niveaux de la pile afin de faire passer un objet du niveau $x+1$ au niveau 1. C \P STACK ROLL	3-13
ROLL	Manipule la pile afin de faire passer le pointeur au niveau 1, l'objet de niveau 1 au niveau 2, etc. O STACK RULL	3-8
ROLLD	Manipule la pile afin de faire passer l'objet de niveau 2 (y) au niveau x. C STACK RÜLLD	3-13
ROLLD	Manipule la pile afin de faire passer l'objet de niveau 1 au niveau du pointeur, l'objet de niveau 2 au niveau 1, etc. O STACK RÜLLD	3-8
ROOT	Résout l'équation (z) pour l'inconnue (y) , en commençant la recherche par une estimation (x) . C \bigcirc SOLVE ROOT ROOT	H-24
ROOT	Place le curseur graphique à l'intersection du tracé d'une fonction et de l'axe x, affiche la valeur de la racine et renvoie cette valeur dans la pile. O	22-11
ROT	Place au niveau 1 l'objet du niveau 3, en décalant vers le haut les objets des niveaux 1 et 2. C STACK ROT	3-13
ROW+	Insère un vecteur-ligne (y) dans un tableau (z) , au numéro de ligne spécifié (x) . C MTH MATR ROW ROW+	14-5

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
+ROW	Insère une ligne de zéros sur la ligne en cours dans l'application MatrixWriter. ○ ► MATRIX NXT + ROW	8-9
ROW-	Supprime la ligne spécifiée (x) d'un tableau (y) . C MTH MATR ROW ROW-	14-6
-ROW	Suprime la ligne en cours dans l'application MatrixWriter. O MATRIX NXT -ROW	8-9
→ROW	Eclate un tableau (x) en vecteurs-lignes. C MTH MATR ROW \Rightarrow ROW	14-5
ROW→	Construit une matrice contenant xx lignes à partir d'une série de vecteurs-lignes (\ldots, z, y) . C MTH MATR ROW ROW	14-3
RR	Rotation d'un entier binaire (x) d'un bit à droite. C MTH BASE (NXT) BIT RR	15-5
RRB	Rotation d'un entier binaire (x) d'un octet à droite. C MTH BASE NXT BYTE RRB	15-6
RREF	Calcule la forme réduite échelonnée d'une matrice rectangulaire (x). C MTH MATR FACTR RREF	14-22
RRK	Utilise une liste (z) contenant le nom de la variable temps, celui de la variable solution, la fonction différentielle et ses deux premières dérivées, ainsi que le niveau acceptable d'erreur absolue (y) pour calculer la solution au problème de la valeur initiale à un point (x), en utilisant les méthodes Rosenbrock et Runge-Kutta. C SOLVE DIFFE RRK	H-24
RRKSTEP	Utilise une liste (t) contenant le nom de la variable temps, celui de la variable solution, la fonction différentielle et ses deux premières dérivées, le niveau acceptable d'erreur absolue (z) , ainsi qu'un pas possible (y) et une valeur (x) indiquant la méthode employée pour le pas précédent. Calcule le pas suivant de la solution au problème de la valeur initiale en combinant les méthodes Rosenbrock et Runge-Kutta. C SOLVE DIFFE REKS	H-24

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
RSBERR	Utilise une liste (y) contenant le nom de la variable temps, celui de la variable solution, la fonction différentielle et deux premières dérivées, ainsi qu'un pas possible (x) pour calculer le changement de solution et une estimation d'erreur absolue pour ce pas en combinant les méthodes Rosenbrock et Runge-Kutta. C SOLVE DIFFE RSBER	H-25
RSD	Calcule le résidu z - yx de trois tableaux. C MTH MATR NXT RSD	14-19
RSWP	Permute deux colonnes spécifiées $(y \text{ et } x)$ d'un tableau (z) . C MTH MATR ROW (NXT) RSWP	14-7
R→B	Convertit un entier réel positif (x) en son équivalent entier binaire. C MTH BASE $R ightharpoonup B$	15-3
R→C	Combine des composants réel (y) et imaginaire (x) en un nombre (ou tableau) complexe. PRG TYPE (NXT) R \rightarrow C C (MTH)(NXT) CMPL R \rightarrow C	12-14
R→D	Convertit la valeur en radians d'un angle (x) en son équivalent en degrés. F (MTH) REAL (NXT)(NXT) R÷D	12-7
SAME	Teste si deux objets (y et x) sont égaux. C (PRG) TEST (NXT) SAME	H-25
SBRK	Envoie une rupture série. C	27-20
SCALE	Définit l'échelle horizontale (y) et verticale (x) des axes PLOT. C PLOT PPAR NXT SCALE	H-25
SCATRPLOT	Trace un nuage de points des données statistiques de ΣDAT . C \P STAT PLOT SCATE	21-12
SCATTER	Sélectionne le type de tracé Scatter. C	23-21

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
SCHUR	Calcule la décomposition de Schur d'une matrice carrée (x) . C MTH MATR FACTR SCHUR	14-24
SCI	Sélectionne le mode d'affichage scientifique avec x décimales. C MODES FMT SCI	4-2
$\mathrm{SCL}\Sigma$	Met les données de ΣDAT automatiquement à l'échelle pour les tracés en nuages de points. C A saisir.	
SCONJ	Conjugue le contenu d'une variable (x) . C \bigcirc MEMORY \bigcirc HRITH \bigcirc NXT \bigcirc SCON	H-25
SDEV	Calcule l'écart type pour chaque colonne de ΣDAT. C STAT 1VAR SDEV	H-25
SEND	Envoie la copie d'une variable (x) à un périphérique Kermit. C	H-26
SEND	Envoie un ou plusieurs objets spécifiésc, comme indiqué dans le masque de saisie. O	27-10
SEQ	Genère une liste à partir d'une expression (v) impliquant une variable (t) dont la valeur est incrementée de z à y par pas de x . C PRG LIST PROC NXT SEQ	17-8
SERVER	Sélectionne le mode serveur Kermit pour le HP 48. C	
SF	Arme l'indicateur spécifié (x). PRG TEST NXT NXT SF C MODES FLAG SF	4-9
SHADE	Ombre la région située entre le tracé d'une fonction et l'axe x ou entre deux tracés, entre les valeurs de x définies par la marque et le curseur. O \P PICTURE FCN SHADE	22-11
SHOW	Reconstruit l'expression (y) pour rendre explicites toutes les références à une variable (x) . C SYMBOLIC SHOW	20-18

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
SIDENS	Calcule la densité intrinsèque du silicium comme fonction de la température (x) .	H-26
	F (+)(EQ LIB) UTILS SIDEN	
SIGN	Renvoie le signe d'un nombre (x) . F (MTH) REAL (NXT) SIGN	12-10
	Renvoie le vecteur-unité d'un nombre	12-14
	complexe (x). F MTH NXT CMPL NXT SIGN	
SIMU	Passe du tracé simultané au tracé séquentiel de plusieurs fonctions, et vice versa.	23-2
	O PLOT NXT FLAG SIMU	
SIN	Sinus de x.	12-2
	A (SIN)	
SINH	Sinus hyperbolique de x . A MTH HYP SINH	12-3
SINV	Remplace le contenu d'une variable (x) par son inverse.	H-26
	C MEMORY ARITH NXT SINV	
SIZE	Calcule les dimensions d'une liste, d'un tableau, d'une chaîne, d'un objet algébrique ou d'un objet graphique (x) .	
	PRG LIST ELEM SIZE	17-7
	C PRG GROB (NXT) SIZE	9-11
SIZE	Affiche, en octets, la taille de l'objet sélectionné et la capacité de mémoire disponible.	5-11
	LIBRARY Browse ports NXT	
	O (MEMORY) (NXT) SIZE	
←SKIP	Place le curseur à gauche de la rupture logique suivante.	2-14
	EDIT +SKIP	
	O EDIT ÷SKIP	
SKIP→	Place le curseur à droite de la rupture logique suivante.	2-14
	(←)(EDIT) SKIP÷	
	O EDIT SKIP÷	

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
SL	Décale un entier binaire (x) d'un bit à gauche. C MTH BASE NXT BIT SL	15-6
SLB	Décale un entier binaire (x) d'un octet à gauche. C MTH BASE NXT BYTE SLB	15-6
SLOPE	Calcule et affiche la pente d'une fonction à la position du curseur et renvoie la pente dans la pile. O	22-11
SLOPEFIELD	Sélectionne le type de tracé Slopefield. C	23-26
SNEG	Affecte le signe moins au contenu d'une variable (x). C MEMORY ARITH (NXT) SHEG	H-26
SNRM	Calcule la norme spectrale d'un tableau (x) . C MTH MATR NORM SNRM	14-9
SOLVE	Lance la procédure de résolution du problème en cours. O SOLVE [various] SOLVE	18-1
SOLVEQN	Configure le Solver avec un ensemble d'équations intégrées, désigné par un sujet (z) et un titre (y) , et charge dans $PICT$ le diagramme correspondant, si on l'a spécifié (x) . C \bigoplus EQ LIB EQLIB SOLVE	H-26
SORT	Trie les éléments d'une liste (x) par ordre croissant. C MTH LIST SORT	17-7
SPHERE	Sélectionne le mode de coordonnées sphériques. C MTH VECTR NXT SPHER	13-2
SQ	Renvoie le carré de x . A	12-1
SR	Décale un entier binaire (x) d'un bit à droite. C MTH BASE NXT BIT SR	15-6
SRAD	Calcule le rayon spectral d'une matrice carrée (x) . C MTH MATR NORM SRAD	14-10

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
SRB	Décale un entier binaire (x) d'un octet à droite. C MTH BASE NXT BYTE SRB	15-6
SRECV	Lit le nombre spécifié de characters (x) sur le port série. C	27-19
SST	Progresse pas à pas à travers le programme suspendu. O (PRG)(NXT) RUN SST	29-9
SST↓	Progresse pas à pas à travers le programme suspendu et ses sous-programmes. O PRG NXT RUN SST+	
START	Commence une boucle finie. C PRG BRCH START START	29-12
START	Tape START NEXT. O (PRG) BRCH (START	
₽ START	Tape START STEP. O (PRG) BRCH (START	
STD	Sélectionne le mode d'affichage standard. C	4-2
STEP	Termine une boucle finie.	
	PRG BRCH FOR STEP	29-13
	C PRG BRCH START STEP	29-14
STEP	Passe à l'étape suivante d'une différentiation pas à pas. O SYMBOLIC Differentiate	20-11
STEQ	Stocke une ou plusieurs équations dans EQ. (1) PLOT (1) EQ C (1) PLOT (NXT) 3D (1) EQ	18-7
STIME	Définit la temporisation de la transmission/réception (x secondes). C	27-19
†STK	Sélectionne la pile interactive.	
	←DEDIT +STK	3-7
	O MATRIX NXT +STK	8-9

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
→STK	Copie dans la pile l'élément sélectionné dans l'application MatrixWriter. O MATRIX NXT →STK	8-9
→STK	Copie l'ensemble d'équations dans la pile. O	25-5
STO	Stocke un objet (y) dans une variable (x) .	5-12
STOALARM	Stocke une alarme (x) dans la liste des alarmes système. C	H-27
STOF	Utilise un entier binaire (x) pour définir l'état des indicateurs système ou une liste de deux entiers binaires (x) pour définir l'état des indicateurs-utilisateur. C MODES FLAG NXT STOF	24-8
STOKEYS	Utilise une liste (x) pour effectuer plusieurs affectations de touches-utilisateur. C MODES KEYS STOK	30-6
STO+	Ajoute un nombre ou tout autre objet au contenu de la variable spécifiée. C MEMORY HRITH STU+	H-27
STO-	Calcule la différence entre le contenu de la variable spécifiée (y) et un nombre ou tout autre objet spécifié, et stocke le résultat dans la variable spécifiée. C (MEMORY) ARITH STO-	H-27
STO*	Multiplie le contenu de la variable spécifiée (x) par un nombre ou tout autre objet spécifié. C (MEMORY) ARITH STO*	H-28
STO/	Calcule le quotient du contenu de la variable spécifiée et d'un nombre ou de tout autre objet spécifié, et stocke le résultat dans la variable spécifiée. C MEMORY ARITH STOZ	H-28
SΤΟΣ	Stocke la matrice statistique en cours (x) dans ΣDAT. C	H-28
STR→	Evalue une chaîne (x) comme si le texte avait été saisi dans la ligne de commande. C A saisir.	ons G-47

Index des opérations G-47

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
→STR	Convertit un objet (x) en une chaîne. C PRG TYPE \Rightarrow STR	H-28
STREAM	Applique à chaque élément d'une liste (y) un objet (x), qui est en principe un programme ou une commande. C PRG LIST PROC STREA	17-6
STS	Affiche une ligne d'état indiquant le répertoire, les modes, les indicateurs, la date et l'heure en cours. O [masque de saisie] NXT CALC STS	6-5
STWS	Définit la taille de mot d'un entier binaire (x bits). C MTH BASE NXT STWS	15-2
SUB	Extrait une portion de liste, de chaîne, de tableau ou d'objet graphique (z) définie par ses positions de début (y) et de fin (x). PRG LIST SUB CHAR SUB MTH MATR MAKE (NXT) SUB	17-8
	C (PRG) GROB SUB	9-11
SUB	Renvoie dans la pile une portion spécifiée de PICT. O	9-4
SUB	Renvoie dans la pile une sous-expression spécifiée. O	20-21
SVD	Calcule la décomposition d'une matrice rectangulaire (x) en valeurs singulières. C MTH MATR FACTR SVD	14-24
SVL	Calcule les valeurs singulières d'une matrice rectangulaire (x). C MTH MATR FACTR (NXT) SVL	14-24
SWAP	Permute les objets des niveaux 1 et 2. C	3-4
SYM	Indique si les constantes symboliques doivent ou non évaluer des nombres. O MODES MISC SYM	4-11

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
SYSEVAL	Evalue un objet système (x). A utiliser conformément aux applications HP. C A saisir.	H-28
—————————————————————————————————————	Déplace un terme à gauche.	20-24
_	O (♠(EQUATION)(♠) RULES +T	
T→€T	Exécute +T jusqu'à ce que la sous-expression ne change plus. O (EQUATION) RULES (+) +T	20-29
$T \rightarrow$	Déplace un terme à droite.	20-24
r→	O	20-29
~~		10.0
%T	Renvoie, en pourcentage, la fraction que représente x par rapport à y. F (MTH) REAL %T	12-9
→TAG	Libelle un objet (y) en le dotant d'un nom ou d'une chaîne le décrivant (x) . C (PRG) TYPE \rightarrow TAG	H-29
TAN	Tangente de x . A (TAN)	12-2
TAIL	Renvoie tous les éléments d'une liste sauf le premier ou la totalité d'une chaîne de caractères sauf le premier. C (PRG) LIST ELEM (NXT) THIL	17-7
TANH	Tangente hyperbolique de x . A MTH HYP TANH	12-3
TANL	Trace la tangente de la fonction en cours à la valeur x représentée par le curseur et renvoie l'équation de la tangente dans la pile. O PICTURE FCH NXT TANL	22-12
TAYLR	Calcule l'approximation polynômiale de Taylor d'ordre x , pour une expression (z) dans une variable spécifiée (y) . C SYMBOLIC THYER	20-13

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
TDELTA	Renvoie l'incrément entre des températures finale (y) et initiale (x). Il s'agit d'une version spéciale de la fonction normale de soustraction appliquée à la température. F	H-29
TEACH	Charge des exemples intégrés. C A saisir.	29-20
TEXT	Affiche la pile à la mise à jour de l'affichage. C (PRG)(NXT) OUT TEXT	
THEN	Commence une clause vraie. (PRG) (NXT) ERROR IFERR THEN (PRG) BRCH CASE THEN C (PRG) BRCH IF THEN	29-10
TICKS	Renvoie l'heure système sous la forme d'un entier binaire exprimé en tops d'horloge (un top = $\frac{1}{8192}$ secondes).	16-4
TIME	Renvoie l'heure en cours selon le format 24 heures (HH.MMSS). C TIME TIME	16-3
→TIME	Définit l'heure système (x) selon le format 24 heures (HH.MMSS). C TIME TIM	H-29
TINC	Augmente ou diminue une température donnée (y) d'un incrément spécifié (x). Il s'agit d'une version spéciale de la fonction normale d'addition appliquée à la température. F	H-29
TLINE	Dans PICT, commute les pixels sur la droite définie par deux coordonnées (y et x). C PRG PICT TLINE	9-9
TLINE	Allume et éteint les pixels sur la droite reliant la marque et le curseur. O	9-4
TMENU	Affiche un menu défini par une liste (x) mais ne change pas le contenu de CST . C \bigcirc MODES MENU TMEN	30-4

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
тот	Effectue la somme de chaque colonne de la matrice de ΣDAT. C STAT 1VAR TOT	H-30
TRACE	Calcule la somme des éléments diagonaux (trace) d'une matrice carrée (x). C MTH MATR NORM (NXT) TRACE	14-10
TRACE	Active ou désactive le mode Trace. O PICTURE TRACE	22-4
TRANSIO	Sélectionne le paramètre de traduction des caractères spécifié (x). C	H-30
TRG*	Développe des fonctions trigonométriques et hyperboliques de sommes et de différences. O (EQUATION RULES TRG*	20-29
→TRG	Remplace une exponentielle par des fonctions trigonométriques. O ♠EQUATION ♠ RULES → TRG	20-28
TRN	Transpose une matrice (x). C MTH MATR MAKE TRN	14-11
TRNC	Tronque un nombre (y) d'après le nombre (x) de décimales ou de chiffres significatifs. F (MTH) REAL (NXT) (NXT) TRNC	12-10
TRUTH	Sélectionne le type de tracé Truth. C	23-14
TSTR	Convertit en chaîne la date (y) et l'heure (x) au format numérique, y compris le jour calculé de la semaine. C	16-4
TVARS	Renvoie les variables contenant le type d'objet spécifié (x). C (MEMORY) DIR TWARS	H-30
TVM	Affiche le menu TVM. C SOLVE TYM	18-14
TVMBEG	Sélectionne le mode de paiement en début de période. C A saisir.	

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
TVMEND	Sélectionne le mode de paiement en fin de période. C A saisir.	
TVMROOT	Calcule la solution pour la variable TVM spécifiée (x) en utilisant les valeurs stockées dans les variables TVM restantes. C SOLVE TVM TVMR	H-30
ТҮРЕ	Renvoie le numéro de type d'un objet (x). PRG TYPE NXT NXT TYPE C PRG TEST NXT TYPE	H-31
TYPES	Affiche une liste de types d'objets valides pour le champ sélectionné. O [masque de saisie] NXT TYPES	6-6
UBASE	Convertit un objet-unité (x) en unités de base SI. F	10-7
UFACT	Factorise une unité (x) dans une expression-unité d'un autre objet-unité (y) . C	10-9
→UNIT	Crée un objet-unité à partir d'un nombre réel (y) et de la partie unité d'un objet-unité (x) . PRG TYPE \rightarrow UNIT C \rightarrow UNITS \rightarrow UNIT	10-15
UNTIL	Commence une clause de test. C (PRG) BRCH DO UNTIL	29-14
UPDIR	Désigne le répertoire père comme répertoire en cours.	5-12
UTPC	Renvoie la probabilité qu'une variable aléatoire khi carré soit supérieure à x , étant donné les degrés de liberté (y) de la distribution. C MTH NXT PROB NXT UTPC	12-5
UTPF	Renvoie la probabilité qu'une variable aléatoire F de Snedecor soit supérieure à x , étant donné les degrés de liberté du numérateur (z) et du dénominateur (y) . C MTH NXT PROB NXT UTPF	12-5

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
UTPN	Renvoie la probabilité qu'un variable aléatoire normale soit supérieure à x , étant donné la moyenne (z) et la variance (y) de la distribution. C MTH NXT PROB NXT UTPM	12-5
UTPT	Renvoie la probabilité qu'une variable aléatoire de Student soit supérieure à x , étant donné les degrés de liberté (y) de la distribution. C MTH NXT FROE NXT UTPT	12-5
UVAL	Elimine la partie unité de l'objet-unité spécifié (x) .	10-15
VAR	Calcule la variance des colonnes de données statistiques de ΣDAT. C STAT 1 VAR NXT VAR	H-31
VARS	Renvoie la liste des variables du répertoire en cours. C MEMORY DIR VARS	H-32
VEC	Passe du mode vecteurs au mode tableaux. O MATRIX VEC	8-9
VIEW	Copie l'objet du niveau en cours dans l'environnement approprié pour le visualiser. O (VIEW)	3-8
VIEW	Affiche les mots-clés du menu en cours. Si ces mots-clés sont des variables, leurs valeurs sont affichées. O VIEW	3-8
VIEW	Affiche la plage et l'équation en cours lorsque la touche est maintenue enfoncée. O PICTURE FCN (NXT) VIEW	22-5
VPAR	Renvoie la variable réservée VPAR. C	22-15
VTYPE	Renvoie le numéro du type de l'objet stocké dans un nom local ou global (x). C (PRG) TYPE (NXT) (NXT) VTYPE	H-32
VZIN	Agrandissement vertical. O	22-8

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
VZOUT	Eloignement vertical. O PICTURE ZOOM (NXT) \(\forall ZOUT \)	22-8
→V2	Combine deux nombres réels $(y \text{ et } x)$ en un vecteur 2D ou un nombre complexe. O MTH VECTR \Rightarrow V2	13-4
→V3	Combine trois nombres réels en un vecteur 3D selon le mode de coordonnées en cours. C MTH VECTR +V3	13-4
V→	Eclate un vecteur ou un nombre complexe (x) en élements distincts selon le mode d'angle en cours. C MTH VECTE $\forall \rightarrow$	13-4
*W	Multiplie l'échelle du tracé horizontal par un facteur (x). C PLOT PPAR NXT *W	H-32
WAIT	Arrête l'exécution d'un programme pendant le nombre de secondes spécifié (x) ou jusqu'à ce qu'une touche soit utilisée. C PRG NXT IN WHIT	H-32
WHILE	Commence une boucle indéfinie. C (PRG) BRCH WHILE WHILE	29-15
WHILE	Tape WHILE REPEAT END O (PRG) BRCH (WHILE	H-33
WID→	Augmente la largeur des colonnes et diminue le nombre de colonnes. O ► MATRIX ₩ID→	8-9
←WID	Diminue la largeur des colonnes et augmente le nombre de colonnes. O (MATRIX) + WID	8-9
WIREFRAME	Sélectionne le type de tracé Wireframe. C	23-29
WSLOG	Renvoie une série de chaînes enregistrant la date, l'heure et la cause de chaque démarrage à chaud. C A saisir.	H-33

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
ΣΧ	Renvoie la somme des données d'une colonne indépendante de ΣDAT . C \P STAT SUMS ΣX	H-33
ΣΧ^2	Renvoie la somme des carrés des données d'une colonne indépendante de ΣDAT . C \P STAT SUMS ΣX^2	H-33
XCOL	Spécifie une colonne de variable indépendante (x) dans la matrice de ΣDAT . C \P STAT ΣPRR XCOL	H-34
XMIT	Envoie par le port série une chaîne donnée (x) , sans utiliser le protocole Kermit. C $\P[O]$ NXT SERIA XMIT	27-19
XOR	OU exclusif logique de deux expressions $(x \text{ et } y)$ qui donnent 1 ou 0, ou bien OU exclusif binaire combinant deux entiers $(x \text{ et } y)$ ou deux chaînes $(x \text{ et } y)$. MTH BASE NXT LOGIC MOR F PRG TEST NXT MOR	15-4
XPON	Renvoie l'exposant d'un nombre (x). F (MTH) REAL (NXT) XPON	12-10
XRECV	Reçoit un objet par xmodem. C	H-34
XRNG	Spécifie la plage d'affichage horizontal des axes du tracé (de y à x). C PLOT PPAR XRNG	H-34
XROOT	Renvoie la xième racine d'un nombre réel y. A (**)	12-1
XSEND	Envoie un objet par xmodem. C	H-34
XVOL	Définit les coordonnées X _{left} (y) et X _{right} (x) correspondant à la largeur du volume 3D. C	H-34

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
XXRNG	Définit les coordonnées XX_{left} (y) et XX_{right} (x) correspondant à la largeur de la plage de mappage 3D cible (pour les tracé de type Gridmap et Parsurface). C PLOT NXT 3D VPAR	H-35
ΣΧ*Υ	Renvoie la somme de produits de données des colonnes indépendantes et dépendantes de ΣDAT. C STAT SUMS ΣΧ*Υ	H-35
(X,Y)	Active ou désactive les coordonnées en cours du curseur dans l'angle inférieur gauche de l'affichage. O PICTURE + O PICTURE X, Y	22-4
X,Y→	Introduit les coordonnées en cours du curseur dans la pile sous forme de nombre complexe. PICTURE ENTER O PICTURE ED I T NXT NXT X, Y +	22-6
ΣΥ	Renvoie la somme des données de la colonne dépendante de ΣDAT . C \P STAT SUMS $\Sigma \Upsilon$	H-35
ΣΥ^2	Renvoie la somme des carrés des données de la colonne dépendante de ΣDAT. C STAT SUMS ΣΥ^2	H-35
YCOL	Sélectionne la colonne indiquée (x) de \(\sum DAT \) comme colonne de variable dépendante pour calculer des statistiques sur deux variables. C \(\begin{align*} \text{STAT} \text{SPAR} \text{YCOL} \end{align*}	H-35
YRNG	Spécifie la plage d'affichage vertical des axes du tracé (de y à x). C PLOT PPAR YRNG	H-36
YSLICE	Sélectionne le type de tracé Y-Slice. C	23-33
YVOL	Définit les coordonnées Y _{far} (y) et Y _{near} (x) correspondant à la largeur du volume 3D. C	H-36

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
YYRNG	Définit les coordonnées YY _{far} (y) et XX _{near} (x) correspondant à la largeur de la plage de mappage 3D cible (pour les tracés de type Gridmap et Parsurface). C PLOT NXT 3D VPAR	H-36
ZAUTO	Définit automatiquement l'échelle et retrace le graphique. O PICTURE ZOOM NXT ZAUTO	22-9
ZDECI	Redéfinit l'axe horizontal de telle sorte que chaque pixel égale 1/10ème d'unité. O PICTURE ZOOM NXT NXT ZDECI	22-9
ZDFLT	Rétablit les paramètres d'échelle en cours pour PPAR. O PICTURE 200M ZDFLT	22-8
ZFACT	Affiche le masque de saisie permettant de définir les facteurs de zoom par défaut. O PICTURE ZOOM ZFACT	22-7
ZFACTOR	Calcule le facteur Z de compressibilité du gaz en utilisant les échelles de réduction de la température (y) et de la pression (x). F (QLIB) UTILS ZFACT	H-36
ZIN	Agrandissement en fonction d'un facteur standard. O PICTURE ZOOM ZIN	22-8
ZINTG	Redéfinit les échelles horizontale et verticale de telle sorte que chaque pixel égale une unité. O	22-9
ZLAST	Rétablit le dernier facteur de zoom. O	22-9
ZOOM	Agrandit une région rectangulaire du tracé pour qu'elle occupe la totalité de l'écran. O	22-8
ZOUT	Eloignement vertical en fonction d'un facteur standard. O PICTURE ZOOM ZOUT	22-8

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
ZSQR	Change l'échelle verticale pour qu'elle corresponde à l'échelle horizontale. O	22-8
ZTRIG	Redéfinit l'échelle horizontale de telle sorte que dix pixels représentent π/2 unités et l'échelle verticale de telle sorte que chaque groupe de dix pixels soit égal à une unité. O	22-9
ZVOL	Définit les coordonnées $Z_{low}(y)$ and $Z_{high}(x)$ correspondant à la hauteur du volume 3D. C PLOT NXT 3D WPAR ZVOL	H-36
+	Additionne deux objets $(y \text{ et } x)$. A $+$	12-1
+/-	Fait passer le curseur de son style superposition à sa forme de croix inversée. PICTURE +/- O PICTURE EDIT NXT +/-	22-6
+1-1	Ajoute et soustrait 1. O	20-23
_	Soustrait un objet (x) à un autre (y) .	12-1
-()	Affecte un double signe moins et distribue. O	20-27
*	Multiplie deux objets $(y \text{ et } x)$.	12-1
*1	Multiplie par 1. O	20-23
/	Divise un objet (y) par un autre (x) . A \div	12-1
/1	Divise par 1. O	20-23
^	Elève un nombre (y) à la puissance spécifiée (x) . A y^x	12-1

G-58 Index des opérations

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
^1	Elève à la puissance 1. O	20-23
<	Teste si $y < x$. F PRG TEST $<$	H-37
≤	Teste si $y \le x$. F (PRG) TEST \le	H-37
>	Teste si $y > x$. F (PRG) TEST \Rightarrow	H-38
2	Teste si $y \ge x$. F (PRG) TEST \ge	H-38
=	Renvoie une équation formée de deux expressions $(y \text{ et } x)$.	11-4
==	Teste si $y = x$. F (PRG) TEST ==	H-39
≠	Teste si $y \neq x$. F (PRG) TEST \neq	H-39
!	Factorielle de x. F MTH NXT PROB!	12-4
ſ	Intègre une expression (y) de t à z en fonction de la variable d'intégration spécifiée (x) .	H-39
д	Calcule la dérivée d'une expression (y) en fonction de la variable de différentiation spécifiée (x) .	H-39
%	Calcule le pourcentage de y par rapport à x. A MTH REAL %	12-9
π	Renvoie la constante symbolique π (ou 3.14159265359 selon l'indicateur -2). MTH NXT CONS π F • π	11-4

Nom, touche ou libellé	Description, type, touches	Page
Σ	Calcule la somme d'une expression (x) évaluée plusieurs fois alors qu'une variable d'index (t) passe de la valeur z à la valeur y .	H-40
	F Σ	7-6
Σ+	Ajoute un point de données (x) à la matrice de ΣDAT . C STAT DATA $\Sigma +$	H-40
Σ-	Soustrait un point de données (x) à la matrice de ΣDAT .	H-40
✓	Renvoie la racine carrée de x . A \sqrt{x}	12-1
I	Utilise une liste de noms et de valeurs (x) pour remplacer des noms par des valeurs dans une expression (y). F SYMBOLIC NXT	20-18
1/()	Double inversion et distribution. O	20-27
(())	Met entre parenthèses des termes voisins. O (RULES (())	20-25

Développe la sous-expression vers la gauche.	20-25
O (+)[EQUATION] RULES (NXT)	
Exécute (÷ jusqu'à ce que la sous-expression ne change plus.	20-29
O (+) EQUATION (RULES (NXT)	
Distribue une fonction préfixe.	20-26
O (EQUATION RULES (NXT) +()	
Développe la sous-expression vers la droite.	20-25
O GEQUATION RULES (NXT)	
Exécute ÷) jusqu'à ce que la sous-expression ne change plus.	20-29
O (TEQUATION RULES (NXT)	
Commute des arguments.	20-26
Commence une structure de variables locales.	29-17
	Exécute (+ jusqu'à ce que la ous-expression ne change plus. DEQUATION RULES NXT (+ Distribue une fonction préfixe. DEQUATION RULES NXT (+) Développe la sous-expression vers la droite. DEQUATION RULES NXT (+) Développe la sous-expression vers la droite. DEQUATION RULES NXT (+) Exécute (+) jusqu'à ce que la ous-expression ne change plus. DEQUATION RULES NXT (+) Commute des arguments. DEQUATION RULES NXT (+) Commute des arguments.



Diagrammes de la pile d'une sélection de commandes

Commande AMORT: Amortit un prêt ou un investissement en fonction des valeurs d'amortissement en vigueur.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 3	Niveau 2	Niveau 1
n	\rightarrow	capital	intérêts	solde

Fonction AND: Renvoie la somme (AND) logique de deux arguments.

Niveau 2	Niveau 1	→	Niveau 1
#n ₁	#n ₂	\rightarrow	#n ₃
" chaîne ₁ "	" chaîne ₂ "	\rightarrow	" chaîne ₃ "
V/F ₁	V/F_2	\rightarrow	0/1
V/F	'symb'	\rightarrow	'V/F AND symb'
'symb'	V/F	\rightarrow	'symb AND V/F'
'symb ₁ '	'symb ₂ '	\rightarrow	'symb ₁ AND symb ₂ '

Fonction APPLY : Crée une expression à partir du nom de fonction spécifié et des arguments.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
$\{ symb_1 \ldots symb_n \}$	'nom'	\rightarrow	$'nom(symb_1 \ldots symb_n)'$

Commande ARRY→: Renvoie les éléments d'un tableau sous la forme de nombres complexes ou réels distincts, ainsi qu'une liste des dimensions du tableau.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau nm+1 Niveau 2	Niveau 1
[vecteur]	\rightarrow	$z_1 \ldots z_n$	$\{ n_{\text{\'el\'ement}} \}$
[[matrice]]	\rightarrow	z ₁₁ z _{n m}	$\{ n_{\text{lig}} m_{\text{col}} \}$

Commande ATICK : Définit les repères des axes dans la variable réservée PPAR.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
х	\rightarrow		
#n	\rightarrow		
{ x , y }	\rightarrow		
{ #n #m }	\rightarrow		

Commande BINS : Trie les éléments de la colonne indépendante (XCOL) de la matrice statistique en cours (variable réservée ΣDAT) en $(n_{blocs}+2)$ blocs, le bord gauche du bloc 1 commençant à la valeur x_{min} et chaque bloc étant large de $x_{largeur}$.

Niv.3	Niv.2	Niv.1	\rightarrow	Niv.2	Niv.1
x _{min}	x _{larg}	n _{blc}	\rightarrow	$[[n_{\texttt{bic1}} \dots n_{\texttt{bic}n}]]$	[n _{bicG} n _{bicD}]

Commande BYTES: Renvoie le nombre d'octets et le total de contrôle pour l'objet spécifié.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 2	Niveau 1
obj	\rightarrow	$\#n_{ exttt{totaldecontrôle}}$	x_{taille}

Commande CENTR: Ajuste les deux premiers paramètres figurant dans la variable réservée PPAR, (x_{min}, y_{min}) et (x_{max}, y_{max}) , de telle sorte que le point représenté par l'argument (x, y) soit le centre du tracé.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
(x, y)	\rightarrow		
x	\rightarrow		

Commande CHOOSE: Crée une case d'option définie par l'utilisateur.

Niveau 3	Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 2	Niveau 1
" message"	{ c ₁ c _n }	n_{pos}	\rightarrow	obj ou résultat	1
" message"	$\{ c_1 \dots c_n \}$	n_{pos}	\rightarrow		0

Commande CHR: Renvoie une chaîne représentant le caractère HP 48 correspondant au code de caractère n.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
п	\rightarrow	" chaîne"	

Commande CKSM: Spécifie le schéma de détection des erreurs.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
n _{totaldecontrôle}	\rightarrow		

Commande CLKADJ: Règle l'heure système d'une valeur égale à x tops d'horloge, sachant que 8192 tops d'horloge correspondent à 1 seconde.

Niveau 1	→	Niveau 1	
x	\rightarrow		

Commande COL Σ : Spécifie les colonnes de variable indépendante et de variable dépendante de la matrice statistique en cours (variable réservée ΣDAT).

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
x _{xcol}	x _{ycol}	\rightarrow		

Commande CORR : Renvoie le coefficient de corrélation des colonnes de données dépendantes et indépendantes dans la matrice statistique en cours (variable réservée ΣDAT).

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
	\rightarrow	^X corrélation	

Commande COV : Renvoie la covariance sur échantillon des colonnes de données dépendantes et indépendantes dans la matrice statistique en cours (variable réservée ΣDAT).

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
	\rightarrow	^X covariance

Commande CRDIR : Crée dans le répertoire actif un sous-répertoire vide portant le nom spécifié.

Niveau 1	→	Niveau 1	
'global'	\rightarrow		

Fonction DARCY: Calcule le facteur de friction Darcy de certains écoulements de fluides.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
$x_{e/D}$	У _{Re}	\rightarrow	X _{D arcy}	

Commande \rightarrow DATE: Définit la date système à date.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
date	\rightarrow		

Commande DECR: Prend une variable de niveau 1, soustrait 1, enregistre la nouvelle valeur dans la variable initiale et la renvoie au niveau 1.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
'nom'	\rightarrow	x _{nouv:}	

Commande DELALARM : Supprime l'alarme spécifiée dans le niveau 1.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
n _{index}	→		

Commande DEPND : Spécifie la variable dépendante (et son domaine de traçage pour les tracés TRUTH).

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
	'global'	\rightarrow	
	{ global }	\rightarrow	
	$\{ global y_{début} y_{fin} \}$	\rightarrow	
	$\{ y_{début} y_{fin} \}$	\rightarrow	
y _{début}	y _{fi n}	\rightarrow	

Commande DISP: Affiche obj sur la nème ligne d'affichage.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
obj	n	\rightarrow		

Commande DOERR: Exécute une erreur "spécifiée par l'utilisateur" afin qu'un programme donné se comporte exactement comme si une erreur s'était produite pendant son déroulement.

Niveau 1	→	Niveau 1	
n _{erreur}	\rightarrow		
#n _{erreur}	\rightarrow		
"erreur"	\rightarrow		
0	\rightarrow		

 $\begin{tabular}{ll} \textbf{Commande DTAG:} & Supprime toutes les identifications (libellés) d'un objet. \end{tabular}$

Niveau 1	→	Niveau 1	
:id:obj	\rightarrow	obj	

Commande EQ→: Sépare une équation en ses termes constitutifs droit et gauche.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 2	Niveau 1
$'symb_1 = symb_2'$	\rightarrow	'symb ₁ '	'symb ₂ '
z	\rightarrow	z	0
'nom'	\rightarrow	'nom'	0
x_unité	\rightarrow	x_{-} unité	0
'symb'	\rightarrow	'symb'	0

Commande ERRM: Renvoie une chaîne contenant le message de la dernière erreur rencontrée par le calculateur.

Nivea	au 1 →	Niveau 1
	\rightarrow	"message d'erreur"

Commande ERRN: Renvoie le numéro de la dernière erreur du calculateur.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
	\rightarrow	#n _{erreur}	

Commande EYEPT: Spécifie les coordonnées du point de vue dans un tracé en perspective.

Niveau 3	Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
X _{point}	y _{point}	Z point	\rightarrow		

Fonction F0 λ : Renvoie la fraction du pouvoir émissif total d'un corps noir.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
y _{lambda}	Х _Т	\rightarrow	X _{pouvoir}
y _{lambda}	'symb'	\rightarrow	$'F0\lambda(y_{lambda}, symb)'$
'symb'	x_{T}	\rightarrow	$^{F0\lambda}(\mathit{symb}, x_{T})^{F}$
'symb ₁ '	'symb ₂ '	\rightarrow	$'F0\lambda(\mathit{symb}_1,\mathit{symb}_2)'$

Fonction FACT : Prévue à des fins de compatibilité avec le calculateur HP 28. FACT est l'équivalent de !.

Niveau 1	→	Niveau 1	
n	\rightarrow	n!	
x	\rightarrow	$\Gamma(x+1)$	
'symb'	\rightarrow	'(symb)!'	

Fonction FANNING: Calcule le facteur de friction Fanning de certains écoulements de fluides.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
$x_{x/D}$	У _{Re}	\rightarrow	X _{fanning}
$x_{x/D}$	'symb'	\rightarrow	$'FANNING(x_{x/D}, \mathit{symb})'$
'symb'	У _{Re}	\rightarrow	'FANNING(<i>symb</i> ,y _{Re})'
'symb ₁ '	'symb ₂ '	\rightarrow	'FANNING(symb ₁ ,symb ₂)'

Commande FINDALARM: Renvoie l'index d'alarme n_{index} de la première alarme survenue au bout du délai spécifié.

Niveau 1	→	Niveau 1	
date	\rightarrow	$n_{\sf index}$	
{ date heure }	\rightarrow	$n_{\sf index}$	
0	\rightarrow	$n_{\sf index}$	

Commande FREEZE: Gèle la partie de l'affichage spécifiée par nzone d'affichage, de sorte qu'aucune mise à jour n'a lieu tant qu'une touche n'est pas activée.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
n _{zoneaffichage}	\rightarrow	

Commande *H: Multiplie l'échelle verticale du tracé par $x_{facteur}$.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
X _{facteur}	\rightarrow		

Commande HEAD: Renvoie le premier élément d'une liste ou d'une chaîne.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
{ obj ₁ obj _n }	→	obj ₁	
"chaîne"	→	"élément ₁ "	

Commande IFT: Exécute l'objet obj si V/F (Vrai/Faux) est différent de zéro, et l'ignore si V/F égale zéro.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
V/F	obj	\rightarrow	Cela dépend!	

Fonction IFTE : Exécute l'objet obj au niveau 2 si V/F est différent de zéro. Exécute obj au niveau 1 si V/F égale zéro.

Niveau 3	Niveau 2	Niveau 1	→	Niveau 1
V/F	obj _{vrai}	obj _{faux}	\rightarrow	Cela dépend!

Fonction INCR: Prend une variable du niveau 1, ajoute 1, stocke la nouvelle valeur dans la variable d'origine puis la renvoie au niveau 1.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
'nom'	\rightarrow	X incrément	

Commande INDEP : Spécifie la variable indépendante et son domaine de traçage.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
	'global'	\rightarrow	
	{ global }	\rightarrow	
	$\{ global x_{début} x_{fin} \}$	\rightarrow	
	$\{x_{début}x_{fin}\}$	\rightarrow	
<i>X</i> début	x _{fi n}	\rightarrow	

Commande INPUT : Demande la saisie de données dans la ligne de commande et empêche l'utilisateur d'accéder aux opérations de la pile.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
" message pile"	" message ligne-commande'	\rightarrow	" résultat"
" message pile"	{	\rightarrow	" résultať'

н

Commande KERRM: Renvoie le texte du dernier paquet d'erreurs Kermit

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
	\rightarrow	"message d'erreur"

Commande KEY: Renvoie au niveau 1 un résultat de test et, en cas d'activation d'une touche, renvoie au niveau 2 la position de cette touche, désignée par un numéro de ligne et de colonne (x_{nm})

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 2	Niveau 1
	\rightarrow	x _{n m}	1
	\rightarrow		0

Commande LIBEVAL: Evalue des fonctions de bibliothèque non nommées.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
#n _{fonction}	\rightarrow		

Commande LIBS: Indique le titre, le numéro et le port de chaque bibliothèque associée au répertoire actif.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1			
	\rightarrow	{ "titre" n_{bib} n_{port} "titre" n_{bib} n_{port} }			

Commande Σ LINE: Renvoie une expression représentant la droite d'ajustement (best fit) la mieux adaptée en fonction du modèle statistique courant, en utilisant X comme nom de variable indépendante et, pour la pente et l'intersection, des valeurs explicites extraites de la variable réservée ΣPAR .

Niveau 1	→	Niveau 1
	\rightarrow	'symb _{formule} '

Fonction LININ: Teste, pour une variable donnée, la structure linéaire d'une équation algébrique.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
'symb'	'nom'	\rightarrow	0/1	

Commande LIST \rightarrow : Prend une liste de n objets et les renvoie dans des niveaux séparés, puis renvoie le nombre total d'objets au niveau 1.

Niveau 1	→ Niveau n+1		Niveau 2	Niveau 1
$\{ obj_1 \dots obj_n \}$	\rightarrow	<i>obj</i> ₁	obj _n	n

Commande LR: Utilise le modèle statistique sélectionné pour calculer les coefficients de régression linéaire (intersection et pente) pour les variables dépendantes et indépendantes choisies, dans la matrice statistique en cours (variable réservée ΣDAT).

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 2	Niveau 1
	\rightarrow	Intersection: x_1	Pente: x ₂

н

п

Commande ↑ **MATCH**: Réécrit une expression. ↑ MATCH procède du bas vers le haut; elle vérifie donc en premier les sous-expressions de plus bas niveau (celles qui sont au niveau inférieur d'imbrication).

Niv.2	Niv.1	\rightarrow	Niv.2	Niv.1
'symb ₁ '	{ 'symb _{cfg} ' 'symb _{remp} ' }	\rightarrow	'symb ₂ '	0/1
'symb ₁ '	$\{ \text{'symb}_{cfg}, \text{'symb}_{remp}, \text{'symb}_{cond} \}$	\rightarrow	'symb ₂ '	0/1

Commande ↓ **MATCH** : Réécrit une expression. ↓ MATCH fonctionne du haut vers le bas. elle vérifie donc en premier l'ensemble de l'expression.

Niv.2	Niv.1	\rightarrow	Niv.2	Niv.1
'symb ₁ '	{ 'symb _{cfg} ' 'symb _{remp} ' }	\rightarrow	'symb ₂ '	0/1
'symb ₁ '	$\{ 'symb_{cfg}' 'symb_{remp}' 'symb_{cond}' \}$	\rightarrow	'symb ₂ '	0/1

Commande MAX Σ : Calcule la valeur maximale de coordonnées dans chacune des m colonnes de la matrice statistique en cours (variable réservée ΣDAT).

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
	\rightarrow	x _{m a x}
	\rightarrow	[x _{max1} x _{max2} x _{maxm}]

Commande MCALC : Désigne une variable comme valeur calculée (et non définie par l'utilisateur) pour le Solver d'équations multiples.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
'nom'	\rightarrow		
{ liste }	\rightarrow		
" ALL"	\rightarrow		

Commande MEAN : Renvoie la moyenne de chacune des m colonnes de coordonnées dans la matrice statistique en cours (variable réservée ΣDAT).

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
	\rightarrow	X _m oyenne
	\rightarrow	[x _{moyenne1} x _{moyenne2} x _{moyennem}]

Commande MEM: Renvoie le nombre d'octets de RAM disponible.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
	\rightarrow	x	

Commande MIN Σ : Calcule la valeur minimale de coordonnées dans chacune des m colonnes de la matrice statistique en cours (variable réservée ΣDAT).

Niveau 1	→	Niveau 1
	\rightarrow	x _{min}
	\rightarrow	$[x_{\min 1} x_{\min 2} \dots x_{\min m}]$

Commande MROOT : Utilise le Solver d'équations multiples pour résoudre une ou plusieurs variables en se servant de l'équation définie dans Mpar.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
'nom'	\rightarrow	x	
" ALL"	\rightarrow		

н

Commande MSGBOX : Crée une boîte de message définie par l'utilisateur.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
"message"	→		

Commande MUSER : Désigne une variable comme étant définie par l'utilisateur pour le Solver d'équations multiples.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	7
'nom'	\rightarrow		
{ liste }	\rightarrow		
" ALL"	\rightarrow		

Commande NEWOB: Crée une nouvelle copie de l'objet spécifié.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
obj	\rightarrow	obj	

Commande NOT : Renvoie le complément à un ou l'inverse logique de l'argument.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
#n ₁	\rightarrow	#n ₂	
V/F	\rightarrow	0/1	
" chaîne ₁ "	\rightarrow	" chaîne ₂ "	
'symb'	\rightarrow	'NO⊤ symb'	

Commande NUM : Renvoie le code de caractère n pour le premier caractère de la chaîne.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
" chaîne"	\rightarrow	n	

Commande NUMX : Dans un tracé en perspective 3D, définit le nombre de pas-x pour chaque pas-y.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
n _X	\rightarrow		

Commande NUMY: Définit le nombre de pas-y dans la vue volumique des tracés en perspective 3D.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
ny	→		

Commande $N\Sigma$: Renvoie le nombre de lignes dans la matrice statistique en cours (variable réservée ΣDAT).

Niveau 1	→	Niveau 1	
	→	n _{lig n es}	

Commande OBJ—: Sépare un objet en ses composants dans la pile. Pour certains types d'objets, le *nombre* de composants est renvoyé dans le niveau 1.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau n+1	Niveau 2	Niveau 1
(x,y)	\rightarrow		x	У
$\{ obj_1 \dots obj_n \}$	\rightarrow	obj ₁	obj _n	n
$[x_1 \ldots x_n]$	\rightarrow	x_1	x_{n}	{ n }
$[[x_{11} \ldots x_{mn}]]$	\rightarrow	<i>x</i> ₁₁	x _{m n}	{ m n }
"obj"	\rightarrow			objet-évalué
'symb'	\rightarrow	$arg_1 \dots arg_n$	n	'fonction'
x_unité	\rightarrow		X	1_{-} unité
:id:obj	\rightarrow		obj	"id"

Fonction OR: Renvoie le OU (OR) logique de deux arguments.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
#n ₁	#n ₂	\rightarrow	#n ₃	
" chaîne ₁ "	" chaîne ₂ "	\rightarrow	" chaîne ₃ "	
V/F ₁	V/F_2	\rightarrow	0/1	
V/F	'symb'	\rightarrow	'V/F OR symb'	
'symb'	V/F	\rightarrow	'symb OR V/F'	
'symb ₁ '	'symb ₂ '	\rightarrow	'symb ₁ OR symb ₂ '	

Commande ORDER : Réorganise les variables dans le répertoire actif (affiché dans le menu VAR) selon l'ordre spécifié.

Niveau 1		Niveau 1	
$\{\ \textit{global}_1\ \dots\ \textit{global}_n\ \}$	\rightarrow		

Commande PARITY : Définit la valeur de parité dans la variable réservée IOPAR.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
n _{parité}	\rightarrow		

Commande PATH: Renvoie une liste indiquant le chemin d'accès au répertoire actif.

Niveau 1 →	Niveau 1		
→	$\{ \ \textit{HOME nom-répertoire}_1 \ \dots \ \textit{nom-répertoire}_n \ \}$		

Commande PCOV : Renvoie la covariance de population des colonnes de données dépendantes et indépendantes dans la matrice statistique en cours (variable réservée ΣDAT).

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
	\rightarrow	^X covariancep

Commande PGDIR : Supprime le répertoire nommé (qu'il soit vide ou non).

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
'global'	\rightarrow		

Commande PMAX : Spécifie (x, y) comme coordonnées de l'angle supérieur droit de la zone d'affichage.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
(x, y)	\rightarrow		

Commande PMIN : Spécifie (x, y) comme coordonnées de l'angle inférieur gauche de la zone d'affichage.

Niveau 1	→	Niveau 1	
(x,y)	\rightarrow		

н

Commande PREDV : Renvoie la valeur prévue de la variable dépendante $y_{dépendante}$, en fonction de la valeur de variable indépendante $x_{indépendante}$, du modèle statistique sélectionné et des coefficients de régression en cours dans la variable réservée ΣPAR .

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
X indépendante	\rightarrow	Y_{dépendante}	

Commande PREDX : Renvoie la valeur prévue de la variable indépendante $x_{indépendante}$, en fonction de la valeur de variable dépendante $y_{dépendante}$, du modèle statistique sélectionné et des coefficients de régression en cours dans la variable réservée ΣPAR .

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
y dépendante	\rightarrow	X indépendante	

Commande PREDY: Renvoie la valeur prévue de la variable dépendante $y_{dépendante}$, en fonction de la valeur de variable indépendante $x_{indépendante}$, du modèle statistique sélectionné et des coefficients de régression en cours dans la variable réservée ΣPAR .

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
X _{indépendante}	\rightarrow	Y dépendante	

Commande PROMPT: Affiche le contenu de "message" dans la zone d'état et interrompt l'exécution du programme.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
"message"	\rightarrow		

Commande PSDEV: Calcule l'écart standard de population de chacune des m colonnes de valeurs de coordonnées dans la matrice statistique en cours (variable réservée ΣDAT).

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
	\rightarrow	x _{écartps}
	\rightarrow	[X _{écartps1} X _{écartps2} X _{écartpsm}]

Commande PVAR : Calcule la variance de population des valeurs de coordonnées dans chacune des m colonnes de la matrice statistique en cours (ΣDAT) .

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
	\rightarrow	X _{variancep}
	\rightarrow	[x _{variancep1} x _{variancepm}]

Commande PVIEW : Affiche PICT avec les coordonnées spécifiées dans l'angle supérieur gauche de l'affichage graphique.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
(x, y)	\rightarrow		
{ #n #m }	\rightarrow		
{}	\rightarrow		

Fonction QUOTE: Renvoie l'argument non évalué.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
'symb'	\rightarrow	'symb'	
obj	\rightarrow	obj	

Fonction RATIO: Forme de préfixe de / (division) générée par l'application EquationWriter.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
<i>z</i> ₁	z ₂	\rightarrow	z ₁ / z ₂
[tableau]	[[matrice]]	\rightarrow	[[$tableau \times matrice^{-1}$]]
[tableau]	Z	\rightarrow	[tableau/z]
z	'symb'	\rightarrow	'z/symb'
'symb'	z	\rightarrow	'symb/z'
'symb ₁ '	'symb ₂ '	\rightarrow	'symb ₁ / symb ₂ '
#n ₁	n ₂	\rightarrow	#n ₃
n_1	#n ₂	\rightarrow	#n ₃
#n ₁	#n ₂	\rightarrow	#n ₃
x_unité ₁	y_{-} unité $_{2}$	\rightarrow	$(x/y)_{-}$ unité ₁ /unité ₂
x	yunité	\rightarrow	$(x/y)_{-}1/unité$
x_unité	у	\rightarrow	(x/y)_unité
'symb'	x_{-} unité	\rightarrow	'symb/x_unité'
x_unité	'symb'	\rightarrow	'x_unité/symb'

Commande RCEQ: Renvoie le contenu non évalué de la variable réservée EQ à partir du répertoire actif.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
	\rightarrow	obj _{E Q}	

Commande RCLALARM: Rappelle une alarme spécifiée.

Niveau 1	→	Niveau 1
n _{index}	→	{ date heure $obj_{action} x_{répéter}$ }

Commande RCLMENU: Renvoie le numéro du menu en cours d'affichage.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
	\rightarrow	X _{m e n u}	

Commande RCL Σ : Renvoie la matrice statistique en cours (contenu de la variable réservée ΣDAT) à partir du répertoire actif.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
	→	obj	

Commande RECN : Prépare le HP 48 à recevoir un fichier d'un autre dispositif Kermit, et à stocker ce fichier dans une variable réservée.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
'nom'	\rightarrow		
"nom"	\rightarrow		

Commande REPL: Remplace une partie de l'objet cible du niveau 3 par l'objet de niveau 1, en commençant par une position spécifiée au niveau 2.

Niveau 3	Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
[[matrice]] ₁	n _{position}	[[matrice]] ₂	\rightarrow	[[matrice]] ₃
[[matrice]] ₁	$\{ n_{\text{ligne}} n_{\text{col}} \}$	[[matrice]] ₂	\rightarrow	[[matrice]] ₃
$[vecteur]_1$	n_{position}	$[vecteur]_2$	\rightarrow	[vecteur] ₃
{ liste _{cible} }	$n_{ m position}$	$\{ \textit{ liste}_1 \ \}$	\rightarrow	$\{$ liste _{résultat} $\}$
" <i>chaîne</i> cible"	$n_{ m position}$	"chaîne ₁ "	\rightarrow	" <i>chaîne_{résultat}"</i>
grob _{cible}	{ #n #m }	$grob_1$	\rightarrow	grob _{résultat}
grob_{cible}	(x,y)	$grob_1$	\rightarrow	grob _{résultat}
PICT	{ #n #m }	$grob_1$	\rightarrow	
PICT	(x,y)	$grob_1$	\rightarrow	

Commande RES: Spécifie la résolution des tracés statistiques et mathématiques, la résolution étant l'intervalle entre les valeurs des variables indépendantes utilisées pour générer le tracé.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
n _{intervalle}	\rightarrow		
#n _{intervalle}	\rightarrow		

Commande RKF: Calcule la solution d'un problème à valeur initiale pour une équation différentielle, en utilisant la méthode Runge-Kutta-Fehlberg (4.5).

Niveau 3	Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 2	Niveau 1
{ liste }	x _{tol}	X _{T final}	\rightarrow	{ liste }	x _{tol}
{ liste }	$\{ x_{tol} x_{hpas} \}$	X _{⊤ final}	\rightarrow	{ liste }	x_{tol}

Commande RKFERR: Renvoie l'évaluation d'erreur absolue pour un pas donné h lors de la résolution d'un problème à valeur initiale pour une équation différentielle, à l'aide de la méthode Runge-Kutta-Fehlberg.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 4	Niveau 3	Niveau 2	Niveau 1
{ liste }	h	\rightarrow	{ liste }	h	y delta	err

Commande RKFSTEP: Calcule le pas suivant $(h_{suivant})$ de la solution d'un problème à valeur initiale pour une équation différentielle.

Niveau 3	Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 3	Niveau 2	Niveau 1
{ liste }	x _{tol}	h	\rightarrow	{ liste }	x _{tol}	h _{suivant}

Commande ROOT : Renvoie un nombre réel x_{racine} correspondant à une valeur de la variable spécifiée global pour laquelle le programme ou l'objet algébrique indiqué s'évalue à une valeur proche de zéro ou une valeur extrême locale.

Niveau 3	Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
≪ programme ≫	'global'	éval.	\rightarrow	X _{racine}
≪ programme ≫	'global'	{ éval . }	\rightarrow	<i>X</i> racine
'symb'	'global'	éval.	\rightarrow	<i>X</i> racine
'symb'	'global'	{ éval . }	\rightarrow	x _{racine}

Commande RRK: Calcule la solution d'un problème à valeur initiale pour une équation différentielle avec des dérivées partielles connues.

Niveau 3	Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 2	Niveau 1
{ liste }	x _{tol}	X _{T final}	\rightarrow	{ liste }	x _{tol}
{ liste }	$\{ x_{tol} x_{hpas} \}$	X _{T final}	\rightarrow	{ liste }	x_{tol}

Commande RRKSTEP: Calcule le pas suivant dans la résolution $(h_{suivant})$ d'un problème à valeur initiale pour une équation différentielle, et affiche la méthode employée pour parvenir à ce résultat.

Niv 4	Niv 3	Niv 2	Niv 1	\rightarrow	Niv 4	Niv 3	Niv 2	Niv 1
{ list }	x _{tol}	h	dern	\rightarrow	{ list }	x _{tol}	h _{suiv}	courant

н

Н

Commande RSBERR: Renvoie une estimation d'erreur pour un pas donné h lors de la résolution d'un problème à valeurs initiales pour une équation différentielle à l'aide de la méthode Rosenbrock.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 4	Niveau 3	Niveau 2	Niveau 1
{ liste }	h	\rightarrow	{ liste }	h	y _{delta}	erreur

Commande SAME: Compare deux objets et renvoie la valeur 1 (Vrai) si les deux sont identiques, et 0 (Faux) dans le cas contraire.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
obj ₁	obj ₂	\rightarrow	0/1	

Commande SCALE: Ajuste les deux premiers paramètres de PPAR, (x_{min}, y_{min}) et (x_{max}, y_{max}) , de telle sorte que $x_{\acute{e}chelle}$ et $y_{\acute{e}chelle}$ soient les nouvelles échelles verticale et horizontale du tracé sans que le centre ne soit modifié.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
X _{échelle}	y_{échelle}	\rightarrow		

Commande SCONJ: Conjugue le contenu d'un objet nommé.

Niveau 1	→	Niveau 1	
'nom'	\rightarrow		

Commande SDEV : Calcule l'écart standard sur échantillon de chacune des m colonnes de valeurs de coordonnées dans la matrice statistique en cours (variable réservée ΣDAT).

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
	\rightarrow	^X écarts
	\rightarrow	[$x_{ t écarts1}$ $x_{ t écarts2}$ $x_{ t écartsm}$]

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
'nom'	\rightarrow	
$\{ nom_1 \dots nom_n \}$	\rightarrow	
$\{\{ nom_{anc} nom_{nouv} \} nom \dots \}$	\rightarrow	

Commande SIDENS: Calcule la densité intrinsèque du silicium en fonction de la température (fonction x_T).

Niveau 1	→	Niveau 1
x_{T}	\rightarrow	X _{densité}
x_{-} unité	\rightarrow	$x_{-}1/cm^{3}$
'symb'	\rightarrow	'SIDENS(symb)'

Commande SINV : Remplace le contenu de la variable nommée par sa valeur inverse.

Niveau 1	→	Niveau 1	
'nom'	→		

Commande SNEG : Remplace le contenu d'une variable par son équivalent négatif.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
'nom'	→		

Commande SOLVEQN : Lance le Solver d'équations multiples pour un ensemble spécifique d'équations.

Niveau 3	Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
n	m	0/1	\rightarrow		

Commande START: Lance les structures de boucle définies START ... NEXT et START ... STEP.

	Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
START	X _{débuter}	X _{finir}	\rightarrow	
NEXT			\rightarrow	
STEP		X _{incrémenter}	\rightarrow	
STEP		' <i>symb_{incrémenter}'</i>	\rightarrow	

Commande STOALARM: Stocke une alarme dans la liste des alarmes système et renvoie son numéro d'index.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
X _{heure}	\rightarrow	$n_{\sf index}$
{ date heure }	\rightarrow	n_{index}
{ date heure obj _{action} }	\rightarrow	$n_{\sf index}$
$\{$ date heure obj _{action} $x_{répéter}$ $\}$	\rightarrow	n _{index}

Commande STO+: Ajoute un nombre ou un autre objet au contenu d'une variable spécifiée.

Niveau 2	Niveau 1	→	Niveau 1	
obj	'nom'	\rightarrow		
'nom'	obj	\rightarrow		

Commande STO-: Calcule la différence entre un nombre (ou un autre objet) et le contenu d'une variable spécifiée, et stocke la nouvelle valeur dans la variable spécifiée.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
obj	'nom'	\rightarrow	
'nom'	obj	\rightarrow	

Commande STO*: Multiplie le contenu d'une variable spécifiée par un nombre ou un autre objet.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
obj	'nom'	\rightarrow		
'nom'	obj	\rightarrow		

Commande STO/: Calcule le quotient d'un nombre (ou d'un autre objet) par le contenu de la variable spécifiée, puis stocke le résultat dans la variable spécifiée.

Niveau 2	Niveau 1	→	Niveau 1	
obj	'nom'	\rightarrow		
'nom'	obj	\rightarrow		

Commande STO Σ : Stocke l'objet obj dans la variable réservée $\Sigma \, DAT$.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
obj	\rightarrow		

Commande →STR: Convertit un objet en chaîne.

ı	liveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
	obj	\rightarrow	" <i>obj</i> "	

Commande SYSEVAL: Evalue des objets non nommés du système d'exploitation spécifiés par leur adresse en mémoire.

Niveau 1	→	Niveau 1	
#n _{adresse}	\rightarrow		

Н

Commande → Tag: Combine des objets des niveaux 1 et 2 pour créer un objet identifié (libellé).

Niveau 2	Niveau 1	→	Niveau 1	
obj	"id"	→	:id:obj	
obj	'nom'	\rightarrow	:nom:obj	
obj	x	\rightarrow	:x:obj	

Fonction TDELTA: Calcule un changement de température.

Niveau 2	Niveau 1	→	Niveau 1
×	У	→	X _{delta}
x_unité1	$y_unit\'e2$	\rightarrow	x_unité1 _{delta}
x_unité	'symb'	\rightarrow	$'TDELTA(x_unité, symb)'$
'symb'	y_{\perp} unité	\rightarrow	'TDELTA(symb,y_unité)'
'symb ₁ '	'symb ₂ '	→	'TDELTA(symb ₁ ,symb ₂)'

Commande TIME : Renvoie l'heure système sous la forme HH.MMSSs.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
	→	heure	

Commande TINC: Calcule un incrément de température.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
x _{initial}	y_{delta}	→	X _{final}
x_unité1	y_unité2 _{delta}	\rightarrow	x_unité1 _{final}
$x_{-}unité$	'symb'	\rightarrow	$'TINC(x_unité,symb)'$
'symb'	y_unité _{delta}	\rightarrow	'TINC(symb,y_unité _{delta})'
'symb ₁ '	'symb ₂ '	\rightarrow	'TINC(symb ₁ ,symb ₂ ')'

Commande TOT : Calcule la somme de chacune des m colonnes de valeurs de coordonnées dans la matrice statistique en cours (variable réservée ΣDAT).

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
	\rightarrow	X _{som m e}
	\rightarrow	[X _{somme1} X _{somme2} X _{sommem}]

Commande TRANSIO : Spécifie l'option de conversion des caractères. Ces conversions n'affectent que les transferts ASCII Kermit et les fichiers imprimés via le port série.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
n _{option}	\rightarrow		

Commande TVARS : Donne la liste de toutes les variables globales du répertoire actif, qui contiennent des objets du type spécifié.

Niveau 1	→	Niveau 1	
n_{type}	\rightarrow	{ global }	
$\{ n_{type} \dots \}$	\rightarrow	{ global }	

Commande TVMROOT : Calcule la solution pour la variable TVM spécifiée en utilisant les valeurs provenant des variables TVM restantes.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
'variable TVM'	\rightarrow	X _{variable} ⊤∨M	

Commande TYPE: Renvoie, sous la forme d'un numéro, le type d'un objet.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
obj	\rightarrow	n _{type}	

Numéros des types d'objets

Type d'objet	Numéro	Type d'objet	Numéro
Objets utilisateur: Nombre réel Nombre complexe Chaîne de caractères Tableau réel Tableau complexe Liste Nom global	0 1 2 3 4 5	Type d'objet Bibliothèque Objet-sauvegarde Commandes intégrées: Fonction intégrée Commande intégrée Objets système: Objet binaire système	16 17 18 19
Nom local Programme Objet algébrique Entier binaire Objet graphique Objet identifié Objet-unité Nom XLIB Répertoire	7 8 9 10 11 12 13 14	Objet réel étendu Objet complexe étendu Tableau lié Caractère Objet de code Données de bibliothèque Objet externe	21 22 23 24 25 26 26-31

Commande VAR: Calcule l'écart sur échantillon des valeurs de coordonnées dans chacune des m colonnes de la matrice statistique en cours (ΣDAT) .

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
	\rightarrow	x _{écart}	
	\rightarrow	[x _{écart1} x _{écartm}]	

Commande VARS: Renvoie une liste de tous les noms de variables dans le menu VAR (répertoire actif).

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
	\rightarrow	$\{\ \textit{global}_1\ \dots\ \textit{global}_n\ \}$

Commande VTYPE : Renvoie le numéro de type de l'objet contenu dans la variable nommée.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
'nom'	\rightarrow	n _{type}	
:n _{port} : nom _{sauvegarde}	\rightarrow	n_{type}	
: n _{port} : n _{bibliothèque}	\rightarrow	$n_{\sf type}$	

Commande *W : Multiplie l'échelle horizontale d'un tracé par $x_{facteur}$.

Niveau 1	→	Niveau 1	
X _{facteur}	\rightarrow		

Commande WAIT : Suspend l'exécution d'un programme pour une durée spécifiée ou jusqu'à ce qu'une touche soit activée.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
x	\rightarrow		
0	\rightarrow	<i>X</i> touche	
-1	\rightarrow	<i>X</i> touche	

Commande WHILE: Lance la structure de boucle indéfinie WHILE ... REPEAT ... END.

	Niveau 1	→	Niveau 1
WHILE		\rightarrow	
REPEAT	V/F	\rightarrow	
END		\rightarrow	

Commande WSLOG: Renvoie quatre chaînes enregistrant la date, l'heure et la cause des quatre derniers événements de démarrage à chaud.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 4 Niveau 1
	\rightarrow	"log ₄ " "log ₁ "

Commande ΣX : Calcule la somme des valeurs figurant dans la colonne de variables indépendantes de la matrice statistique en cours ΣDAT).

Niveau 1	→	Niveau 1	
	\rightarrow	X _{somme}	

Commande ΣX^2 : Calcule la somme des carrés des valeurs figurant dans la colonne de variables indépendantes de la matrice statistique en cours (variable réservée ΣDAT).

Niveau 1	→	Niveau 1	
	\rightarrow	X _{som me}	

Commande XCOL: Spécifie la colonne de variables indépendantes de la matrice statistique en cours (variable réservée ΣDAT).

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
n _{col}	\rightarrow		

Commande XRECV : Prépare le HP 48 à recevoir un objet via XModem. L'objet reçu est stocké dans la variable dont le nom est spécifié.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
'nom'	\rightarrow		

Commande XRNG: Spécifie la plage d'affichage de l'axe x.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
x _{min}	x _{m a x}	\rightarrow	

Commande XSEND : Envoie une copie de l'objet nommé via XModem.

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
'nom'	\rightarrow		

Commande XVOL : Définit la largeur de la vue volumique dans la variable réservée *VPAR*.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
x _{left}	X _{right}	\rightarrow		

н

Commande XXRNG : Spécifie la plage x d'un plan de saisie (domaine) pour les tracés GRIDMAP et PARSURFACE.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
x _{min}	x _{m a x}	\rightarrow		

Commande $\Sigma X * Y$: Calcule la somme des produits de chacune des valeurs correspondantes dans les colonnes de variables dépendantes et indépendantes de la matrice statistique en cours (variable réservée ΣDAT).

Niveau	1 →	Niveau 1	
	\rightarrow	X _{SOm me}	

Commande ΣY : Calcule la somme des valeurs figurant dans la colonne de variables dépendantes de la matrice statistique en cours (variable réservée ΣDAT).

Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
	\rightarrow	X _{SOmme}	

Commande Σ Y^2: Calcule la somme des carrés des valeurs figurant dans la colonne de variables dépendantes de la matrice statistique en cours (variable réservée ΣDAT).

Niveau 1	→	Niveau 1	
	\rightarrow	X _{som me}	

Commande YCOL : Spécifie la colonne de variables dépendantes de la matrice statistique en cours (variable réservée ΣDAT).

Niveau 1	→	Niveau 1	
n _{col}	\rightarrow		

Commande YRNG: Spécifie la plage d'affichage de l'axe y.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
y _{min}	<i>y</i> m a x	\rightarrow		

Commande YVOL : Définit la profondeur de la vue volumique dans la variable réservée VPAR.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
y n ear	y _{far}	\rightarrow		

Commande YYRNG: Spécifie la plage y d'un plan de saisie (domaine) pour les tracés GRIDMAP et PARSURFACE.

Niveau 2	Niveau 1	→	Niveau 1	
Уnear	У _{far}	\rightarrow		

Fonction ZFACTOR: Calcule le facteur de correction de compressibilité des gaz pour le comportement non idéal d'un hydrocarbure.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
x _{⊤r}	У _{Р r}	\rightarrow	X _{Z facteur}
x _{Tr}	'symb'	\rightarrow	'ZFACTOR(x _{Tr} ,symb)'
'symb'	У _{Р r}	\rightarrow	'ZFACTOR(<i>symb</i> ,y _{Pr})'
'symb ₁ '	'symb ₂ '	\rightarrow	$'ZFACTOR(symb_1, symb_2)'$

Commande ZVOL : Définit la hauteur de la vue volumique dans la variable réservée VPAR.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
x _{low}	x _{bas}	\rightarrow		

Fonction < : Vérifie si un objet donné est inférieur à un autre.

Niveau 2	Niveau 1	→	Niveau 1	
x	у	\rightarrow	0/1	
#n ₁	#n ₂	\rightarrow	0/1	
" chaîne ₁ "	" chaîne ₂ "	\rightarrow	0/1	
x	'symb'	\rightarrow	'x <symb'< td=""><td></td></symb'<>	
'symb'	x	\rightarrow	'symb <x'< td=""><td></td></x'<>	
'symb ₁ '	'symb ₂ '	\rightarrow	'symb ₁ < symb ₂ '	
x_unité ₁	y_unit ₂	\rightarrow	0/1	
x_unité	'symb'	\rightarrow	'x_unité <symb'< td=""><td></td></symb'<>	
'symb'	x_unité	\rightarrow	'symb <x_unité'< td=""><td></td></x_unité'<>	

Fonction \leq : Vérifie si un objet donné est inférieur ou égal à un autre.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
x	у	\rightarrow	0/1
$\#n_1$	#n ₂	\rightarrow	0/1
' chaîne ₁ ''	" chaîne ₂ "	\rightarrow	0/1
x	'symb'	\rightarrow	$'x \leq symb'$
'symb'	x	\rightarrow	$'symb \leq x'$
'symb ₁ '	'symb ₂ '	\rightarrow	$'symb_1 \leq symb_2'$
$x_unité_1$	$yunit \epsilon_2$	\rightarrow	0/1
x_unité	'symb'	\rightarrow	$'x_unite \leq symb'$
'symb'	x_unité	\rightarrow	$'symb \le x_unite'$

Fonction > : Vérifie si un objet donné est supérieur à un autre.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
x	у	\rightarrow	0/1	
#n ₁	#n ₂	\rightarrow	0/1	
" chaîne ₁ "	" chaîne ₂ "	\rightarrow	0/1	
x	'symb'	\rightarrow	'x>symb'	
'symb'	X	\rightarrow	'symb>x'	
'symb ₁ '	'symb ₂ '	\rightarrow	$'symb_1>symb_2'$	
x_unité ₁	$yunitcute{e}_2$	\rightarrow	0/1	
x_unité	'symb'	\rightarrow	'x_unité>symb'	
'symb'	x_{-} unité	\rightarrow	'symb>x_unité'	

Fonction \geq : Vérifie si un objet donné est supérieur ou égal à un autre.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
х	У	\rightarrow	0/1	
#n ₁	#n ₂	\rightarrow	0/1	
" chaîne ₁ "	" chaîne ₂ "	\rightarrow	0/1	
x	'symb'	\rightarrow	$'x \geq symb'$	
'symb'	x	\rightarrow	$'symb \geq x'$	
'symb ₁ '	'symb ₂ '	\rightarrow	$'symb_1 \geq symb_2'$	
x_unité ₁	y_ unité ₂	\rightarrow	0/1	
x_unité	'symb'	\rightarrow	$'x_{-}unité \geq symb'$	
'symb'	x_{-} unité	\rightarrow	$'symb \ge x_unite'$	

Fonction ==: Vérifie si deux objets sont égaux.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
obj_1	obj ₂	\rightarrow	0/1	
(x,0)	X	\rightarrow	0/1	
x	(x,0)	\rightarrow	0/1	
z	'symb'	\rightarrow	z==symb	
'symb'	z	\rightarrow	'symb == z'	
'symb ₁ '	'symb ₂ '	\rightarrow	$'symb_1 == symb_2'$	

Fonction ≠: Teste si deux objets ne sont pas égaux.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
obj ₁	obj ₂	\rightarrow	0/1	
(x,0)	x	\rightarrow	0/1	
x	(x,0)	\rightarrow	0/1	
z	'symb'	\rightarrow	$z \neq symb'$	
'symb'	z	\rightarrow	$'symb \neq z'$	
'symb ₁ '	'symb ₂ '	\rightarrow	$'symb_1 \neq symb_2'$	

Fonction \int : Intègre une fonction de la limite inférieure à la limite supérieure par rapport à une variable spécifiée d'intégration.

Niveau 4	Niveau 3	Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1
limite inf.	limite sup.	fonction	'nom'	\rightarrow	' <i>symb_{intégrale}'</i>

Fonction ∂ : Prend la dérivée d'une expression, d'un nombre ou d'un objet-unité par rapport à une variable spécifiée de différenciation.

Niveau 2	Niveau 1	\rightarrow	Niveau 1	
'symb ₁ '	'nom'	\rightarrow	'symb ₂ '	
z	'nom'	\rightarrow	0	
x_unité	'nom'	\rightarrow	0	

Fonction Σ : Calcule la valeur d'une série finie.

Niv. 4	Niv. 3	Niv. 2	Niv. 1	\rightarrow	Niv. 1
'indx'	X _{init}	X _{final}	smnd	→	X _{som m e}
'indx'	'init'	X _{final}	smnd	\rightarrow	$\Sigma(indx=init,x_{final},smnd)'$
'indx'	x _{init}	'final'	smnd	\rightarrow	$\Sigma(indx=x_{init}, final, smnd)'$
'indx'	'init'	'final'	smnd	\rightarrow	$\Sigma(indx=init,final,smnd)'$

Commande Σ +: Ajoute un ou plusieurs points de données dans la matrice statistique en cours (variable réservée ΣDAT).

Niv. m Niv. 2	Niv. 1	\rightarrow	Niv. 1
	X	\rightarrow	
	$[x_1 \ x_2 \ x_m]$	\rightarrow	
	$[[x_{11}x_{1m}][x_{n1}x_{nm}]]$	\rightarrow	
$x_1 \dots x_{m-1}$	x_{m}	\rightarrow	

Commande Σ —: Renvoie un vecteur de m nombres réels (ou un nombre x si m=1) correspondant aux valeurs de coordonnées du dernier point entré par Σ + dans la matrice statistique en cours (variable réservée ΣDAT).

→	Niveau 1
→	x
→	$[x_1 x_2 \dots x_m]$

Index

tracé, 22-16 variable réservée, 5-6
Abandon d'un programme, 29-9 Accusé de réception des alarmes, 26-5 Affichage chemin en cours, 1-1 format des nombres, 4-2 horloge, 26-1 ligne de commande, 1-4 messages, 1-1
niveaux de la pile, 1-3 organisation, 1-1 témoins, 1-1, 1-2 zone d'état, 1-1 Affichage de la pile
conversion en objet graphique, 9-11 rappel, 1-9 visualisation d'un objet graphique, 9-11 Aide à la frappe, 30-2
Alarme accusé de réception, 26-4 arrêt de répétition, 26-5 commande, 26-3 contrôle de l'avertisseur sonore, 26-6 échue, 26-4, 26-5 numéro d'index, 26-5

pas de réponse nécessaire,	STAT, 1-7
26-4	SYMBOLIC, 1-7
rendez-vous, 26-3	TIME, 1-7
répétition, 26-6	UNITS, 10-1
réponse, 26-4, 26-5	Application Finance Solver,
réponse à, 26-4	18-14
sans accusé de réception,	amortissement, 18-21
26-4	modes d'échéance, 18-15
sauvegarde, 26-6	Application PLOT
témoin, 26-4	option d'équation
types, $26-3$	différentielle, 19-7
Alarme répétitive, 26-5	Application SOLVE, 18-1
Algébrique	actions des menus, 25-4
mode de saisie, 2-9, 2-10	affichage de l'extracteur de
ALRMDAT	racines, 18-5
variable réservée, 5-6	arrêt et redémarrage de
Amortissement (TVM)	l'extracteur de racines,
calculs, 18-14, 18-21	18-6
mode d'affichage, 18-21	bibliothèque d'équations,
modes d'échéance, 18-15,	25-3
18-21	comparée avec le Solver
Analyse de fonction, 22-9	d'équations multiples,
Angle	25-3
conversion, 12-7	environnement SOLVR, 18-7
format HMS, 12-7	équation à valeur constante,
unités sans dimension, 10-7,	18-5
10-8	estimation erronée, 18-5
Animation	interprétation des estimations
objets graphiques, 9-12	intermédiaires, 18-6
tracé Y-Slice, 23-24, 23-35	interprétation des résultats,
Application, 1-6	18-3
CHARS, 1-6, 2-4	interprétration des résultats,
EQ LIB, 1-7	18-5
I/O, 1-7	messages, $18-3$
LIBRARY, 1-7	modification de l'ordre des
MEMORY, 1-7	variables, 18-6
menu de commandes, 1-7	signes opposés, 18-4
MODES, 1-7	solutions avec unités, 18-6
PLOT, 1-7	utilisation d'unités, 18-6
SOLVE, 1-7	Arc
STACK, 1-7	tracé, 9-9

Argument, 3-1	choix d'un Solver, 25-3
dans la pile, 3-1	définition des options d'unités
incorrect, A-3	25-1, 25-6
$nombre\ insuffisant,\ A-3$	images dans la bibliothèque
rappel, 3-5	d'équations, 25-6
séparation, 3-2	informations sur les équations,
syntaxe de la pile, 3-1	25-4
Arithmétique	interprétation des résultats,
avec unités, 10-7, 10-11	25-11
avec unités de températures,	jeu du Démineur, 25-18
10-11	lancement des Solvers, 25-2
fonctions, 12-1	noms de variables, 25-5
heures, 16-3	options d'unités, 25-5, 25-6
sur des tableaux, $14-11$, $14-12$	référence, F-1
Armement	résolution de problèmes, 25-1
indicateur, 4-9	résolution pour des variables,
Arrondi, 12-10	25-4
Auto-test, A-11	résultats inattendus, 25-11
Avertissement de décharge de	saisie de valeurs de variables,
la pile, A-5	25-4
Avertisseur	Solver d'équations multiples,
commande, 4-11	25-3
Avertisseur sonore	$\mathrm{sujets},\ 25\text{-}4,\ \mathrm{F-}1$
alarmes, $26-6$	suppression de variables,
n	25-6, A-4
В	titres, 25-4, F-1
b (marqueur de base binaire),	unités-utilisateur, 25-18
15-1	utilisation du Solver
Base	d'équations multiples,
définition, 15-1	25-7
impact sur l'affichage, 15-1	Boucle "DO", 29-14
options, 15-1	Boucle "FOR", 29-13, 29-14
saisie, 15-2	Boucle "START", 29-12, 29-13
Bibliothèque de constantes,	Boucle "WHILE", 29-15
25-14	Branchement "case", 29-11
Bibliothèque d'équations, 25-1	Branchement "if", 29-10, 29-11
affichage des équations, 25-5	Branchement "IF", 29-15, 29-16
application SOLVE, 25-3	C
catalogue, 25-1	
catalogue d'unités, 25-5	Câble série, 27-7
catalogues de variables, 25-5	Calculateur

conditions d'environnement,	retrait, 28-16
A-4	Carte enfichable
garantie, A-17	application, 5-1
interruption, 5-17	conditions d'environnement,
limites de température, A-4	A-4
limites d'humidité, A-4	extension de la RAM, 5-1
mise sous tension impossible,	extension de la ROM, 5-1
A-10	installation, 28-10, 28-13
questions courantes, A-1	limites de température, A-4
résolution des problèmes, A-1	limites d'humidité, A-4
service de réparation, A-17	non approuvée, 28-10
tests, A-10, A-11, A-12, A-13,	nouvelle carte RAM, 28-10
A-15, A-16	retrait, 28-16
type de pile, A-5	Carte RAM
Calcul des intérêts composés	extension de la mémoire-
(TVM), 18-14	utilisateur, 28-17
Calculs en chaîne, 3-3	extension de la mémoire
Calculs TVM, 18-17	utilisateur, 5-1
modes d'échéance, 18-15	formatage, 28-15
Calcul TVM, 18-14	installation, 28-10, 28-13
Caractère	languette de protection en
traductions avec barre oblique	écriture, 28-13, 28-18
inverse, 27-17	libération, 28-18
Caractères	libération avant retrait, 28-16
disposition du clavier alpha,	mémoire fusionnée, 28-17
2-3	mémoire indépendante, 28-17
majuscules et minuscules,	objets-sauvegarde, 28-3
2-4	placement d'objets, 28-18
numéro, 2-5	protection de la mémoire
saisie, 2-2	(pile), 28-16
séquence de touches, 2-5	remplacement de la pile, A-8
taille dans les objets	restauration de la mémoire,
graphiques, 9-10	28-7
Caractères spéciaux	retrait, 28-16
$\mathbf{affichage},\ 2\text{-}4$	sauvegarde de la mémoire,
saisie, 2-4	28-6
Carte d'application	tests, A-13
bibliothèques résidant en	type de mémoire, 28-5, 28-17
ROM, 28-7	type de pile, A-5
extension de la ROM, 5-1	types de mémoire, 28-17
installation, 28-10, 28-13	Catalogue

bibliothèque d'équations, 25-1	environnement PICTURE,
_ · _	22-5
Catalogue de variables	EquationWriter, 7-2
bibliothèque d'équations,	espace arrière, 2-1
25-5	fonctions mathématiques,
Catalogue d'unités	12-1
bibliothèque d'équations,	fonctions multiples, 1-4
25-5	frappe en file d'attente, 1-3
Cercle	organisation, 1-4
${ m traçage},\ 23\text{-}11$	pile interactive, 3-10
tracé, 9-9	principal, 1-4
Chaîne	saisie de caractères, 2-2
comportement dans les	saisie de caractères spéciaux,
programmes, $29-2$	2-4
création à partir d'objets	saisie de délimiteurs, 2-5
algébriques, 7-15	saisie des nombres, 2-1
dans les menus personnalisés,	saisie d'objets, 2-5
30-2	schéma de disposition alpha,
envoi à port série, 27-19	2-3
Champ (masque de saisie), 6-1	shifté-droit, 1-5
coche, 6-2, 6-4	shifté-gauche, 1-4, 1-5
déterminer les types d'objets	test de fonctionnement, A-12
admis, 6-6	touches de menu, 1-10
données, 6-2, 6-3, 6-5	touches shift, 1-4, 1-6
données étendues, 6-2, 6-3	touches utilisateur, 30-5
liste, 6-2, 6-4	verrouillé, A-10
réinitialisation, 6-6	Clavier alpha
sélection, 6-2, 6-3	activation du verrouillage
type, 6-2	automatique, 4-9
Chemin, 5-4	fonctionnement, 1-4, 2-2
Chiffre significatif, 4-2	verrouillage, 2-4
arrondi, 12-10	verrouillage des minuscules,
Clavier	2-4
alpha, 1-5, 2-2	Code de caractère
annulation des touches	traductions avec barre oblique
utilisateur, 30-7	inverse, 27-17
bloqué, 30-8	Code d'emplacement des touches,
définition des touches	30-5
utilisateur, 30-5	Cohérence des dimensions,
désactivation des touches	25-12
utilisateur, 30-7, 30-8	Combinaison, 12-4
aminaucui, 00-1, 00-0	Combination, 12-4

Commande	affichage de la pile en objet
application aux listes, 17-2,	graphique, 9-11
17-3	complexes en réels, 12-14
comportement dans les	date en chaîne, 16-4
programmes, 29-2	date en nombre, $16-1$, $16-2$
conversion de fraction, 16-5	décimal en HMS, 12-7, 16-3
dans les menus personnalisés,	degrés en radians, 12-7
30-2	entiers binaires en entiers
mathématiques courantes,	$r\'{e}els, 15-3$
12-1	heure en nombre, 16-1, 16-3
opération, 11-1	HMS en décimal, 12-7, 16-3
syntaxe de la pile, 3-1	nombre en fraction, 16-5
type d'objet, 11-2	nombres complexes en nombres
Commande de test	réels, 12-14
dans des structures	nombres réels en entiers
conditionnelles, 29-10	binaires, $15-3$
dans des structures en boucle,	objet en objet graphique,
$29 \text{-} 14, \ 29 \text{-} 15$	9-10
Commande SOLVEQN, F-1	objets algébriques en chaînes,
Commentaire dans la ligne de	7-15
commande, 2-8	objets algébriques en objets
Complément à deux, 15-2, 15-3	graphiques, 7-14
Compteur	pixels en unités-utilisateur,
incrément négatif, 29-13,	9-10
29-14	radians en degrés, 12-7
structure en boucle, 29-12,	réels en complexes, 12-14
$29 \text{-} 13, \ 29 \text{-} 14$	tableau complexe en tableau
Conjugué complexe, 12-14	$r\'{e}el, 14-15$
Constante	tableau réel en tableau
dans une équation, $25-14$	${\bf complexe},\ 14\text{-}15$
intégrée, 11-4	unités, 10-6, 10-7
liste de constantes, 25-14	unités d'angle, 10-7
numérique, 11-4	unités de température, 10-10
symbolique, 11-4, 11-5	unités-utilisateur en pixels,
Constante symbolique	9-10
évaluation, 11-5	Coordonnées
indicateur, 11-5	pixels, 9-8
Continuer l'exécution d'un	$\operatorname{trac\acute{e}},\ 98,\ 910$
programme, $29-9$	unités-utilisateur, 9-8
Conversion	Correction

annulation des modifications, 2-12	conversion en radians, 12-7 Délimiteur
objet de la pile, 2-11	empêcher l'évaluation des
variable, 2-11	noms de variables, 5-15
CST	liste, 2-6
variable réservée, 5-6, 30-1	# pour entier binaire, 15-1
Curseur	pour les programmes,
affichage des coordonnées,	29-1
22-4	_ pour les objets-unités, 10-2
déplacement, 1-8	[] pour les vecteurs, 13-3
insertion, 2-14	[] pour matrice, 2-7, 8-1
ligne de commande, 2-14	() pour nombres complexes,
mode de coordonnées, 22-4	12-12
remplacement, 2-14	' pour objet algébrique, 2-6
- ,	[] pour tableau, 2-7, 8-1
D	[] pour vecteur, 2-7, 8-1
d (marqueur de base décimale),	saisie, 2-5
15-1	Dérivée
Date	calcul numérique, 20-10
affichage, 4-11	calcul symbolique, 20-10,
conversion en chaîne, 16-4	20-11
conversion en nombre, 16-1,	environnement PICTURE,
16-2	$22\text{-}11,\ 22\text{-}12$
définition de la date en cours,	EquationWriter, 7-5
16-2	variable "der", 5-6, 20-11
formats, 16-1	Dérivée-utilisateur, 20-11
options de format, 26-1	Dernier argument
Débogage de programmes, 29-8,	${f rappel},\ 3\text{-}5$
29-9	sauvegarde, 4-11
Décalage (entiers binaires), 15-5	Dernière ligne de commande
Décimale	${\bf sauvegarde},\ 4\text{-}11$
nombre de chiffres à afficher,	Dernière pile
4-3	restauration, 3-6
Défilement dans EquationWriter,	sauvegarde, 4-11
7-10, 7-14	Désarmement
Définition	indicateur, 4-9
fonction-utilisateur à partir	Description de menu
d'une équation, 11-7	catalogue UNITS, 10-1, 10-2,
variable à partir d'une	10-6
équation, 11-4	commandes UNITS, 10-1
Degrés	CST, 30-1

EDIT, 2-14	E
I/O, 27-19	E (dans des nombres), 2-2, A-2
MATRIX, 8-9	Effacement
MTH BASE, 15-1, 15-4, 15-5	mémoire, 5-18
MTH HYP, 12-3	pile, 3-5
MTH PARTS, 12-9	Ellipse
MTH PROB, 12-4	traçage, 23-11
MTH REAL, 12-7, 12-9	Entier binaire
MTH VECTR, 13-2, 13-5	affichage, 15-1
PICTURE FCN, 22-11	bases, 15-1
pile interactive, 3-8	bits affichés, 15-2
PRG STK, 3-12	bits éliminés, 15-2
RULES, $20-23$	calculs, 15-2
VAR, 5-12	conversion en nombre réel,
Différentiation	15-3
expression algébrique, 20-10	coordonnées en pixels, 9-8
implicite, 20-12	décalage, 15-5
Distribution de Khi carré, 12-5	délimiteurs, 15-1
Distribution F de Snedecor,	opérations logiques, 15-4,
12-5	15-5
Distribution normale, 12-5	permutation, 15-5
Distribution t de Student, 12-5	représentation interne, 15-1,
Domaine de traçage	15-2
plage d'affichage, 24-3	saisie, 15-2
tracé PARAMETRIC, 23-8	Environnement
tracé POLAR, 23-5, 23-6	correction, 2-11
tracé TRUTH, 23-15	de sélection, 7-11, 20-21
Données statistiques	EquationWriter, 7-2
modification, 21-5	le plus adéquat, 2-13, 3-8
probabilités, 12-4	MatrixWriter, 8-2
probabilités à droite, 12-4	pile interactive, 3-6
saisie, 21-1, 21-2	quitter, 1-9
sur un échantillon, 21-7	Environnement de sélection
sur une population, 21-7	mode d'EquationWriter, 7-14
tests, 12-4	modification de sous-
tracé, 21-8, 21-12	expressions, $7-11$, $7-13$
type de tracé, 23-18	transformations Rules, 20-21
ΣDAT , 21-1	Environnement graphique
Duplication des objets de la	ajout d'éléments, 9-3
pile, 3-4	opérations au niveau du pixel
	9-9

Environnement PICTURE	création de fonction-
analyse de fonction, 22-9	utilisateur, 11-7
clavier, 22-5	création de variables, 5-13,
dérivée, 22-11	11-4
intégrale, 22-11	différence par rapport à une
résolution de l'équation en	expression, 18-1
cours, 22-11	en cours, 5-6
zoom, 22-7	modification dans la ligne de
Environnement SOLVR	commande, 7-10
comparaison avec l'application	pente, 22-12
SOLVE, 18-7	point critique, 22-12
création de menus	ré-arrangement, 20-18, 20-31
personnalisés, 18-9	résolution, 18-2
options non disponibles dans	résolution de systèmes
l'application SOLVE,	linéaires, 14-12, 14-16,
18-8	14-17, 14-19, 14-20
résolution d'une série	résolution graphique, 22-11
d'équations, 18-8	résolution numérique, 22-11
utilisation, 18-7	résolution pour une variable
EQ	inconnue, 18-1
créée par la bibliothèque	résolution symbolique, 20-15,
d'équations, 25-2, 25-7	20-16
tracé FUNCTION, 23-1, 23-3	saisie sous EquationWriter,
tracé GRIDMAP, 23-36	7-3
Tracé PARAMETRIC, 23-7,	solution générale, 20-17
23-9	solution principale, 20-17
tracé POLAR, 23-5	${ m trac\'e},\ 22\text{-}1$
tracé PR-SURFACE, 23-38	Equation (bibliothèque
Tracé SLOPEFIELD, 23-27	${ m d}$ 'équations)
Tracé TRUTH, 23-14	${\bf affichage,\ 255}$
variable réservée, 5-6	création, 25-9
Equation, 11-4, 18-1, 22-1	format d'affichage, 25-5
approximation polynômiale,	format de calcul, 25-5
20-13, 20-16	image, $25-6$
argument d'une fonction,	inutilisée, 25-12, 25-13
11-4	limites des fonctions, 25-10
calcul de la pente, 22-11	mieux construites, 25-10
comparaison avec une	racines multiples, 25-12
expression, 11-4, 22-1	résolution, 25-1
création, 2-6	solutions inattendues, 25-12
	trop d'inconnues, 25-10, 25-12

variables dans les équations,	lancement, 7-3
25-10	mode de défilement, 7-2,
Equation différentielle	7-10, 7-14
forme vectorielle, 19-5, 19-12	mode de saisie, 7-2
problèmes à valeur initiale,	mode de sélection, 7-2
19-2	modes, 7-2
raide, 19-4	modification dans la ligne de
réduction de l'ordre, 19-5,	commande, 7-10, 7-11
19-12	modification d'équations,
résolution, 19-1	7-10
second ordre, 19-5	modification de sous-
tracé d'équation de second	expressions, $7-11$
ordre, 19-12	modification par recul du
tracé de solutions, 19-7	curseur, 7-10
tracé de solution vectorielle,	opérations, 7-14
19-12	parenthèses implicites, 7-7
tracé STIFF, 19-10	remplacement de sous-
Equation différentielle à valeur	expressions, $7-13$
initiale	saisie de dérivées, 7-5
raide, 19-4	saisie de fractions, 7-4
résolution, 19-2	saisie de la fonction Recherche
Equation en cours	7-6
résolution, 22-11	saisie de nombres, 7-3
Equation linéaire, 14-12, 14-17,	saisie de noms, 7-3
14-19, 14-20	saisie de parenthèses, 7-5
calcul de la "meilleure"	saisie de puissances, 7-5
solution, 14-16	saisie d'équations, 7-3
matrice, 18-12	saisie de racines, 7-5
résolution de systèmes, 14-16	saisie de sommations, 7-6
résolution d'un système, 18-12	saisie de variables, 7-3
systèmes à résoudre, 18-12	saisie d'exposants, 7-4
Equation quadratique	saisie d'intégrales, 7-5
résolution, 20-16	saisie d'opérateurs
EquationWriter, 7-2	mathématiques, 7-4
création d'objets-unités, 7-6,	saisie d'unités, 7-6
10-4	sortie, 7-3
environnement de sélection,	sous-expression, 7-11
7-11, 7-13, 7-14, 20-21	transformations Rules, 20-21
exemples, 7-8	Erreur
insertion d'objets de la pile,	${\it cause, 29-15}$
7-12	

commande de l'avertisseur, 4-11	application SOLVE, 18-1, 18-3, 18-5
durant la résolution	pour contribuer à trouver la
d'équations, 25-11	solution, 25-12, 25-13
E-S série, 27-19, 27-20	Etablissement de liaison
interception, 29-15, 29-16	XON/XOFF, 27-18
messages répertoriés, B-1	Evaluation
numéros, B-1	clause de test, 29-10, 29-11,
structures conditionnelles,	29-12, 29-15
29-15, 29-16	constantes symboliques, 11-5
E-S	de variables locales, 29-18
attribution de noms aux	empêcher l'évaluation des
fichiers, 27-11	noms de variables, 5-15
câblage série, 27-7	expression algébrique, 11-3
commandes Kermit, 27-14	nom de variable, 5-14
commandes non Kermit,	objets-sauvegarde, 28-4
27-16	Exactement déterminé
commandes série, 27-16	(système), 14-16
erreurs, 27-19, 27-20	Exécution pas à pas d'un
HP 48 à HP 48, 27-1	programme, 29-9
HP 48 à ordinateur, 27-7,	Exposant
27-12	EquationWriter, 7-4
HP 48-PC, 27-9	format d'affichage, 4-3
paramètres de l'imprimante	fractionnaire, A-2
$s\'{e}rie, 27-3$	Expression, 11-4, 18-1, 22-1
protection de variables, 27-12	comparaison avec une
protocole Kermit, 27-9	eq uation, 11-4, 22-1
protocole XON/XOFF, 27-3	différence par rapport à une
raccordement à ordinateur,	équation, 18-1
27-7	différentiation, 20-10
régulation XON/XOFF, 27-18	intégration numérique, 20-1
restauration de la mémoire,	intégration symbolique, 20-8
27-13	ré-arrangement, 20 - 18 , 20 - 31
sauvegarde de la mémoire,	résolution, 18-2
27-12	résolution symbolique, 20-15
tampon de réception, 27-19,	${ m trac\'e},\ 22\text{-}1$
27-20	Expression algébrique
tests des ports, A-15, A-16	affichage de variable cachées
Espace arrière	20-17
ligne de commande, 2-9	comportement dans les
Estimation	programmes, $29-2$

de fonctions ableau, tes, 17-6
ableau,
ableau,
,
,
,
tes, 17-6
,
s, 12-7
ion, 16-5
11
u, 20-19
rgument
O .
r, 24-2
2
${f urantes},$
s, 12-9
onctions
, 11-6
$\mathbf{onctions}$
11-6
nWriter,
0-8, 12-2,
0 0,,
ables
5

analyse, $22-9$	calcul, 16-3
Fonction-utilisateur	conversion de formats, 16-3
arguments, 11-7, 11-8	conversion en nombre, 16-1,
création, 11-7	16-3
différentiation, 20-11	définition de l'heure en cours,
exécution, 11-8	16-3
imbrication, 11-9	en tops d'horloge, 16-4
structure interne, 29-19	format HMS, 16-3
traçage, 24-2	formats, 16-1
Format d'affichage (bibliothèque	options de format, 26-1
d'équations)	temps écoulé, 16-4
	Hiérarchie
Format de calcul (bibliothèque	fonction de haut niveau, 7-11
d'équations)	Horloge
$\acute{\text{equations}}$, $25-5$	affichage, 4-11
Format décimal	formats, 16-1
conversion en HMS, 12-7,	options de format, 26-1
16-3	top, 16-4
Format HMS	Hyperbole
conversion en décimal, 12-7,	traçage, 23-11
16-3	2 0 /
heure, 16-3	ı
pour des angles, 12-7	Identification de sauvegarde,
Fraction	28-3
conversion d'un nombre réel,	$\it IERR$ (incertitude de
16-5	l'intégration), 20-7
EquationWriter, 7-4	Impression
Frappe	objets, $27-2$
file d'attente, 1-3	sur port série, 27-3
	Imprimante
G	impression d'objets, 27-2
Garantie, A-17	infrarouge, $27-2$, $27-3$
Grille d'échantillonnage, 23-23	Imprimante infrarouge
Grille de sortie	configuration, $27-3$
tracé GRIDMAP, 23-35	Imprimante série, 27-3
ш	impression, 27-2
Н	Indicateur
h (marqueur de base	armement, 4-9
hexadécimale), 15-1	constante symbolique (-2) ,
Heure	11-5
affichage, 4-11	

d'alarmes répétitives non	multiple, 20-5
reprogrammées (-43) ,	polynôme de Taylor, 20-9
26-6	précision, 20-6
d'avertisseur sonore (-57) ,	résolution numérique, 20-1
26-6	résolution symbolique, 20-8
définition du mode, 4-7	Intégration
désarmement, 4-9	configurations, 20-34
états par défaut, D-1	expressions symboliques
exception de résultat infini	autorisées, 20-8
(-22), 14-17	numérique, 20-1
recherche d'erreurs	symbolique, 20-8
mathématiques, 18-5	Interruption du calculateur,
résultat numérique (-3) ,	5-17
5-14, 11-5	Interruption d'un programme,
sauvegarde d'alarmes avec	29-9
accusé de réception (-44) ,	Interruption (série), 27-20
26-6	Intersection, 22-11
sauvegarde dans objet-	Inversion
$\mathbf{sauvegarde},\ \mathbf{28-6}$	matrices, 14-11
sauvegarde sur ordinateur,	IOPAR
27-13	variable réservée, 5-6
solution principale (-1) ,	J
20-17	_
système, D-1	Jeu du Démineur, 25-18
test, 4-9	Joker
utilisateur, 4-9	objets-sauvegarde, 28-5
verrouillage alpha (-60), 4-9	transformation-utilisateur,
Intégrale	20-31
définie, 20-1, 20-8	K
environnement PICTURE,	
22-11	Kermit
EquationWriter, 7-5	envoi de commandes, 27-14
expression non intégrable,	paquets, 27-14
20-9	protocole de transfert de
IERR contient une incertitude,	fichiers, 27-9
20-7	L
impropre, 20-2	Towardte de materies es
incertitude, 20-6	Languette de protection en
indéfinie, 20-9	écriture, 28-13, 28-18
limitation de la précision, 20-6	Lettres

majuscules et minuscules, 2-4	rappel de la ligne précédente. 2-11
saisie, 2-2	saisie de caractères spéciaux,
Lettres grecques	2-4
saisie, 1-5	saisie d'objets, 2-5
traductions, 27-17	suppression, 1-9
Libellé de menu, 1-4	touches du curseur, 2-9
bas de l'affichage, 1-10	traitement, 2-9
couleur incorrecte, 25-13	utilisation dans
dans la bibliothèque	EquationWriter, 7-10,
d'équations, 25-3	7-11
indiquant des états de	Liste, 17-1
variables, 25-9	additionner des éléments
indiquant des variables	correspondants, 17-3
associées, 25-9	ajout, 17-1, 17-2
indiquant des variables	application d'une commande
impliquées, 25-13	17-2
indiquant des variables reliées,	application d'une fonction,
25-12	17-4
noir et blanc, 25-9	application d'une fonction
personnalisé, 30-3	récursive, 17-6
sous-menu, 1-10, 5-4	application d'une procédure,
Libération de la mémoire	17-5
fusionnée, 28-18	application d'un programme,
Ligne	17-4
tracé, 9-9	chaînage, 17-3, 17-7
Ligne de commande	commandes à arguments
arguments dans la pile, 3-1	multiples, 17-3
arguments multiples, 3-2	comportement dans les
commentaire, 2-8	programmes, 29-2
correction, 2-1, 2-9	comptage des éléments, 17-7
environnement de correction,	création à partir de la pile,
2-13	17-1
insertion d'objet de la pile,	création à partir du clavier,
3-10	17-1
insertion et remplacement,	division, 17-4
2-14	inversion, 17-7
mode de saisie, 2-9	manipulation, 17-7
objets multiples, 2-8	mise en place des éléments
opérations, 1-4, 2-8	dans la pile, 17-7
pile, 1-4	multiplication, 17-4

saisie, 2-5	augmentée, 14-20
soustraction, 17-4	calculs, 14-11, 14-12
substitution d'éléments, 17-7	caractéristiques, 14-8
traitement, 17-2	conjuguer, 14-15
tri, 17-7	construction à partir de
trouver les éléments, 17-7	vecteurs, 14-3, 14-4
utilisation dans les masques	construction à partir d'une
de saisie, 6-3	séquences d'éléments,
	14-5
M	décomposition, 14-23
Majuscule	déterminant, 14-10
dans les unités, 10-4	données statistiques, 21-1
saisie, 1-5, 2-4	éclatement en éléments
Mantisse, 4-3	séparés, 14-4
Masque de saisie, 6-1	éclatement en vecteurs, 14-5
calculs dans la pile, 6-5	extraction d'éléments
champ, $6-1$	diagonaux, 14-5
commandes, 6-8	factorisation, 14-23
correction de données, 6-5	identité, 14-3
création, 6-8	inverse, 14-17
déplacement dans un masque,	inversion, 14-11, 14-20
6-2	mal conditionnée, 14-17
déterminer les types d'objets	méthode de Gauss, 14-20
admis, 6-6	nombre de condition, 14-10
exécution, 6-7	opérations sur les lignes,
libellé, 6-1	14-21
ligne d'invite, 6-1	rang, 14-10
modifications globales, 6-7	rayon spectral, 14-10
réinitialisation des champs,	reconstruction à partir des
6-6	valeurs singulières, 14-24
saisie de listes, 6-3	réduite échelonnée, 14-21,
saisie des données au clavier,	14-22
6-3	résolution d'équations
saisie d'objets stockés, 6-3	linéaires, 14-16
sélection de champs, 6-2	saisie, 2-7
sélection d'options, 6-4	saisie avec MatrixWriter, 8-2,
sortie, 6-7, 6-8	14-1
titre, 6-1	singulière, 14-17
utilisation d'un second	trace, 14-10
masque, 6-5	transformation, 14-20
Matrice, 8-1	transposée, 14-11

valeurs propres, 14-22	restauration à partir d'un
valeurs singulières, 14-24	objet-sauvegarde, 28-7
vecteurs propres, 14-23	ROM, 5-1
Matrice statistique, 21-1	saturée, 5-21
MatrixWriter	sauvegarde dans objet-
définition de la largeur des	sauvegarde, 28-6
cellules, 8-6	sauvegarde sur l'ordinateur,
définition de la largeur des	27-12
colonnes, 8-9	utilisateur, 5-1
données statistiques, 21-2,	vidage automatique, 5-1
21-5	Mémoire de port
insertion de colonnes, 8-6,	objets-sauvegarde, 28-3
8-9	Mémoire indépendante
insertion de lignes, 8-8, 8-9	bibliothèques, 28-9
menu MATRIX, 8-9	extension, 28-17
modification de tableaux, 8-5	placement d'objets, 28-18
ordre de saisie, 8-6	port 0, 28-2, 28-3
ordre de saisie des données	Mémoire-utilisateur
de cellule, 8-9	extension, 28-17
saisie de tableaux, 8-2, 14-1	Menu
saisie de vecteurs, 8-9	affichage, 1-11
suppression de colonnes, 8-7,	BASE, 15-1, 15-4, 15-5
8-9	catalogue des unités, 10-1,
suppression de lignes, 8-8,	10-2, 10-6
8-9	CST, 30-1
utilisation, 8-2	de commandes, 1-7
Maximum	EDIT, 2-14
application SOLVE, 18-4	HYP, 12-3
graphe, 22-12	I/O, 27-19
Mémoire	libellés, 1-4
carte enfichable, 5-1	liste, C-1
extension, 5-1, 28-17	MATRIX, 8-9
insuffisante, 5-19	MTH BASE, 15-1, 15-4, 15-5
nettoyage automatique, A-3	MTH HYP, 12-3
quantité disponible, A-1	MTH PARTS, 12-9
RAM, 5-1	MTH PROB, 12-4
récupération, 28-16	MTH REAL, 12-7, 12-9
réinitialisation, 5-18	MTH VECTR, 13-2, 13-5
restauration, 5-19	numéros, C-1
restauration à partir de	pages, 1-11
l'ordinateur, 27-13	PARTS, 12-9

personnalisation, 30-1	saisie, 1-5, 2-4
PICTURE FCN, 22-11	Mode
précédent, 1-11	cylindrique, 4-11, 12-11, 13-1
PRG STK, 3-12	d'affichage, 4-2
PROB, 12-4	d'angle, 4-3
REAL, 12-7, 12-9	de coordonnées, 4-4, 12-11,
RULES, 20-23	13-1
sélection de fonctions, 1-11	définition, 4-7
STK, 3-12	degrés, 4-11
utilisation, 1-11	EquationWriter, 7-2
VAR, 5-4, 5-12	grades, 4-11
VECTR, 13-2, 13-5	polaire, 12-11, 13-1
Menu du Solver (bibliothèque	radians, 4-11
d'équations)	rectangulaire, 4-11, 12-11,
actions, 25-8	13-1
actions des touches, 25-4	réinitialisation, 5-18
Menu personnalisé	saisie de programme, 29-6
aide à la frappe, 30-2	sphérique, 4-11, 12-11, 13-1
alternance, 30-3	Mode d'affichage
création, 30-1	changement, 4-3
dans chaque répertoire, 30-3	fixe, 4-2
environnement SOLVR, 18-9	impact sur l'arrondi, 12-10
libellé personnalisé, 30-3	impact sur la troncature,
objets, 30-1	12-10
touches shiftées, 30-4	impact sur les conversions de
unités-utilisateur, 10-15,	fractions, 16-5
25-18	ingénieur, 4-2
Menu TVM, 18-21	scientifique, 4-2
Message	standard, 4-2
application SOLVE, 18-3	Mode d'angle
en zone d'état, 1-1	affecter des fonctions
mémoire insuffisante, 5-19	trigonométriques, A-2
Messages d'erreur	bascule, 4-4
liste, B-1	$\operatorname{degr\acute{e}s}, \stackrel{\cdot}{4}$ -3
numéros, B-1	grades, 4-3
Méthode de Gauss, 14-20	impact sur les nombres
Minimum	complexes, 12-12
application SOLVE, 18-4	impact sur les unités
graphe, 22-12	implicites, 25-12
Minuscule	impact sur les vecteurs, 4-4,
dans les unités, 10-4	13-3

radians, 4-3	tracé POLAR, 23-6
témoin, 1-3	Mode utilisateur
Mode d'échéance	activation, 30-5
début, 18-15, 18-21	annulation des touches, 30-7
fin, 18-15, 18-21	blocage, 30-8
TVM, 18-15, 18-21	définition des touches, 30-5
Mode de coordonnées	désactivation des touches,
changement, 12-11, 13-2	30-7, 30-8
cylindriques, 4-5	fonctionnement, 30-5
impact sur les nombres	témoin, 1-3
complexes, 12-11	Modification
impact sur les vecteurs, 4-4,	dans MatrixWriter, 8-5
13-1	données statistiques, 21-5
Impact sur les vecteurs, 13-4	équations, 7-10
polaires, 4-4	EquationWriter, 7-10
rectangulaires, 4-4	insertion d'objet dans des
sphériques, 4-5	expressions algébriques,
témoin, 1-3	7-12
Mode de défilement	programme, 29-8
EquationWriter, 7-2	redéfinitions des touches
Mode de saisie	utilisateur, 30-8
algébrique, 2-9	sous-expression, 7-11, 7-13,
algébrique/de programme,	20-21
2-10	${f tableaux},~8\text{-}5$
alpha, 4-9	Mpar
alphabétique, 2-2	créée par la bibliothèque
changement manuel, 2-10	d'équations, 25-2, 25-7
EquationWriter, 7-2	
immédiate, 2-9	N
ligne de commande, 2-9	n1
témoin, 1-3	solution générale (entier),
Mode de saisie de programme,	20-17
29-6	variable réservée, 5-6
Mode de sélection	Nom
EquationWriter, 7-2	comportement dans les
Mode de transfert	programmes, $29-2$
HP 48 à HP 48, 27-1	dans les menus personnalisés,
Mode TRACE	30-1
coordonnées du curseur, 22-4	dupliqué, 5-4
tracé FUNCTION, 23-3	empêcher l'évaluation, 5-15
tracé PARAMETRIC, 23-8	EquationWriter, 7-3

évaluation, 5-14, 5-15	composants rectangulaires,
évaluation d'une variable	12-11
contenant un nom, 5-14	conjugué, 12-14
recherche, 5-4	conversion en nombre réel,
restrictions, 5-5	12-14
saisie, 5-15	coordonnées en unités-
Nombre	utilisateur, 9-8
${f affichage,\ 4-2}$	délimiteurs (), 12-12, 13-3
aléatoire, 12-4	mode de coordonnées, 12-11
arrondi, 12-10	normalisé, 12-12
avec unités, 10-2	opérations, 12-13
combinaison de nombres réels	représentation interne, 12-12
en nombres complexes,	saisie, 12-12
12-14	séparation en nombres réels,
comportement dans les	12-14
programmes, 29-2	Nombre d'arguments insuffisant,
conversion de nombre réel en	A-3
nombre complexe, 12-14	Nombre réel
conversion de nombres	conversion en entier binaire,
complexes en nombres	15-3
réels, 12-14	conversion en fraction, 16-5
conversion de nombres réels	conversion en nombre
en nombres complexes,	complexe, 12-14
12-14	résultat complexe, 12-13
conversion en fraction, 16-5	Nom "der", 20-11
EquationWriter, 7-3	variable, 5-6
forme exponentielle, 2-2	Norme (tableaux), 14-9
saisie, 2-1	Numéro d'index (alarme), 26-5
séparation de nombres	(**************************************
complexes en nombres	0
réels, 12-14	o (marqueur de base octale),
stockage interne, 4-2	15-1
troncature, 12-10	Objet, 2-1, A-3
Nombre complexe	comportement dans les
affichage, 12-11	programmes, 29-2
à partir de calculs sur des	conversion en objet graphique,
nombres réels, 12-13	9-10
combinaison de nombres réels,	correction, 2-11
12-14	création en ligne de commande,
composants polaires, 12-11	2-9
,	délimiteur, 2-6

déterminer les types admis	nom, 28-8
pour les masques de	par rapport à un programme,
saisie, 6-6	28-7
E-S HP 48 à HP 48, 27-1	suppression, 28-10
E-S HP 48-PC, 27-9	Objet graphique
examen, 2-11	création à partir d'objets
impression, 27-2	algébriques, 7-14
menus personnalisés, 30-1	création à partir d'un objet,
numéros des types d'objets,	9-10
Н-31	extraction d'images, 9-11
saisie, 2-5	impression, 27-2
saisie d'objets dans un	superposition, 9-10
programme, 29-6	taille, 9-11
stockage dans une variable,	taille des caractères, 9-10
5-6, 5-12	visualisation dans l'affichage
suppression de la pile, 3-5	de la pile, 9-11
utilisation dans les masques	Objet-sauvegarde
de saisie, 6-3	création, 28-3
Objet algébrique	dans le port $0, 28-3$
chaîne, 7-15	dans les menus personnalisés,
conversion en chaîne, 7-15	30-2
conversion en objets	déplacement vers carte RAM,
graphiques, 7-14	28-18
délimiteurs, 2-6	déplacement vers le port 0,
remplacement de sous-	28-17
expressions, 7-13	en mémoire indépendante,
saisie, 2-6	28-3
Objet-bibliothèque	évaluation, 28-4
accès restreint, 28-9	identification, 28-3
association, 28-8, 28-9	joker, 28-5
basé en RAM ou en ROM,	listage, 28-5
28-7	rappel, 28-4
configuration, 28-8	répertoire, 28-4
déplacement vers le port 0,	restauration de la mémoire,
28-17	28-7
dissociation, 28-10	suppression, 28-4
en mémoire indépendante,	totalité de la mémoire-
28-9	utilisateur, 28-6
extension du jeu de	Objet-unité
${\bf commandes}, 28\text{-}7$	calcul avec des unités, 10-7
identification, 28-8	

calcul avec unités de	impact sur la résolution des
température, 10-11	$ m \acute{e}quations,~25-12$
conversion d'unités, 10-6	Ordinateur
conversion d'unités d'angle,	noms de fichier, 27-11
10-7	raccordement à HP 48, 27-7
conversion d'unités de	restauration de la mémoire
$temp\'erature, 10-10$	du HP 48, 27-13
création, 10-3, 10-4, 10-15	_
création dans EquationWriter,	Р
7-6	Page (de menus)
création d'un objet graphique,	affichage, 1-11
9-10	Paiement (TVM)
dans les menus personnalisés,	montant, 18-21
30-1	nombre, 18-21
$d\'{e}limiteurs, 10-2$	Paquet (Kermit), 27-14
expressions algébriques, 10-10	Parabole
factorisation d'unités, 10-9	${ m traçage},23\text{-}11$
ordre de priorité des opérateurs	Paramètre de tracé
d'unités, $10-2$	définition, $22-13$
partie numérique, 10-15	réinitialisation, 22-15
préfixes d'unités, 10-5	Parenthèses
priorité du délimiteur, 10-10	dans les nombres complexes,
unité de conversion, 10-6	12-12
unité inverse, 10-3	EquationWriter, 7-5, 7-7
unités cohérentes, 10-8	expressions algébriques, 11-3
unités inversées, 7-6	implicites, 7-7
Octet	Partie entière d'un nombre réel,
mémoire disponible, A-1	12-9
nombre d'octets de mémoire	Partie fractionnaire d'un nombre
intégrée, 5-1	réel, 12-9
Opération	Partie imaginaire
catégories, 11-1	d'un nombre complexe, 12-14
Opérations mathématiques,	matrice complexe, 14-15
12-1	Pente
Opposé	calcul, 22-11
d'un nombre, 12-14	Permutation, 12-4
tableaux, 14-12	Permutation des niveaux de la
Option d'unité (bibliothèque	pile, 3-4
d'équations)	Permutation (entiers binaires),
impact dû à l'absence d'unité,	15-5
25 - 12	PICT, 9-7

	copie dans la pile, 9-5	sauvegarde en tant qu'objet
	réinitialisation, 22-15	graphique, 9-11
	stockage d'une image, 25-6	suppression d'objets, 3-5,
P	ile	3-8, 3-12
	affichage, 1-9, 3-7	taille, 3-12
	alimentation de la carte RAM,	taille dynamique, 1-3
	28-16	${\rm types,\ A-5}$
	avertissement de pile	Pile interactive
	$\operatorname{d\acute{e}charg\acute{e}e},\ \operatorname{A-5}$	clavier, 3-10
	calculateur, A-5	environnement de correction,
	calculs, 3-1	3-6
	calculs dans la pile, 29-4	fonctionnement, 3-7, 3-8
	calculs en chaîne, 3-3	menu, 3-8
	carte RAM, A-5	pointeur, 3-6
	changement (calculateur),	Pixel, 9-10
	A-6	activation-désactivation, 9-9
	changement (carte RAM),	conversion en unité-utilisateur
	A-8	9-10
	date de remplacement, 28-12	coordonnées, 9-8
	déplacement d'objets, 3-8,	Plage d'affichage
	3-12	domaine de traçage, 24-3
	diagrammes, 29-4	tracé PARAMETRIC, 23-8
	duplication d'objets, 3-4	tracé POLAR, 23-5
	interactive, 3-7	tracé TRUTH, 23-15
	introduction d'objets dans des	Point
	expressions algébriques,	séparateur décimal, 4-6
	7-12, 7-13	Point critique
	ligne de commande, 1-4	affichage dans un graphe,
	manipulation, 3-8, 3-12	22-12
	masque de saisie, 6-5	Point de vue, 23-25
	mise au rebut, A-7, A-9	conditions, 23-26
	nouvelle carte RAM, 28-10	tracé PR-SURFACE, 23-39
	opérations, 1-3, 3-1	tracé WIREFRAME, 23-31
	permutation des niveaux, 3-4	Pointeur (pile interactive), 3-6
	placement d'objets	Points de suspension (), A-3
	algébriques, 20-21	Point virgule
	pointeur, 3-6	séparateur de nombre
	rappel des derniers arguments,	complexe, 12-12
	3-5	Polynôme
	remplacement, A-5	approximation, 20-13, 20-16
	restauration de la pile, 3-6	

calcul à partir de racines,	PPAR
18-11	paramètres de tracé, 22-13
calcul des racines, 18-10	réinitialisation, 22-15
conversion en syntaxe	variable réservée, 5-6
algébrique, 18-11	Précision, 4-2
EquationWriter, 7-7	intégrale, 20-6
évaluation, 18-11	solutions linéaires, 14-19
série de Maclaurin, 20-13	Primitives, 20-34
Taylor, 20-13	Priorité
utilisation de l'extracteur de	opérateurs d'unités, 10-2,
racines, 18-10	10-10
Polynôme de Taylor	opérateurs symboliques, 11-3
calcul, 20-13	Probabilités à droite, 12-4
dérivée, 20-14	Probabilités (commandes), 12-4
Port	Problèmes, A-1
installation de cartes, 28-10	Procédure
joker, 28-5	application aux listes, 17-5
liste des objets-sauvegarde,	définition, 29-17, 29-18
28-5	Procédure de définition
recherche, 28-5	structure de variables locales,
retrait de cartes, 28-16	29-17
type de mémoire, 28-5, 28-17	variables locales, 29-18
Port 0	Produit scalaire, 13-5
bibliothèques, 28-9	Produit vectoriel, 13-5
déplacement d'objets, 28-17	Programmation structurée, 29-5
mémoire indépendante	Programme, 22-1, 29-1
intégrée, 28-2, 28-3	abandon, 29-9
restauration de la mémoire,	actions pour les types d'objet,
28-7	29-2
sauvegarde de la mémoire,	affichage, 29-8
28-6	application aux listes, 17-4
Port d'enfichage	arrêt, 1-9, 29-7
tests, A-13	dans la pile, 29-6
Port infrarouge	dans une structure de variables
tests, A-15	locales, $29-3$, $29-17$
Port série	débogage, 29-8
câblage, 27-7	déroulement du programme,
pour impression, 27-3	29-5
raccordement de l'imprimante,	évaluation des variables
27-3	locales, 29-18
tests, A-16	

évaluation d'une variable	temps écoulé, 16-4
contenant un programme,	${ m traçage,\ 24-2}$
5-14	${ m trac\'e,~22-1}$
exécution, 29-7	Programme constitué de
exécution pas à pas, 29-9	"modules", 29-5
fonctions-utilisateur, 29-19	Protocole XON/XOFF, 27-3
interception d'erreurs, 29-15,	PRTPAR
29-16	variable réservée, 5-6
interruption, 29-9	·
mode de saisie, 2-10, 29-6	R
modification, 29-8	R∡Z symbole, 12-11
"module", 29-5	R∡Z témoin, 13-2
nom, 29-6	Raa symbole, 12-11
non évaluation des variables	R∡∡ témoin, 13-2
locales, 29-18	Racine, 18-2
objets dans les programmes,	environnement PICTURE,
29-2	22-11
par rapport à une bibliothèque,	EquationWriter, 7-5
28-7	racines multiples, 25-12
portée des variables locales,	Radians
29-18	conversion en degrés, 12-7
reprise, 29-9	Rappel
résolution, 18-2	dernier argument, 3-5
retour à la ligne dans un	ligne de commande précédente,
programme, 29-6	2-11
saisie, 29-6	mémoire à partir d'objet-
saisie d'objets algébriques,	sauvegarde, 28-7
2-10	mémoire du :HP 48 à partir
sous-programme, 29-5	$ m de\ l'ordinateur,\ 27-13$
stockage, 29-6	objets-sauvegarde, 28-4
structuré, 29-5	redéfinition des touches
structure en boucle, 29-12	utilisateur, $30-8$
structures conditionnelles,	Rectangle
29-10, 29-15, 29-16	${ m trac\'e},~9-9$
structures dans un programme,	Recul du curseur
29-3	EquationWriter, 7-10
structures de variables locales,	Réinitialisation
29-3, 29-17	champs de masque de saisie,
styles de calculs, 29-4	6-6
suite d'objets, 29-1, 29-2	mémoire, 5-18
témoin HALT, 29-10	mode, 5-18

paramètres de tracé, 22-15	Restauration
PICT, 22-15	dernière pile, 3-6
PPAR, 22-15	Résultat intermédiaire
Réparation, A-17	pile, 3-3
Répertoire, 5-3	Retour à la ligne, 29-6
affichage dans la zone d'état, 5-4	S
bibliothèque d'équations,	s1
25-3	solution générale $(+ ou -)$,
changer de répertoire en cours,	20-17
5-8	variable réservée, 5-6
chemin, 5-4	Section de sortie
création, 5-7	tracé Y-Slice, 23-24
création de variable dans le	Séparateur décimal, 4-6
répertoire en cours, 5-6	définition, 4-6
dans les menus personnalisés,	impact sur les nombres
30-1, 30-3	complexes, 12-12
en cours, 5-4	point, 4-6
en cours et menu VAR, 5-4	virgule, 4-6
évaluation d'une variable	Séquence de touches
contenant un répertoire,	affichage, $2-5$
5-14	Service de réparation, A-17
Menu VAR, 5-4	Signe égal, 11-4, 18-1, 22-1
racine, 5-4	Signes opposés
sauvegarde, 28-4	application SOLVE, 18-4
stocké dans une variable, 5-4	Solution de traçage
variables, 5-4	équation différentielle raide,
Répertoire en cours	19-10
chemin, 1-1	Solution générale
en zone d'état, 1-1	équation et expression
Répertoire HOME	${f alg\'ebrique},\ 20\text{-}17$
acces, 5-12	ISOL et QUAD, 20-17
restauration, 27-13, 28-7	n1, 20-17
$\mathbf{sauvegarde},\ 27\text{-}12,\ 28\text{-}6$	s1, 20 - 17
Résolution des problèmes, A-1	spécification, 20-17
Résolution graphique	Solution principale
d'expression algébrique,	équation et expression
22-11	algébrique, 20-17
Résolution numérique	spécification, 20-17
d'expression algébrique,	Solver (bibliothèque d'équations
22-11	$choix,\ 25-3$

comparaison, 25-3 lancement, 25-2 Solver d'équation différentielle précision des résultats, 19-5	Sous-expression, 7-11, 20-19, 20-21 modification, 7-11, 20-21 placement dans la pile, 20-21
Solver STIFF, 19-4	ré-arrangement, 20-20, 20-21
Solver d'équations multiples actions des menus, 25-8	remplacement, 7-13, 20-21 Sous-menu
actions des touches, 25-4	onglet dans un libellé, 5-4
bibliothèque d'équations,	sélection, 1-10
25-3, 25-7	Sous-programme
comparé avec l'application	débogage, 29-9
SOLVE, 25-3 couleur des libellés de menus,	exécution pas à pas, 29-9 programme, 29-5
25-3, 25-9	Sous-répertoire
impossible de trouver une	dans les menus personnalisés,
solution, 25-12	30-1, 30-3
interprétation des résultats,	Statistiques
25-11	ΣDAT , 21-1
limites des fonctions, 25-10	ΣPAR paramètres, 21-14
messages, 25-11	à une seule variable, 21-7
processus interne, 25-9, 25-11 utilisation de l'extracteur de	données, 21-1
racines, 25-9	matrice en cours, 21-1, 21-2 modification de données, 21-5
utilisation des unités, 25-8	probabilités, 12-4
Solver de systèmes d'équations	probabilités à droite, 12-4
linéaires	saisie de données, 21-1, 21-2
interprétation des résultats,	structure des données, 21-1
18-13	sur un échantillon, 21-7
systèmes admis, 18-12	sur une population, 21-7
utilisation, 18-12	tests, 12-4
vérification des solutions,	traçage, 23-18
18-13	tracé BAR, 23-20
Sommation Equation Writer 7.6	tracé HISTOGRAM, 23-19
EquationWriter, 7-6 Somme de contrôle	tracé SCATTER, 23-21 type de tracé, 23-18
HP 48 à HP 48, 27-1	Stockage
vérification d'objets-	définition des touches
sauvegarde, 28-3	utilisateur, 30-6
Sous-déterminé (système),	mémoire dans objet-
14-16, 14-19	${\bf sauvegarde,\ 28\text{-}6}$
	mémoire sur ordinateur, 27-12

objet dans une variable, 5-6, 5-12	incrément négatif, 29-13, 29-14
programmes, 29-6	infinie, 29-12
Structure conditionnelle	Suite, 17-1
branchement "case", 29-11	calcul des différences finies
branchement d'erreur, 29-15,	du premier ordre, 17-9
29-16	calcul du produit de plusieurs
branchement "if", 29-10,	éléments, 17-9
29-11	génération, 17-8
commandes de test, 29-10	Suppression
élément de programme, 29-3	mémoire, 5-18
Structure de branchement	objets-sauvegarde, 28-4
élément de programme, 29-3	touches utilisateur, 30-7
structure en boucle, 29-12	variable de la bibliothèque
structures conditionnelles,	d'équations, A-4
29-10	variables, 25-6, A-4
Structure de variables locales	variables de la bibliothèque
avantages, 29-17	d'équations, 25-6
calculs, 29-4	Sur-déterminé (système), 14-16,
comme fonction-utilisateur,	14-19
29-19	Surface de sortie
création, 29-17	tracé PR-SURFACE, 23-25
dans des fonctions-utilisateur,	tracé WIREFRAME, 23-25
29-19	Symboles (clavier alpha), 2-3
élément de programme, 29-3	Syntaxe
fonctionnement, 29-3, 29-17	algébrique, 11-2
procédure de définition, 29-17,	pile, 11-3
29-18	Syntaxe algébrique
saisie, 29-17	dans des structures de
syntaxe, 29-3, 29-17	variables locales, 29-4
Structure en boucle	fonctions-utilisateur, 11-8
boucle "DO", 29-14	Syntaxe de la pile, 3-1
boucle "FOR", 29-13, 29-14	dans des structures de
boucle "START", 29-12,	variables locales, 29-4
29-13	fonctions-utilisateur, 11-8
boucle "WHILE", 29-15	Système d'équations
commandes de test, 29-14,	exactement déterminé, 14-16
29-15	"meilleure" solution, 14-16
compteur, 29-12, 29-13, 29-14	méthode de Gauss, 14-20
élément de programme, 29-3	précision de la solution, 14-19
finie, 29-12	résolution, 14-16, 14-17, 14-20

sous-déterminé, 14-16, 14-17,	modification, 8-5
14-19	norme de colonne, 14-9
sur-déterminé, 14-16, 14-19	norme de Frobenius, 14-9
Système d'équations linéaires	norme de ligne, 14-9
résolution, 14-12	normes, 14-9
Système d'équations sous-	norme spectrale, 14-9
déterminé	permutation de colonnes,
estimer une solution, 14-17	14-7
Système d'équations sur-	permutation de lignes, 14-7
déterminé	redimensionnement, 14-11
estimer une solution, 14-16	remplacement d'éléments,
Système International d'unités,	14-8
10-2, 10-7	saisie, 2-7
•	saisie avec MatrixWriter, 8-2
Т	14-1
Tableau	séparation, 14-15
aléatoire, 14-3	unicolonne, 8-1, 8-9
application d'une fonction,	uniligne, 8-1, 8-9
14-14	vecteur, 8-1
arithmétique, 14-11, 14-12	Taille
calculs, 14-11, 14-12	de la pile, 3-12
combinaison, 14-15	mémoire, 5-1
constante, 14-2	ROM intégrée, 5-1
conversion complexe en réel,	Taille de mémoire, A-1
14-15	Taille de mot
conversion de réel en complexe,	bits éliminés, 15-2
14-15	définition, 15-2
création d'un tableau	rappel, 15-2
spécifique, 14-2	Taille du pas d'un tracé
dans des expressions	tracé CONIC, 23-13
algébriques, 14-13	tracé FUNCTION, 23-3
dimensions, 14-9	tracé PARAMETRIC, 23-8
extraction de colonnes, 14-6	tracé POLAR, 23-6
extraction d'éléments, 8-9,	tracé TRUTH, 23-15
14-7	Tampon (série), 27-19, 27-20
extraction de lignes, 14-6	Taux d'intérêt (TVM), 18-21
extraction de parties réelles,	Témoin
14-15	1USR, 1-3
impression, $27-2$	((•)) , 1-3, 26-4
insersion de lignes, 14-5	ALG, 1-3
insertion de colonnes, 14-6	alpha $oldsymbol{lpha}$, 1-3

E-S ≫ , 1-3	Solver d'équations multiples,
GRAD, 4-3	$25\text{-}4,\ 25\text{-}8$
HALT, 1-3	Touches de menu
indicateur d'état, 1-1	libellés, 1-4
indicateur-utilisateur (1 2	utilisation, 1-10
3 4 5), 1-3	Touches du curseur
liste, 1-3	utilisation, 1-8
mode de coordonnées	Touche shift
polaires/cylindriques	annulation, 1-6
R∡Z, 1-3	clavier, 1-4
mode de coordonnées	fonctionnement, 1-4
polaires/sphériques	témoin, 1-6
$R \not \Delta \not \Delta$, 1-3	Touche shiftée
occupé X, 1-3	dans les menus personnalisés,
PRG, 1-3	30-4
RAD, 1-3, 4-3	Touche utilisateur
touches shift 🔄 🔁, 1-3,	activation, 30-5
1-6	annulation, 30-7
USER, 1-3	compactage des redéfinitions,
Témoin HALT, 29-10, A-3	30-8
Témoin PRG, 29-6	$d\'{e}$ finition, $30-5$
Témoin USER, 30-5	désactivation, 30-7, 30-8
Témoin USR1, 30-5	fonctionnement, $30-5$
Température	modification des redéfinitions
calcul, 10-11	30-8
conversion, 10-10	rappel des redéfinitions, 30-8
${\it diff\'erence,\ 10\text{-}10,\ 10\text{-}12}$	${ m Traçage}$
niveau, 10-10, 10-12	fonctions à deux variables,
unités de mesure, 10-10	23-23
Temporisation (série), 27-19	Tracé
Temps écoulé	$arSigma DAT, 22 ext{-}1, 22 ext{-}13$
calcul, 16-4	ΣPAR et, 22-16
Test	ajout d'éléments graphiques,
calculateur, A-10	9-3
état des indicateurs, 4-9	analyse de fonction, 22-9
pixel, 9-10	conversion de coordonnées,
Tests statistiques, 12-4	9-10
Top d'horloge, 16-4	coordonnées, 9-8
Touche de menu	coordonnées en pixels, 9-8
application SOLVE, 25-4	coordonnées en unités-
	utilisateur, 9-8

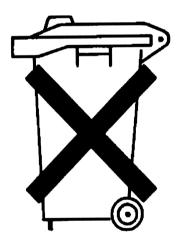
définition des paramètres	de Tracé CONIC, 23-11
$\operatorname{trac\acute{e}},\ 22\text{-}13$	domaine de traçage, 24-3
d'objets algébriques, 22-1	
équations, 22-1	taille de pas par défaut, 23-13
expressions, 22-1	Tracé de solutions
fonctions-utilisateur, 24-2	
grille d'échantillonnage, 2	
libellé des axes de coordor	
24-1	variables, 19-8
opérations au niveau du p	
9-9	Y-Slice, 23-33
plage, $24-3$	Tracé FUNCTION
PPAR, 22-13, 22-15	EQ, 23-1, 23-3
programme, 22-1, 24-2	équations admises, 23-1
reconstruction, 24-8	mode TRACE, 23-3
réinitialisation des param	
$ ext{de tracé, } 22\text{-}15$	taille de pas par défaut, 23-3
résolution de l'équation e	
cours, 22-11	$EQ,23 ext{-}36$
restauration, 24-6	grille de sortie, 23-24, 23-35
sauvegarde, 24-6	taille de l'affichage, 23-35
sauvegarde dans une vari	able, Tracé HISTOGRAM, 23-18
24-7	Tracé PARAMETRIC, 23-7
sauvegarde de tracés	domaine de traçage, 23-8,
"reconstructibles", 2	24-7 24-3
sortie de courbes à deux	EQ, 23-7, 23-9
variables, 23-24	$\bmod e\ TRACE,\ 23-8$
types de tracé, 24-3	plage d'affichage, 23-8
visualisation d'un tracé st	tocké taille de pas par défaut, 23-8
dans une variable, 24	4-7 Tracé POLAR, 23-4
$VPAR,\ 22\text{-}15$	domaine de traçage, 23-5,
zoom, 22-7	23-6, 24-3
Tracé 3D	EQ,23-5
affichage, $23-26$	$\bmod e\ TRACE,\ 23\text{-}6$
GRIDMAP, 23-35	plage d'affichage, $23-5$
PR-SURFACE, 23-38	taille de pas par défaut, 23-6
PS-CONTOUR, 23-32	Tracé PR-SURFACE, 23-38
restrictions, 23-26	$EQ,23 ext{-}38$
SLOPEFIELD, 23-26	point de vue, 23-39
WIREFRAME, 23-29	surface de sortie, 23-25
Tracé BAR, 23-18	vue volumique, 23-39

Tracé PS-CONTOUR, 23-32	utilisateur1, 30-5
grille de sortie, 23-24	Type de tracé
Tracé SCATTER, 23-18	BAR, 23-20
comparaison avec des	CONIC, 23-11, 24-3
régressions, 23-23	DIFF EQ, 19-7, 23-11
Tracé SLOPEFIELD, 23-26	FUNCTION, 23-1
EQ,23-27	GRIDMAP, 23-24, 23-35
grille de sortie, 23-24	HISTOGRAM, 23-19
Tracé TRUTH, 23-14	PARAMETRIC, 23-7, 24-3
domaine de traçage, 23-15,	POLAR, 23-4, 24-3
24-3	PR-SURFACE, 23-25, 23-38
EQ,23-14	PS-CONTOUR, 23-24, 23-32
plage d'affichage, 23-15	SCATTER , 23-21
taille de pas par défaut, 23-15	SLOPEFIELD, 23-24, 23-26
Tracé WIREFRAME, 23-29	TRUTH, 23-14, 24-3
point de vue, 23-31	WIREFRAME, 23-25, 23-29
surface de sortie, 23-25	Y-Slice, 23-24, 23-33
vue volumique, 23-30, 23-31	
Tracé Y-Slice, 23-33	U
animation, 23-35	Unité
sortie, $23-24$	bibliothèque d'équations,
vue volumique, 23-35	25-1, 25-18
Traductions avec bare oblique	calcul, 10-11
inverse, 27-17	${ m coh\'erence},\ 25\text{-}12$
Transformation algébrique	cohérente, 10-8
conditionnelle, 20-31	conversion, 10-6, 10-7
définie par l'utilisateur, 20-31	erronée, A-4
définie par l'utilisateur, joker,	factorisation, 10-9
20-31	impact sur les résultats, 25-12
intégrée, 20-20	implicite, 25-12
joker, 20-31	inattendue, 25 - 12
Transformation de colonnes,	initialisation dans la
21-5	bibliothèque d'équations,
Transformation de lignes, 21-5	25-3
Transformations Rules, 20-31	inverse, 10-3
Transformations-utilisateur,	majuscules et minuscules,
20-31	10-4
Troncature de nombres, 12-10	opérateurs, 10-2
Type de mode	préfixes, 10-5
saisie de programme, 29-6	résolution pour des variables
utilisateur, 30-5	inconnues, 18-6

sans dimension, 10-7	création, 5-6, 5-13, 11-4
SI/anglo-saxonne, 25-3, 25-6,	dans les menus personnalisés,
25-12, A-4	30-1
suppression, 10-15	dans un autre répertoire, 5-4
température, 10-10	de garde, 18-3
utilisateur, 25-18	dénomination, 5-5
Unité d'angle	empêcher l'évaluation, 5-15
conversion, 10-7	EquationWriter, 7-3
Unité de mesure	E-S HP 48-PC, 27-9
dans les menus personnalisés,	évaluation, 5-12, 5-14, 5-15
30-1	évaluation d'une variable
inverser, 7-6	contenant une variable,
saisie dans EquationWriter,	5-14
7-6	évaluation sélective, 20-17
Unité-objet	examen, 2-11
unités de conversion, 10-7	globale, 25-12, A-4
Unités SI	isolation dans une expression
conversion, 10-7	algébrique, 20-15
unités de base, 10-2	menu de variables, 5-12
Unité-utilisateur	nom dupliqué, 5-4
conversion en pixel, 9-10	nom entre apostrophes, 5-15
création, 10-14	nom réservé, 5-6
ΣDAT	nom sans apostrophes, 5-15
tracé, 22-1, 22-13	protection pour E-S, 27-12
Utilisateur	rappel du contenu, 5-12
unité, 25-18	recherche, 5-4, A-3
umo, 20 10	répartition dans des
V	répertoires, 5-3
Valeur absolue, 12-9, 12-14	répertoire, 5-4
Valeur actuelle (TVM), 18-21	résolution pour des valeurs,
Valeur future (TVM), 18-21	22-11
Valeur nulle	résolution symbolique, 20-15,
application SOLVE, 18-4	20-16
Valeur par défaut de zoom	saisie de noms, 5-15
ZPAR, 22-13	sauvegarde de tracés, 24-7
VAR	stockage des objets, 5-6, 5-12
utilisation des variables, 5-12	suppression, 5-11, 5-12, 25-6,
Variable	A-4
comportement dans les	taille, 5-11
programmes, 29-2	visualisation d'un tracé stocké
correction, 2-11	dans une variable, 24-7
•	•

Variable (bibliothèque	nom, 29-16
${ m d}$ 'équations)	Variable (Solver)
création d'équation, 25-10	globale, 25-3, 25-6, A-4
état, 25-9	Vecteur, 8-1
états erronés, 25 - 13	affichage, $4-4$, $13-1$
impliquée dans une solution,	calcul, 13-5
25-9, 25-12	calcul d'un angle entre deux
impliquées dans une solution,	vecteurs, 13-6
25-13	construction, 13-4
initialisation, 25-3	$d\'{e}limiteurs, 13-3$
non détectée, 25-10	$ m \acute{e}clatement,~13-4$
solutions inattendues, 25-12	mode de coordonnées, 4-4,
trop de variables connues,	13-1
25-13	normalisé, 13-3
trop d'inconnues, 25-12	représentation interne, 4-4,
Variable cachée	13-3
affichage, 20-17	saisie, 2-7, 8-4, 8-9, 13-3
Variable de garde	vecteur-unité, 13-6
application SOLVE, 18-3	Vecteur-colonne, 8-1, 8-9
Variable dépendante	Vecteur-ligne, 8-1, 8-9
domaine de traçage, 24-3	Virgule
Variable globale	séparateur décimal, 4-6
comportement dans les	séparateur de nombre
programmes, $29-2$	complexe, 12-12
inconvénients dans les	VPAR
programmes, $29-16$	${ m trac\acute{e},\ 22\text{-}15}$
menu VAR, 5-12	Vue volumique, 23-25
Variable indépendante	tracé PR-SURFACE, 23-39
domaine de traçage, 24-3	tracé WIREFRAME, 23-30,
Variable locale, 29-4	23-31
compilée, 29-18	${ m trac\'e}$ Y-Slice, 23-35
comportement dans les	_
programmes, $29-2$	Z
création, 29-3, 29-17	Zone d'état, 1-1, 5-4
dans des sous-programmes,	Zoom, 22-7
29-18	définition des valeurs par
évaluation, 29-18	${ m d\'efaut},22 ext{-}7$
existence temporaire, 29-16,	sélection, 22-8
29-17, 29-18	ZPAR
hors de la procédure de	paramètres de zoom, 22-13
définition, 29-18	

This regulation applies only to The Netherlands



Batteries are delivered with this product, when empty do not throw them away but collect as small chemical waste.

Bij dit produkt zijn batterijen geleverd. Wanneer deze leeg zijn, moet u ze niet weggooien maar inleveren als KCA.

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 la table des matières et l'index) ou à la rubrique "Réponses aux questions courantes" de l'annexe A du Manuel d'utilisation du HP 48G), consultez votre distributeur Hewlett-Packard ou bien adressez-vous directement à :

Pour la France:

Appelez le numéro du département Support Technique :

(1) 46 10 18 69

Pour la Belgique:

Téléphone (02) 778 31 11

Pour la Suisse francophone :

Téléphone 156 83 73 (Lu. -Jeu. 9-12 heures)

Pour le Canada francophone :

Téléphone (514) 697 42 32

Si le calculateur semble montrer des signes de dysfonctionnement, consultez la leçon 39 du présent manuel ou l'annexe A du Manuel d'utilisation du HP 48G. Cette dernière indique également comment procéder pour faire réparer votre calculateur.

HP Calculator Bulletin Board System. Le service Bulletin Board permet l'échange de logiciels et d'informations entre utilisateurs de calculateurs HP, concepteurs de programmes et distributeurs. Il fonctionne à 300/1200/2400 bauds, en duplex intégral, sans parité, 8 bits, 1 bit d'arrêt. Le numéro de téléphone est (503) 750-4448. Le service est gratuit, mais les frais de communication sont à votre charge.

Partie 1: Bases

- 1: Clavier et affichage
- 2: Saisie et correction d'objets
- 3: Pile

- 4: Modes du calculateur
- 5: Mémoire

Partie 2 : Environnements de saisie spécifiques

- 6: Masques de saisie et listes de sélection
- 7: Application EquationWriter
- 8: Application MatrixWriter
- 9: Objets graphiques
- 10: Objets-unités

Partie 3 : Commandes mathématiques

- 11: Fonctions mathématiques
- 12: Fonctions sur des nombres réels et complexes
- 13: Vecteurs et transformations
- 14: Matrices et algèbre linéaire
- 15: Arithmétique binaire et bases
- 16: Calculs sur les dates, heures et fractions
- 17: Listes et suites

Partie 4: Applications mathématiques interactives

- 18: Résolution d'équations
- 19: Equations différentielles
- 20: Calcul différentiel et manipulation symbolique
- 21: Statistiques et analyse de données
- 22: Tracés
- 23: Types de tracés
- 24: Options de tracés avancées
- 25: Bibliothèque d'équations

Partie 5: Extension et personnalisation du HP 48

- 26: Horloge et alarmes
- 27: Transfert et impression de données
- 28: Bibliothèques, ports et cartes enfichables
- 29: Programmation avec le HP 48
- 30: Personnalisation du HP 48

Partie 6: Annexes

- A: Assistance, piles et service
- B: Messages
- C: Menus
- D: Indicateurs système du HP 48
- E: Tableau des unités

- F: Tableau des équations intégrées
- G: Index des opérations
- H: Diagrammes de la pile d'une sélection de commandes



Pour usage interne HP: 00048-90110 (Français) Imprimé en Allemagne 05/96 Numéro de référence 00048-90128

Edition 4

