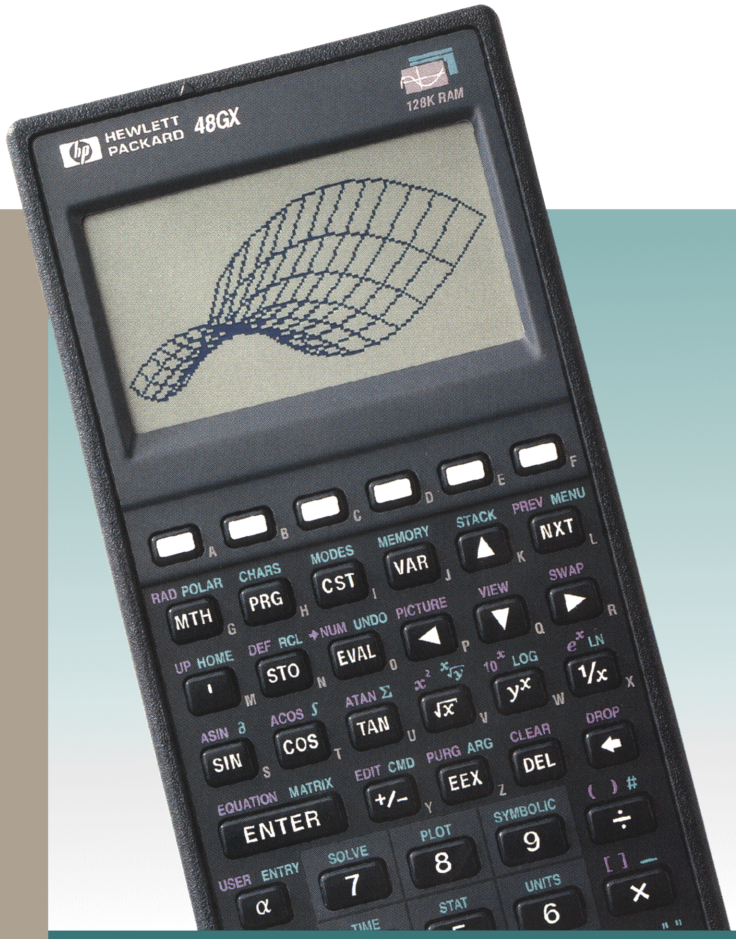
HEWLETT PACKARD

HP 48G
Guide d'initiation



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.

Commentaires sur le Guide d'initiation du HP 48G

Votre évaluation de ce manuel nous aide à améliorer nos publications. **Pour obtenir des informations spécifiques, veuillez envoyer votre demande par courrier séparé à l'adresse indiquée en troisième de couverture.**

Entourez la réponse qui vous paraît appropriée pour chacune des affirmations ci-dessous.

HP 48G/GX

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

Je suis satisfait de la documentation de ce produit 1 2 3 4 5

Un manuel court et distinct de ce type est plus efficace qu'un manuel plus dense 1 2 3 4 5

Le produit est facile à utiliser 1 2 3 4 5

Ce manuel a été traduit de l'anglais vers *votre langue*.

La qualité de la traduction est satisfaisante 1 2 3 4 5

J'aurais acheté ce produit même si la documentation avait été en anglais 1 2 3 4 5

Les informations présentées dans ce manuel sont :
○ suffisantes ○ insuffisantes ○ trop nombreuses

Si vous les trouvez "insuffisantes" ou "trop nombreuses", précisez :_____

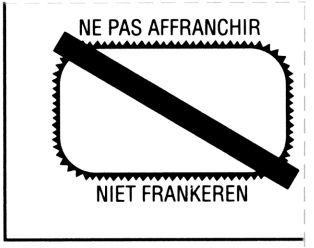
_____

_____

Je dispose d'un : ○ HP 48G ○ HP 48GX

Pour ce type de produit, je me qualifierais d'utilisateur :
○ chevronné ○ moyen ○ néophyte

Avant d'acquérir ce HP 48G/GX, j'avais déjà utilisé d'autres calculateurs Hewlett-Packard : ○ oui ○ non



RÉPONSE PAYEÉ

PAYS-BAS

TNT MAILFAST

HEWLETT-PACKARD CORVALLIS DIVISION
SFO/PDX/701118

(Netherlands) B.V.

Antwoordnummer 495 2130 WB Hoofddorp

Guide d'initiation du HP 48G

Référence HP 00048-90128
Imprimé en Allemagne

Edition 3

Avertissement

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

1. HPF ne garantit, ni la fiabilité, ni les conséquences d'utilisation de ses produits logiciels lorsqu'ils sont utilisés sur du matériel dont elle n'a pas assuré la fourniture.

2. Les informations contenues dans ce manuel sont originales. Elles ont été conçues et mises au point par Hewlett-Packard. L'acheteur s'interdit en conséquence, sauf accord écrit de HPF :

   - de les divulguer ou d'en faciliter la divulgation ;
   - de les copier ou de les reproduite en tout ou partie ;
   - de les traduite 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 Shushan 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 à ce manuel.

Historique d'impression

Edition 1 ..... Juin 1993
Edition 2 ..... Août 1993
Edition 3 ..... Mars 1994

Table des matières

1. Préambule

A propos de ce manuel 1-2
Leçon 1 : Prenez un bon départ 1-3
Allumer et éteindre le HP 48 1-3
Régler le contraste 1-3
Préparer les exemples du didacticiel intégré 1-3
Régler la date et l'heure 1-4
Régler le signal sonore, l'horloge et le séparateur décimal 1-4

2. Introduction au calculateur HP 48

Leçon 2 : Objets mathématiques et HP 48 2-2
Correction d'un objet dans la ligne de commande . . 2-5
Suppression d'objets de la pile 2-6
Leçon 3 : Saisie des caractères 2-7
Le clavier [α] 2-7
Caractères spéciaux 2-8
Leçon 4 : Utilisation des menus 2-10
La touche [NXT] 2-10
Leçon 5 : Brève présentation du HP 48 2-11
Environnements de saisie 2-11
Environnements d'application 2-13
Environnements utilitaires 2-16

3. Opérations arithmétiques

Leçon 6 : Opérations arithmétiques 3-2
Utilisation de la pile 3-2
Méthode algébrique 3-4
Utilisation de l'application EquationWriter 3-5
Leçon 7 : Utilisation d'autres fonctions mathématiques 3-7
Leçon 8 : Opérations arithmétiques sur des fractions . 3-8

Leçon 9 : Opérations arithmétiques sur des variables symboliques 3-9
Leçon 10 : Opérations arithmétiques sur des nombres complexes 3-10
Leçon 11 : Opérations arithmétiques sur des unités . . 3-13
Conversion des unités 3-14

4. Description et utilisation de la mémoire
Leçon 12 : Description de la mémoire 4-2
Leçon 13 : Création de variables 4-4
Leçon 14 : Organisation des variables 4-6
Leçon 15 : Modification et suppression de variables . . 4-8
Leçon 16 : Utilisation de variables dans des calculs . . 4-10

5. Résolution d'équations
Leçon 17 : Résolution numérique pour une variable . . 5-2
Recherche de plusieurs solutions 5-3
Interprétation des résultats 5-4
Leçon 18 : Résolution symbolique pour une variable . . 5-8
Leçon 19 : Calcul de toutes les racines d'un polynôme . 5-10
Leçon 20 : Résolution d'un système d'équations linéaires 5-12

6. Tracé d'équations et analyse de graphes
Leçon 21 : Tracé d'une fonction 6-2
Leçon 22 : Modification de l'affichage d'un tracé . . . 6-4
Leçon 23 : Tracé de plusieurs fonctions 6-5
Leçon 24 : Tracé de fonctions en trois dimensions . . . 6-8
Leçon 25 : Types de tracés 6-12
Leçon 26 : Calcul graphique des racines d'une fonction 6-15
Leçon 27 : Calcul d'une pente, de tangentes et de points critiques 6-18
Leçon 28 : Aires inférieures d'une courbe 6-20

7. Calcul différentiel, statistiques et mathématiques avancées
Leçon 29 : Calcul de dérivées 7-2
Leçon 30 : Calcul d'intégrales 7-4
Leçon 31 : Données et statistiques 7-7
Leçon 32 : Calcul de régression sur des paires de données 7-9
Leçon 33 : Equations différentielles 7-11
Leçon 34 : Calculs algébriques linéaires 7-14

8. Fonctions particulières
Leçon 35 : Transfert via les ports infrarouges 8-2
Leçon 36 : Utilisation d'un ensemble d'équations de la bibliothèque 8-3
Leçon 37 : Utilisation des bibliothèques 8-7

9. En cas de problème
Leçon 38 : Messages d'erreur 9-1
Leçon 39 : Dépannage 9-2

1

Préambule

Aussi facile d'emploi qu'un calculateur. Les calculateurs de la série HP 48G sont dotés d'une interface graphique spécifique, inspirée de la génération actuelle des environnements logiciels des PC de bureau. Cette interface vous guide, de manière progressive et rapide, dans vos applications de calcul. Qu'il s'agisse de résoudre des équations simultanées, de tracer des équations paramétriques, de résoudre symboliquement une intégrale ou d'analyser un ensemble de données, les deux modèles HP 48 vous permettent de travailler intuitivement et en terrain connu pour obtenir des résultats explicites.

Aussi puissant qu'un ordinateur. Les calculateurs de la série HP 48G possèdent une ROM intégrée de 512Ko et une RAM pouvant aller jusqu'à 128Ko. Tous les modèles HP 48 offrent la même puissance de traitement qu'un logiciel spécialisé très onéreux, mais au format poche. Vous pouvez donc en disposer à tout moment, où que vous soyez. La série HP 48 est équipée d'outils de gestion de la mémoire, d'un langage structuré de programmation et de fonctions avancées de gestion des entrées-sorties : toutes les caractéristiques d'un ordinateur de taille normale.

A propos de ce manuel

Le *Guide d'initiation du HP 48G* est conçu de façon à vous familiariser avec l'utilisation du HP 48. Il est structuré en leçons, qui, au moyen d'exemples, vous indiquent comment réaliser des tâches données. Les leçons sont regroupées en chapitres.

Le *Guide d'initiation du HP 48G* ne fournit pas un exemple pour chaque fonctionnalité du HP 48. Toutefois, il doit vous permettre d'acquérir les connaissances et la maîtrise nécessaires pour continuer l'exploration par vous-même. Si vous souhaitez approfondir une application, consultez le *Manuel d'utilisation du HP 48G.*

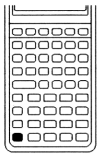
Voici quelques conseils :

- *Commencez par la leçon 1.* Celle-ci explique comment configurer l'appareil afin que les leçons suivantes se déroulent correctement. Abordez ensuite les leçons dans l'ordre qui vous convient. Parfois, un exemple sera créé à partir des résultats des calculs antérieurs; ainsi,si l'écran de votre HP 48 ne correspond pas aux paramètres figurant dans l'exemple, modifiez votre écran et continuez.
- *Exécutez les exemples.* Ils vous donneront un bon aperçu de la façon dont vous pouvez utiliser le HP 48. L'apprentissage est en effet plus rapide et plus facile si vous actionnez les touches et si vous visualisez le fonctionnement du HP 48.
- *Ne vous affolez pas.* Vous pouvez à tout moment éteindre le HP 48. Lorsque vous le rallumez, il est prêt à poursuivre là où vous vous êtes interrompu. Si vous rencontrez des difficultés, consultez le chapitre 9, "En cas de problème", à la fin de ce manuel.

Leçon 1 : Prenez un bon départ

Voici quelques éléments pour préparer le HP 48 avant de commencer.

Allumer et éteindre le HP 48



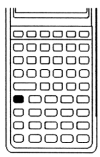
- Appuyez sur [ON] pour mettre le calculateur sous tension. (La touche [ON] est mise en valeur dans le dessin ci-contre).
- Appuyez sur [→] [OFF] pour le mettre hors tension. La touche [OFF] est en fait la version *shiftée* (touche [→] verte) de [ON] .

Pour économiser l'énergie de ses piles, le calculateur s'éteint après 10 minutes de non utilisation. De plus, éteindre le HP 48 n'entraîne pas la perte des données en cours, contrairement à certains appareils de ce type ou à certains ordinateurs.

Régler le contraste

- Le calculateur étant sous tension, maintenez la touche [ON] enfoncée et appuyez simultanément sur [+] (plus sombre) ou [−] (plus clair).

Préparer les exemples du didacticiel intégré



1. Tout en maintenant la touche [α] enfoncée (mise en évidence dans la figure de droite), appuyez en séquence sur les touches [COS]T, [ ]E, [ ]A, [ ]C, [PRG]H de façon à frapper le mot TEACH en bas de la zone d'affichage. Puis relâchez la touche [α].
2. Appuyez sur [ENTER].

La commande TEACH réinitialise les modes du calculateur à leurs valeurs par défaut et charge plusieurs fonctions, ensembles de données et autres objets nécessaires aux exemples du *Guide d'initiation du HP 48G* et du *Manuel d'utilisation du HP 48G*.

Pour supprimer les objets créés par TEACH, frappez CLTEACH (en maintenant la touche [α] enfoncée comme précédemment) et appuyez sur [ENTER].

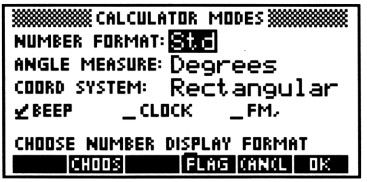
Régler la date et l'heure

1. Ouvrez l'application TIME et choisissez
   Set time and date:
   [→] [TIME] [▲] OK .

2. Indiquez l'heure, les minutes et les secondes, en appuyant sur [ENTER] après chaque saisie.
3. *Facultatif.* Pour obtenir le format 24 heures, appuyez sur [+/−] jusqu'à ce que 24-hr s'affiche.
4. Appuyez sur [▶] pour déplacer la mise en valeur puis frappez le jour, le mois et l'année, en appuyant sur [ENTER] après chaque saisie.
5. *Facultatif.* Pour afficher la date au format jour-mois-année, appuyez sur [+/−] jusqu'à ce que D.M.Y s'affiche.
6. Appuyez sur OK lorsque vous avez terminé.

Régler le signal sonore, l'horloge et le séparateur décimal

1. Ouvrez l'utilitaire MODES :
   [→] [MODES]



2. *Facultatif.* Si vous souhaitez *désactiver* le signal sonore, amenez le curseur sur la zone BEEPER et appuyez sur ✓CHK afin de supprimer la coche.
3. *Facultatif.* Si vous voulez que la date et l'heure figurent en permanence sur l'écran principal du calculateur, amenez le curseur sur la zone CLOCK et appuyez sur ✓CHK pour la cocher.

4. *Facultatif.* Pour utiliser la virgule au lieu du point décimal, amenez le curseur sur la zone FM et appuyez sur ✔CHK pour la cocher.

   Remarque : lorsque la virgule est utilisée comme séparateur décimal, le point virgule sert à séparer les arguments entre parenthèses (exemple : (3;4) et 'ƒ(0;1;X^2;X)' au lieu de (3,4) et 'ƒ(0,1,X^2,X)').
5. Une fois ces options définies, appuyez sur OK.

2

Introduction au calculateur HP 48

Ce chapitre constitue une brève introduction au calculateur HP 48, dont il présente la conception, les principes de fonctionnement et la grande puissance de calcul mathématique. Vous y trouverez notamment comment :

- Utiliser la pile et la ligne de commande.
- Entrer des objets mathématiques (nombres, équations, matrices, unités).
- Saisir un texte, y compris les caractères mathématiques et les caractères spéciaux de certaines langues étrangères.
- Rectifier les erreurs d'entrée et corriger des objets.
- Utiliser les menus et s'y déplacer.
- Accéder aux environnements conviviaux du HP 48.

Leçon 2 : Objets mathématiques et HP 48

De multiples objets sont nécessaires pour décrire et résoudre les problèmes mathématiques et scientifiques. Nombres réels (avec ou sans unité), nombres complexes, vecteurs, matrices, fonctions, variables, équations, tracés, points, séquences, mots et phrases, programmes ... , le HP 48 est en mesure de les gérer tous et plus encore.

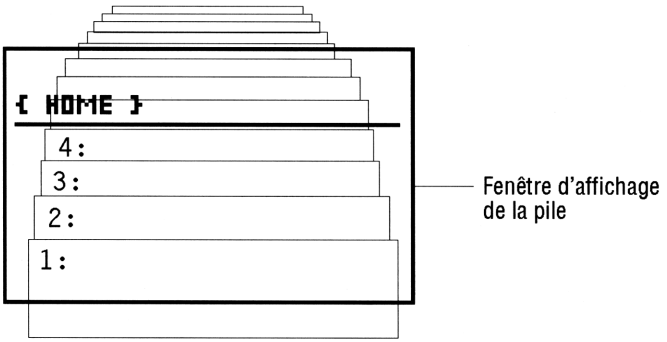
Concept	Exemple	Objet HP 48
Nombre réel	14.75	`14.75`
... avec unité	14.75 m/s	`14.75_m/s`
Nombre complexe	$3 + 4\mathbf{i}$	`(3,4)`
... représ. polaire		`(5,∠53.1)`
Paire ordonnée	(4,-6)	`(4,-6)`
Coordonnées	(8.25,12.1)	`(8.25,12.1)`
Constante symbolique	π	`'π'`
Variable	x	`'x'`
Vecteur	$4\mathbf{i} + \mathbf{j} - 3\mathbf{k}$	`[ 4 1 -3 ]`
... représ. polaire		`[ 5 ∠40 ∠126 ]`
Matrice	$\begin{bmatrix} 3 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & -2 \end{bmatrix}$	`[[ 3 -4 1 ]` `[ 0 1 -2 ]]`
Chaîne de texte	Débuter ici	`"Débuter ici."`
Quantité av.libellé	Volume = 6.74 ml.	`VOL: 6.74_ml`
Equation	$4x^3 - 5xy^2 = 9x + y$	`'4*x^3-5*x*y^2=9*x+y'`
Expression	$\sin(x)$.	`'SIN(x)'`
Séquence	0,1,1,2,3,5	`{ 0 1 1 2 3 5 }`
Commande	Dessiner le tracé.	`DRAW`
Programme	Trouver les racines carrées	`« √ DUP NEG »`
Liste	2, "TWO", DRAW	`{ 2 "TWO" DRAW }`

Grâce à sa *pile d'objets* ("pile" en abrégé), le HP 48 permet de passer facilement d'un objet à un autre lors de la résolution d'un problème, d'une analyse de données ou d'une communication de résultats.

Représentez-vous la pile comme une sorte de "boîte à fiches" dans laquelle le HP 48 range tous les objets qu'il utilise au cours des calculs, des résolutions de problèmes, des tracés et des évaluations.

Chaque objet, indépendamment de sa taille, occupe exactement une "fiche". L'objet de la première fiche est dit de "niveau 1", celui de la deuxième de "niveau 2", et ainsi de suite. La quantité de mémoire disponible constitue la seule limite au nombre d'objets de la pile.

L'affichage principal du HP 48 est l'*affichage de la pile*. Il s'agit d'une fenêtre montrant une partie du contenu de la pile à un moment donné.



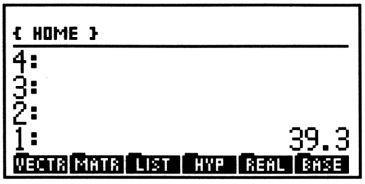
Représentation de la pile

L'entrée et la sortie des objets s'effectuent au niveau 1 de la pile. Autrement dit, lorsque vous y introduisez un nouvel objet, la "fiche" correspondante est placée (au niveau 1) devant celles qui sont déjà dans la "boîte", décalant les autres vers l'arrière (à cette occasion, le niveau de chaque objet s'incrémente d'une unité).

Exemple : Introduction d'objets dans la pile : 39.3, { 1 2 4 8 }, (4,5), 7, .99479.

Etape 1: Saisissez le premier nombre.

39.3 ENTER



Etape 2: Frappez les délimiteurs ({}) de la liste.

◀ {}

Etape 3: Saisissez le contenu de la liste, en séparant chaque élément par un espace.

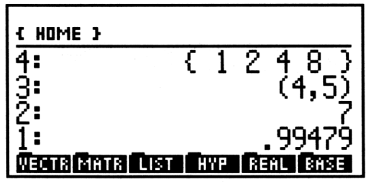
1 SPC 2 SPC 4 SPC 8

Etape 4: Entrez la liste.

ENTER

Etape 5: Saisissez les objets restants.

◀ () 4 SPC 5 ENTER
7 ENTER
.99479 ENTER



Correction d'un objet dans la ligne de commande

Vous l'avez sans doute constaté, dès que vous commencez à saisir les données d'un objet, elles apparaissent au-dessous de la pile, sur une ligne spécifique qui est la *ligne de commande*. Elle peut s'étendre sur plusieurs lignes si besoin est pour contenir les objets quelle que soit leur taille. Les objets en cours de création restent sur la ligne de commande jusqu'à ce que vous appuyiez sur [ENTER]. Ils sont alors placés dans la pile et la ligne de commande disparaît.

Il n'est pas rare, au moment de la création d'objets, de faire des fautes de frappe, mais il est tout aussi facile de les corriger. En effet, la ligne de commande est conçue comme une zone de travail dans laquelle vous pouvez créer, modifier, corriger un objet avant de le valider lorsque vous le considérez comme "prêt".

Tant que la ligne de commande est affichée, vous pouvez apporter toutes les corrections souhaitées. La liste ci-dessous récapitule les touches de correction et leur fonction :

[CANCEL] Efface la totalité de la ligne de commande, de sorte qu'elle disparaît jusqu'à ce que vous repreniez la saisie.

[◀] Déplace le curseur (▪) vers la gauche.

[▶] Déplace le curseur vers la droite.

[▲] Déplace le curseur d'une ligne vers le haut (pour les objets nécessitant plusieurs lignes).

[▼] Déplace le curseur d'une ligne vers le bas (pour les objets nécessitant plusieurs lignes).

[←] Efface le caractère à gauche du curseur.

[DEL] Efface le caractère à la position du curseur clignotant.

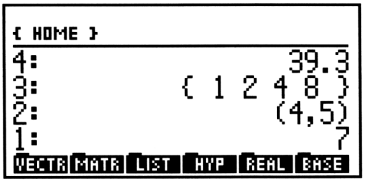
Ces touches servent à la correction *uniquement lorsque vous utilisez la ligne de commande*. Sinon, elles exécutent l'opération indiquée au-dessus de chacune d'elles. Lorsque la ligne de commande n'est pas affichée, [←] devient [DROP], [DEL] devient [CLEAR] et ainsi de suite. Ceci vous permet d'effectuer rapidement ces opérations (il n'est pas nécessaire d'appuyer sur la touche shift [↰] en premier).

Suppression d'objets de la pile

Exemple : Vous allez à présent supprimer des objets de la pile.

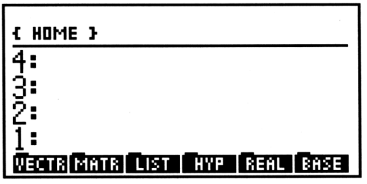
Etape 1: Supprimez l'objet de niveau 1. Notez que les autres objets descendent d'un niveau.

DROP



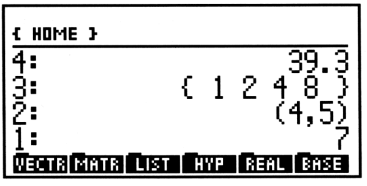
Etape 2: Effacez tous les objets de la pile.

CLEAR



Etape 3: Vous avez un doute après avoir effectué ce dernier effacement avec la touche CLEAR. Rétablissez la pile telle qu'elle était avant cette opération.

→ UNDO

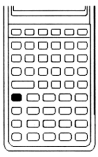


Etape 4: Après avoir revu les objets de la pile, vous décidez finalement que vous pouviez les effacer : appuyez sur CLEAR.

Leçon 3 : Saisie des caractères

Plus de 200 caractères sont disponibles sur le HP 48. Ils sont utilisables dans des chaînes de texte et, avec certaines restrictions, dans des noms de variables et des équations. La plupart de ces caractères sont disponibles sur le clavier Alpha ([α]) et tous sont accessibles à l'aide de la fonction CHARS.

Le clavier [α]



La touche [α] est une touche préfixe spéciale (comme shift) qui transforme le clavier en une sorte de machine à écrire. Lorsque le témoin **α** figure en haut de l'affichage, la pression d'une touche affiche le caractère alpha correspondant au lieu d'exécuter l'opération qui lui est associée.

Seules les majuscules figurent sur le clavier (en blanc, dans l'angle inférieur droit de chaque touche).

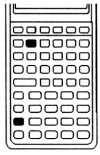
Vous pouvez activer le témoin **α** (c'est-à-dire passer en *mode alpha*) de plusieurs façons, à votre convenance :

[α]	Active le mode alpha pour la touche suivante uniquement.
[α][◀]	Active le clavier alpha en minuscules ([◀]) pour la touche suivante uniquement.
[α][▶]	Active le clavier alpha étendu ([▶]) pour la touche suivante uniquement.
[α][α]	Verrouille le clavier en mode alpha jusqu'à ce que vous appuyiez sur [α], [ENTER], ou [CANCEL].
[α]-(maintenue)	Active le clavier alpha aussi longtemps que vous maintenez la touche [α] enfoncée. Vous pouvez entre-temps appuyer sur d'autres touches.
[α][α][◀][α]	Verrouille le clavier alpha en minuscules jusqu'à ce que vous appuyiez sur [α], [ENTER], ou [CANCEL].

Exemples d'utilisation du clavier alpha :

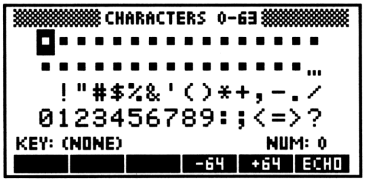
[α] A [α] B [α] C	→ ABC
[α]-(maintenue) A B C (relâchée)	→ ABC
[α] [α] A B C [α]	→ ABC
[α] A [α] [←] B [α] C	→ AbC
[α]-(maintenue) A [←]B C (relâchée)	→ AbC
[α] [α] A [←]B C [α]	→ AbC
[α] [α] [←] [α] A B C [α]	→ abc

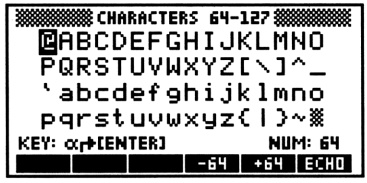
Caractères spéciaux

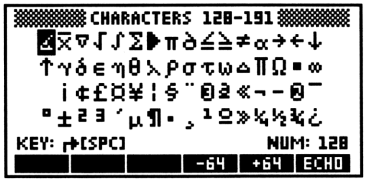


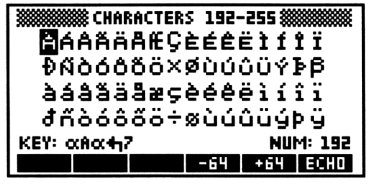
La fonction CHARS permet de placer un caractère quelconque dans la ligne de commande sans passer par le clavier. Appuyez sur [→] [CHARS].

Les 256 caractères sont regroupés sur quatre écrans de 64 :









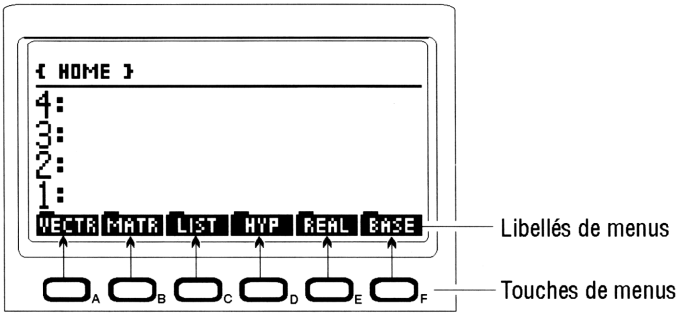
Appuyez sur -64 ou +64 pour passer d'un écran à l'autre et sur les touches fléchées pour y déplacer le curseur. Notez que les équivalents clavier alpha des caractères mis en valeur s'affichent à côté de la zone KEY: en bas à gauche.

Une fois le caractère sélectionné, appuyez sur ECHO pour le placer dans la ligne de commande. Appuyez sur CANCEL pour quitter la fonction CHARS.

Leçon 4 : Utilisation des menus

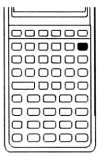
Le HP 48 dispose de 49 touches pour accéder à plus d'un millier d'opérations grâce à l'utilisation de *menus*.

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 libellés sont pourvus d'un "onglet" en haut à gauche. L'opération correspondante n'a pas d'effet sur les données ; elle permet simplement d'accéder à un autre menu ou à une autre application.

La touche NXT



Les menus comportent souvent plus de six choix d'opérations. Dans ce cas, ils ont plusieurs "pages". La touche NXT sert à afficher la page suivante du menu en cours. Appuyez sur ◀ PREV pour revenir à la page précédente.

Si nécessaire, vous pouvez passer rapidement d'un menu à un autre. Appuyez sur ▶ MENU pour afficher le menu précédemment utilisé.

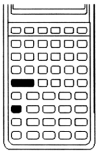
Leçon 5 : Brève présentation du HP 48

Aussi puissante que soit la pile pour la manipulation des objets, certains problèmes imposent un environnement de travail spécifique. Cette leçon a pour but de vous présenter brièvement les différents environnements conviviaux dont dispose le HP 48.

Environnements de saisie

Vous avez déjà vu le principal environnement de saisie du HP 48, à savoir la ligne de commande. Cependant, certains des objets mathématiques gérés par le HP 48 possèdent un format naturel peu adapté à l'affichage sur la ligne de commande.

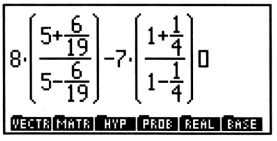
Création d'équations : ◀ EQUATION



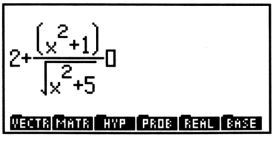
Les équations et expressions algébriques peuvent être saisies telles que vous avez coutume de les voir, et ce, grâce à un environnement spécial appelé *EquationWriter*. EquationWriter est une application pratique qui permet d'écrire n'importe quelle équation sous une forme usuelle (voir exemple de la leçon 6).

Exemples :

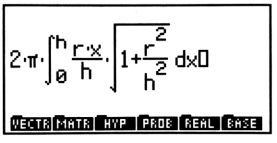
$$8\left(\frac{5+\frac{6}{19}}{5-\frac{6}{19}}\right)-7\left(\frac{1+\frac{1}{4}}{1-\frac{1}{4}}\right)$$



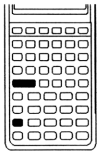
$$2+\frac{x^2+1}{\sqrt{x^2+5}}$$



$$2\pi\int_0^h \frac{rx}{h}\sqrt{1+\frac{r^2}{h^2}}\,dx$$



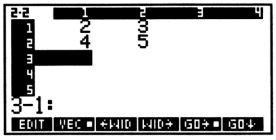
Création de matrices : → MATRIX



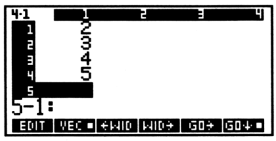
L'application *MatrixWriter* permet de saisir des matrices de nombres réels ou complexes telles qu'elles sont représentées dans les ouvrages spécialisés. Les leçons 20 et 34 donnent des exemples concrets d'utilisation de MatrixWriter.

Exemples :

$$\begin{bmatrix} 2 & 3 \\ 4 & 5 \end{bmatrix}$$

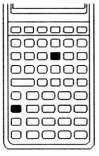


$$\begin{bmatrix} 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{bmatrix}$$



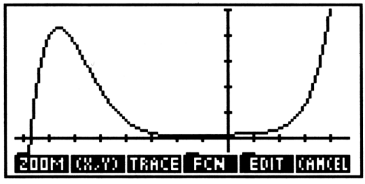
$$\begin{bmatrix} 3-\mathrm{i} & -2+2\mathrm{i} \\ -6 & 4-7\mathrm{i} \end{bmatrix}$$

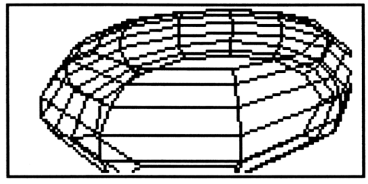
Création d'éléments graphiques : ← PICTURE

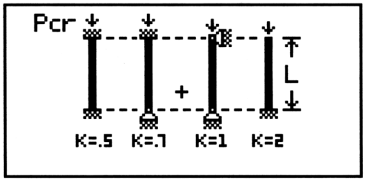


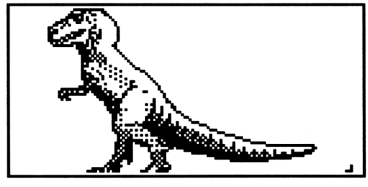
PICTURE permet d'accéder à l'environnement graphique du HP 48 (appelé *PICT*). Vous tracez des graphiques et dessinez à main levée dans la fenêtre (sorte de "tableau noir") de cet environnement. Consultez le chapitre 6 de ce manuel ou les chapitres 22-24 du *Manuel d'utilisation du HP 48G* pour de plus amples informations sur les tracés. Voir aussi le chapitre 9 du *Manuel d'utilisation du HP 48G* pour plus de détails sur le dessin à main levée.

Exemples :





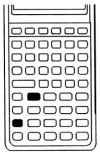




Environnements d'application

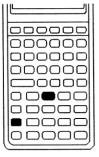
Ces applications facilitent votre tâche dans le cadre d'un problème spécifique ou d'une activité donnée. A cet effet, des *masques de saisie* et des *listes de sélection* permettent d'indiquer les informations nécessaires, qui sont affichées de manière adaptée. Pour avoir un aperçu de ces applications, appuyez sur les touches correspondantes, puis sur CANCEL pour revenir à l'affichage de la pile.

Résolution d'équations : ↱ SOLVE

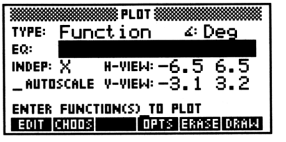


La liste de sélection de SOLVE permet de choisir le type de problème à résoudre.

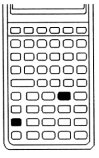
Fonctions de tracé : ↱ PLOT



PLOT permet de choisir l'un des 15 types de tracé disponibles. Le masque de saisie affiche les options correspondant au type de tracé sélectionné.

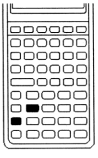


Mathématiques symboliques : ↱ SYMBOLIC

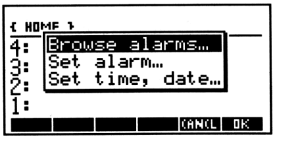


L'application SYMBOLIC permet d'effectuer des calculs spécifiques, ainsi que des manipulations symboliques d'ordre général.

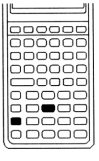
Gestion du temps : ↱ TIME



Vous avez déjà utilisé TIME dans la première leçon pour régler l'heure et la date. Vous pouvez aussi définir des alarmes pour mieux gérer votre temps.

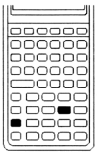


Statistiques et analyse des données : ↱ STAT

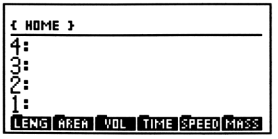


L'application STAT permet de saisir des données dans une matrice pour collecter des statistiques descriptives ou calculer une régression.

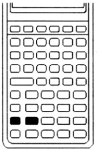
Gestion des unités : → UNITS



UNITS permet d'associer des unités (parmi plus de 100 possibles) à des nombres réels. Le HP 48 les conserve en mémoire pendant les calculs.

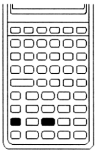


Impression et transfert des données : → I/O

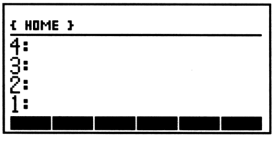


L'application I/O permet d'imprimer des objets ou de transférer des données entre deux HP 48, ou entre le HP 48 et un ordinateur.

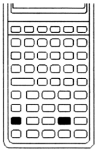
Utilisation de programmes externes : → LIBRARY



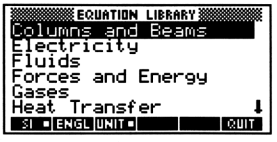
L'application LIBRARY permet de gérer et de rappeler des programmes externes et des objets stockés sur des cartes enfichables ou sur une unité de sauvegarde.



Utilisation des équations intégrées : → EQ LIB



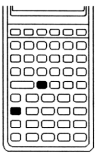
L'application EQ LIB offre plus de 300 équations intégrées que vous pouvez utiliser pour résoudre vos problèmes.



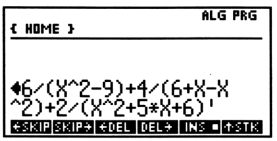
Environnements utilitaires

Le calculateur dispose de quatre environnements interactifs spécifiques pour gérer et organiser vos activités et définir son propre fonctionnement. Ces environnements s'utilisent de façon autonome ou en association avec les applications.

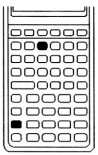
Correction d'objets préalablement créés : ◀ EDIT



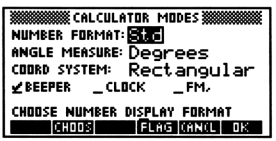
L'environnement EDIT est une version évoluée de la ligne de commande, permettant de corriger des objets après leur introduction dans la pile.



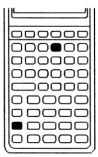
Définition des modes du calculateur : ▶ MODES



Vous avez déjà utilisé MODES à la leçon 1. Cet environnement sert à définir les différents modes du calculateur et à modifier le paramétrage des indicateurs.

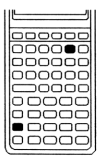


Stockage, rappel et organisation des variables : ▶ MEMORY

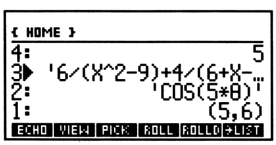


MEMORY permet de nommer, stocker, visualiser, rappeler, supprimer et réorganiser des objets enregistrés dans la mémoire utilisateur.

Visualisation et organisation des objets dans la pile : ▶ STACK



STACK permet de visualiser et de manipuler les objets stockés temporairement dans la pile.



3

Opérations arithmétiques

Ce chapitre illustre différents types de calcul sur :

- Des nombres réels.
- Des fractions.
- Des variables symboliques.
- Des nombres complexes.
- Des unités.

Leçon 6 : Opérations arithmétiques

Il y a deux façons de "faire" de l'arithmétique avec le HP 48. L'utilisation de la pile constitue la meilleure méthode pour le calcul direct portant sur un ou plusieurs nombres. La méthode algébrique est plus adaptée lorsque vous souhaitez décrire une opération par une formule (que vous pouvez vérifier ou réutiliser), avant de l'évaluer.

Utilisation de la pile

Nous allons prendre un exemple pour illustrer le fonctionnement de la pile durant un calcul. En fait, la méthode est très proche de l'opération manuelle enseignée à l'école primaire ! Ainsi, pour soustraire 7.2 de 8.9 par exemple, vous les écrivez sur le papier, *puis* vous effectuez l'opération. (Nous continuerons à saisir les chiffres avec le point comme séparateur décimal, mais vous pouvez les saisir avec la virgule si vous avez choisi cette option à la fin de la leçon 1).

$$\begin{array}{r} 8.9 \\ -\ 7.2 \\ \hline 1.7 \end{array}$$

La pile du HP 48 fonctionne exactement de la même manière. Introduisez les nombres ou *arguments*, puis effectuez l'opération.

Exemple : Soustrayez 7.2 de 8.9 :

Etape 1: Entrez les nombres. Notez que vous le faites dans l'ordre naturel d'une écriture sur papier.

8.9 ENTER 7.2 ENTER

Etape 2: Effectuez la soustraction. Cette opération supprime les objets des deux premiers niveaux de la pile (notez l'ordre) et affiche la différence au niveau 1.

−

La saisie des nombres dans la pile et leur utilisation dans la pile pendant les calculs sont les deux principes qui sous-tendent toutes les opérations du HP 48. Ainsi, le calculateur fonctionne de manière très efficace car le résultat du calcul reste en haut de la pile, directement utilisable par la commande suivante.

Exemple : Divisez le résultat précédent par 1.3. Le numérateur (résultat du précédent calcul) est déjà entré, de sorte que vous n'avez qu'à taper le dénominateur et effectuer l'opération.

1.3 ENTER ÷

Les exemples suivants introduisent un raccourci clavier que nous n'avons pas encore mentionné. Lors de calculs effectués au moyen de la pile, les touches "mathématiques", telles que le signe +, déclenchent automatiquement le processus d'entrée ENTER avant l'exécution de l'opération. Cela permet d'utiliser la séquence 8.9 ENTER 7.2 − au lieu de 8.9 ENTER 7.2 ENTER −, pour soustraire 7.2 de 8.9.

Effectuez les calculs suivants au moyen des touches mathématiques de la quatrième rangée. Notez qu'après chaque opération, le résultat est disponible pour la suivante.

Exemple : Calculez $\frac{1}{62.5}$.

CLEAR 62.5 1/x

Exemple : Calculez 20^{-2}.

CLEAR 20 ENTER 2 +/− y^x

Exemple : Calculez $4e^{2\sqrt{5}}$.

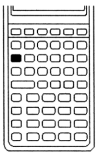
CLEAR 4 ENTER 2 ENTER 5
√x × ↶ e^x ×

Exemple : Calculez $\frac{15}{.06 \times 14.5}$.

15 ENTER
.06 ENTER 14.5 × ÷

Méthode algébrique

Le HP 48 s'avère aussi efficace avec cette méthode qu'avec la précédente. Au lieu de l'approche directe et immédiate, la méthode algébrique permet de saisir une formule que vous pouvez vérifier ou stocker en vue d'une utilisation ultérieure. Ce calcul s'effectue également en deux étapes : la création et la saisie de la formule, puis son évaluation pour obtenir le résultat.



La formule algébrique doit être délimitée par des *apostrophes* (' '), afin que le HP 48 la considère comme telle et n'en traite pas les opérations mathématiques comme une série de commandes directes. La touche "apostrophe" (') est mise en évidence dans le dessin ci-contre.

Exemple : Calculez $\frac{1}{62.5}$ en appliquant la méthode algébrique.

Etape 1: Entrez l'expression algébrique.

' 1 ÷ 62.5 ENTER

Etape 2: Evaluez l'expression pour obtenir un résultat numérique.

EVAL

Exemple : Calculez 20^{-2}.

CLEAR ' 20 y^x +/– 2 EVAL

Exemple : Calculez $4e^{2\sqrt{5}}$.

CLEAR ' 4 × ◀ e^x 2 × $\sqrt{x}$ 5 EVAL

Exemple : Calculez $\frac{15}{.06\times 14.5}$.

CLEAR ' 15 ÷ ◀ ( ) .06 × 14.5 EVAL

Utilisation de l'application EquationWriter

Pour les équations ou les calculs plus complexes, le HP 48 dispose d'*EquationWriter*, une application spécifique pour saisir les expressions algébriques. Avec EquationWriter, vous n'utilisez pas d'apostrophes car *tout* ce que vous créez ici est algébrique. Voici quelques exemples pour vous exercer.

Exemple : Reprenez l'exemple précédent avec EquationWriter.

Etape 1: Appelez EquationWriter et introduisez l'équation.

◀ EQUATION
15 ÷ .06 × 14.5

Etape 2: Evaluez l'expression.

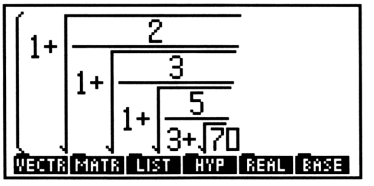
EVAL

Exemple : Avec EquationWriter, trouvez une approximation de nombre réel pour l'expression suivante :

$$\left(1+\sqrt{\frac{2}{1+\sqrt{\frac{3}{1+\sqrt{\frac{5}{3+\sqrt{7}}}}}}}\right)\frac{3^{\frac{2}{3}}+4}{11}$$

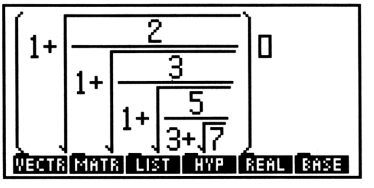
Etape 1: Créez l'expression entre parenthèses.

◀ EQUATION
◀ ( ) 1 +
√x 2 ÷ 1 +
√x 3 ÷ 1 +
√x 5 ÷ 3 +
√x 7



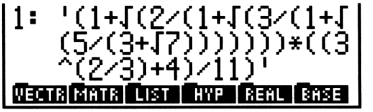
Etape 2: Déplacez le curseur jusqu'à ce qu'il sorte de la parenthèse fermante. Pour le moment, il est "enfoui" sous des couches de sous-expressions (racines carrées et quotients).

▶ (8 fois)
(ou le raccourci ↷ ▶)



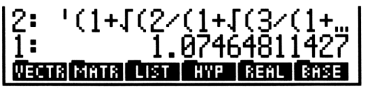
Etape 3: Saisissez la fin de l'expression. Notez que la touche ▲ permet de débuter un numérateur ayant plusieurs termes. La formule est affichée au niveau 1 de la pile sous la forme d'une ligne, telle que vous auriez dû l'entrer *si vous n'aviez pas disposé d'EquationWriter.*

× ▲ 3 y^x 2 ÷ 3
▶ ▶ + 4 ▶ (ou ▼) 11
ENTER



Etape 4: Faites une copie de l'expression en "l'entrant" à nouveau. Puis procédez à son évaluation.

ENTER
EVAL



Leçon 7 : Utilisation d'autres fonctions mathématiques

Le HP 48 permet d'exécuter de nombreuses autres fonctions mathématiques en utilisant le clavier, y compris les deux touches shift. D'autres encore sont regroupées dans des menus auxquels vous accédez à l'aide de la touche [MTH] (seconde rangée du clavier).

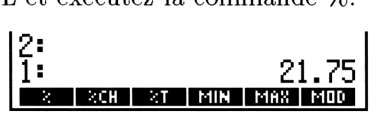
Exemple : Calculez 15 pour cent de 145. La commande % se trouve dans le menu MTH REAL.

Etape 1: Effacez la pile et tapez 145 puis 15. Accédez ensuite au menu MTH.

[CLEAR]
145 [ENTER] 15
[MTH]

Etape 2: Appelez le sous-menu REAL et exécutez la commande %.

REAL %



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

Etape 1: Effacez la pile et tapez 6. Accédez ensuite au menu MTH PROB.

[CLEAR]
6 [MTH] [NXT] PROB

Etape 2: Exécutez la commande !.

!

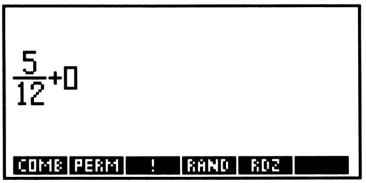
Leçon 8 : Opérations arithmétiques sur des fractions

Les fractions, réductibles ou non, et les expressions fractionnaires peuvent être représentées sur le HP 48 sous forme d'expressions algébriques. Pour entrer des fractions, utilisez EquationWriter.

Exemple : Additionnez $\frac{5}{12}$ et $1\frac{3}{4}$.

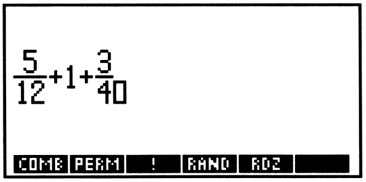
Etape 1: Démarrez EquationWriter et tapez la première fraction.

CLEAR ◀ EQUATION
5 ÷ 12 ▶ +



Etape 2: Introduisez la deuxième fraction. Lorsque vous saisissez une telle expression fractionnaire, vous devez inclure le signe + entre l'entier et la fraction.

1 + 3 ÷ 4



Etape 3: Evaluez l'expression. Le résultat prend la forme d'un nombre décimal.

EVAL

Etape 4: Convertissez ce résultat en fraction.

◀ SYMBOLIC NXT →Q

Leçon 9 : Opérations arithmétiques sur des variables symboliques

Les opérations arithmétiques sur des variables symboliques diffèrent peu des opérations sur les nombres. Ainsi, vous pouvez effectuer des calculs symboliques à l'aide de la pile, si ce n'est, qu'à la place des nombres, vous utilisez des objets algébriques délimités par des apostrophes.

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

Etape 1: Tapez y et le nombre 1.

CLEAR
' α ◀ Y ENTER 1 ENTER

Etape 2: Tapez l'argument $-ax$.

' − α ◀ A × α ◀ X
ENTER

Etape 3: Calculez e^{-ax}.

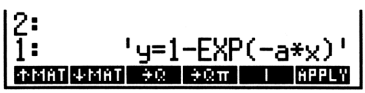
◀ e^x

Etape 4: Effectuez la soustraction pour calculer $1 - e^{-ax}$.

−

Etape 5: Formez une équation à partir des deux expressions.

◀ =

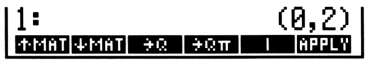


Leçon 10 : Opérations arithmétiques sur des nombres complexes

Les possibilités du HP 48 en matière de nombres complexes peuvent influencer le résultat 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.

Exemple : Calculez la racine carré de -4.

4 [+/-] [√x]



Le résultat est un *nombre complexe*, affiché sous forme d'une paire ordonnée. Le premier terme est la partie réelle, le second est la partie imaginaire. Cette réponse est $0 + 2i$ ou simplement $2i$ (la racine carrée principale de -4).

Vous pouvez afficher les nombres complexes en représentation rectangulaire ($x + y\mathbf{i}$) ou polaire ($r(\cos\theta + \mathbf{i}\sin\theta)$). Le HP 48 gère les deux formes, bien qu'elles soient entrées en tant que paires ordonnées, respectivement (x, y) et (r, θ).

Comme un nombre réel, un nombre complexe est un simple objet. De nombreuses fonctions qui manipulent des nombres réels acceptent aussi des nombres complexes. Ceux-ci peuvent servir d'arguments dans des expressions arithmétiques ou symboliques.

Exemple : Saisissez le nombre $3 + 4i$ (coordonnées rectangulaires). Appuyez sur [SPC] pour séparer les coordonnées.

[←] [( )] 3 [SPC] 4 [ENTER]

Exemple : Saisissez le nombre ayant un module de 5.39 degrés et une phase de 158.2 degrés (coordonnées polaires).

Etape 1: Définissez le mode Degrés, puis saisissez le nombre. (Le symbole ∡ est situé au-dessus de la touche [SPC]).

[→] [MODES] [▼] [α] D OK
[←] [( )] 5.39 [→] [∡] 158.2

Etape 2: Entrez le nombre polaire dans la pile. Il est converti conformément au mode de coordonnées en cours (dans ce cas, le mode rectangulaire).

ENTER

Etape 3: Ensuite, changez le mode de coordonnées et observez la modification des nombres complexes. (POLAR se trouve au-dessus de la touche MTH).

→ POLAR

Réappuyez sur → POLAR pour revenir au mode rectangulaire.

Effectuez quelques exercices, vous verrez que l'utilisation des nombres complexes dans les calculs est en fait très facile.

Exemple : Calculez :

$$\frac{(9+4i)+(-4+3i)}{(3+i)}$$

Etape 1: Saisissez les deux premiers nombres complexes.

CLEAR
← ( ) 9 SPC 4 ENTER
← ( ) 4 +/- SPC 3

Etape 2: Il est inutile d'appuyer sur ENTER avant d'appuyer sur +.

+

Etape 3: Divisez le résultat par $3 + i$.

← ( ) 3 SPC 1 ÷

Exemple : Calculez les racines carrées de $8 - 6i$.

Etape 1: Saisissez le nombre complexe.

◀ ( ) 8 SPC 6 +/–

Etape 2: Calculez la racine carrée principale et copiez-la.

√x ENTER

Etape 3: Calculez la racine carrée conjuguée.

MTH NXT CMPL NXT
CONJ

Les expressions algébriques contenant des nombres complexes peuvent être manipulées de manière symbolique de la même façon que des expressions faites de nombres réels.

Exemple : Calculez le sinus de (.6,2).

' SIN ◀ ( ) .6 ◀ , 2
EVAL

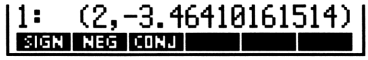
Exemple : A l'aide de l'application EquationWriter, saisissez une expression représentant le nombre complexe $2 - 2i\sqrt{3}$. Ensuite, évaluez-la pour obtenir un résultat complexe.

Etape 1: Saisissez l'expression.

◀ EQUATION
2 – 2 α ◀ I √x 3 ENTER

Etape 2: Convertissez l'expression afin d'obtenir un nombre.

◀ →NUM



Leçon 11 : Opérations arithmétiques sur des unités

Avec le HP 48, vous pouvez effectuer des calculs sans dissocier les nombres de leurs unités de mesure. Un *objet-unité* est un nombre réel associé à une unité de mesure, les deux parties étant reliées par le caractère de soulignement _. La fonction intégrée de gestion des unités permet de combiner nombres et unités pour effectuer des opérations arithmétiques sur les objets-unités ainsi obtenus. Dès lors que vous utilisez les unités adéquates, le système les conserve en mémoire pendant les calculs, puis renvoie la réponse dans l'unité souhaitée.

Exemple : Créez l'objet-unité `32_kg*m^2/s^2`.

Etape 1: Accédez au catalogue des unités, saisissez la partie numérique de l'objet, puis ajoutez la première unité.

Etape 2: Ajoutez la deuxième unité. A cet effet, rappelez l'écran principal du catalogue des unités pour sélectionner une autre catégorie. Notez que l'ajout d'une deuxième unité implique une multiplication.

Etape 3: Ajoutez les unités du dénominateur. Notez qu'en appuyant sur la touche shift-droite (→) avant l'unité choisie, il y a *division* : l'unité est adjointe au dénominateur et non au numérateur de l'unité composée.

Conversion des unités

Exemple : Convertissez `10_atm` (atmosphères) en `mmHg` (millimètres de mercure).

Etape 1: Créez l'objet-unité `10_atm`.

→ UNITS
NXT PRESS 10 ATM

Etape 2: Convertissez en millimètres de mercure. Notez que le fait d'appuyer sur la touche shift-gauche (←), puis sur l'unité, *convertit* automatiquement l'objet-unité dans la nouvelle unité.

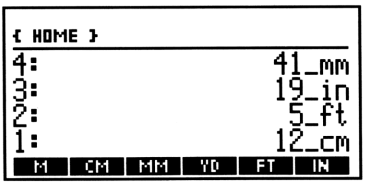
← MMH

Lorsque vous effectuez des opérations avec des objets-unités, le HP 48 mémorise les unités. Lorsque vous additionnez (ou soustrayez) différents objets-unités d'une même catégorie, le résultat est automatiquement converti dans l'unité du dernier objet saisi (de niveau 1).

Exemple : Additionnez les longueurs suivantes et affichez la réponse en centimètres : 41 mm, 19 in, 5 ft, et 12 cm

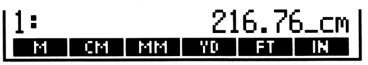
Etape 1: Saisissez les objets-unités dans la pile.

→ UNITS
LENG 41 MM
19 IN
5 FT
12 CM



Etape 2: Additionnez. Comme l'objet de niveau 1 est exprimé en `cm`, chaque addition donne lieu à une conversion en centimètres.

+ + +



Un dernier exemple pour illustrer la factorisation d'une expression-unité avec le HP 48.

Exemple : Factorisez `3.5_kg*m^2/s^2` par rapport à `N` (Newtons).

Etape 1: Saisissez l'objet-unité.

→ UNITS
3.5 MASS KG → UNITS
AREA M^2 → UNITS
TIME → S
→ S

Etape 2: Tapez l'unité à factoriser (valeur 1).

→ UNITS 1 NXT FORCE
N

Etape 3: Factorisez l'objet-unité, en utilisant le menu des commandes d'unités. (← UNITS).

← UNITS UFACT

4

Description et utilisation de la mémoire

La pile peut contenir un grand nombre d'objets, mais ceux-ci peuvent être effacés par une simple pression sur la touche CLEAR. Il est donc préférable de stocker dans la mémoire utilisateur les informations destinées à être réutilisées. Ce chapitre traite de l'organisation et de la gestion de la mémoire. Vous y trouverez notamment des explications sur les sujets suivants :

- Description de la mémoire du HP 48.
- Description des variables et des répertoires.
- Création de variables.
- Organisation des variables.
- Modification et suppression de variables.
- Utilisation de variables dans des calculs.

Leçon 12 : Description de la mémoire

Jusqu'à présent, nous avons considéré le HP 48 comme un calculateur, aux fonctions certes évoluées, mais, du point de vue de la mémoire, il s'apparente plutôt à un véritable ordinateur.

L'unité de stockage de base d'un ordinateur est le *fichier*. Les fichiers ont tous un nom. Pour le HP 48, on parlera d'objets nommés ou *variables*. La pile peut contenir des objets non nommés, mais si l'on souhaite les sauvegarder, il faut leur donner un nom à l'instar des fichiers informatiques. Une variable est en quelque sorte une zone de stockage nommée contenant un objet.

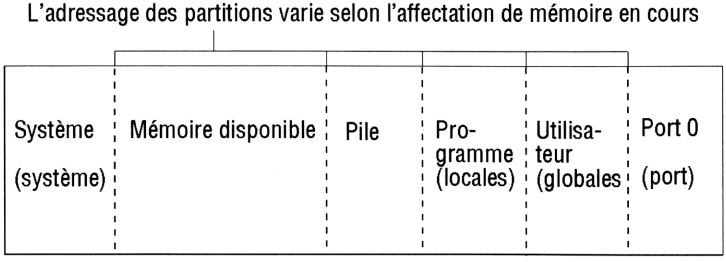
La taille et le type des variables diffèrent de manière considérable en fonction des objets qu'elles contiennent. Comme les fichiers informatiques, les variables sont organisées en *répertoires*, sortes de "dossiers de fichiers", qui facilitent leur recherche ultérieure.

Exemple : Déterminez la quantité de mémoire (en octets) actuellement disponible pour stocker des variables sur le HP 48.

(←)(MEMORY) MEM

Les variables du HP 48 sont stockées dans la mémoire SYSRAM ou pour les modèles HP 48 évolutifs, sur une carte mémoire enfichable. La mémoire SYSRAM est semblable à la RAM (mémoire à accès direct) d'un ordinateur de table, si ce n'est qu'elle est *rémanente* : son contenu ne s'efface pas à la mise hors tension du HP 48.

La figure suivante montre comment le HP 48 organise la SYSRAM, et les types de variables (entre parenthèses) stockés dans chaque secteur :



Représentation schématique de la mémoire SYSRAM dans le HP 48

Notez que plusieurs types de variables sont indiqués dans ce schéma :

- **Variables système.** Vous n'avez pas accès à ces variables. Elles sont utilisées et mises à jour par le système d'exploitation pour garder une trace de tout le travail effectué.
- **Variables locales.** Ce sont des variables temporaires créées par un programme, qui n'existent que *durant* l'exécution de celui-ci.
- **Variables globales.** Ce sont les variables que vous créez (en donnant un nom à un objet) et que vous pouvez modifier, évaluer et manipuler. Elles sont stockées dans la *mémoire utilisateur*, où elles sont rapidement et immédiatement accessibles. Les variables globales sont organisées dans des répertoires de manière hiérarchique.
- **Variables de port.** Elles sont comme des variables globales, sauf que vous ne pouvez pas les modifier et qu'elles ne peuvent pas être organisées hiérarchiquement. Elles sont stockées "à long terme" en *mémoire de port*. Le modèle HP 48G est doté d'un seul port (Port 0), mais le modèle HP 48GX peut être configuré avec 32 ports supplémentaires (chacun contenant 128 Ko de mémoire).

Les leçons du chapitre 4 décrivent certaines utilisations possibles de la mémoire utilisateur et des variables globales. Le *Manuel d'utilisation du HP 48G* contient des informations complémentaires sur les limites de la mémoire SYSRAM, la gestion de la mémoire (chapitre 5), ainsi que sur l'utilisation de la mémoire des ports (chapitre 28).

Leçon 13 : Création de variables

Nommer un objet équivaut à créer une variable globale. Vous stockez ainsi un objet dans la mémoire utilisateur en lui donnant un nom. Les noms peuvent être descriptifs, formés de 1 à 127 lettres. Les noms des variables globales ne doivent pas être identiques à ceux des commandes intégrées, ni débuter par un chiffre.

Il existe deux manières de créer une variable globale :

- A partir de la pile, en utilisant STO.
- A partir du gestionnaire de variables, en utilisant NEW

Les deux exemples suivants illustrent chacune de ces méthodes.

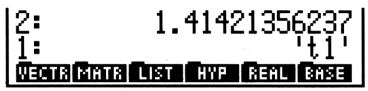
Exemple : Calculez la racine carrée de 2 et stockez-la dans une variable nommée *t1* (en utilisant STO).

Etape 1: Effacez la pile et calculez la racine carrée de 2.

CLEAR 2 √x

Etape 2: Saisissez le nom *t1*.

' α ← T1 ENTER



Etape 3: Stockez l'objet (niveau 2) dans le nom (niveau 1). Il disparaît alors de la pile.

STO

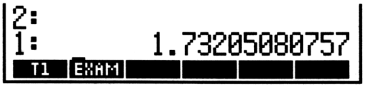
Etape 4: Vérifiez le menu des variables en cours pour vous assurer que t.1 est enregistré. Pour plus de lisibilité, les noms dans les menus sont affichés en majuscules.

VAR

Exemple : Calculez la racine carrée de 3 et stockez-la dans une variable nommée *t2* (en utilisant le gestionnaire de variables).

Etape 1: Calculez la racine carrée de 3.

3 [√x]



Etape 2: Ouvrez le gestionnaire de variables et sélectionnez NEW.

[→] [MEMORY] NEW

Etape 3: Récupérez l'objet de niveau 1 dans la pile ($\sqrt{3}$).

NXT CALC OK

Etape 4: Saisissez le nom (t2) et appuyez sur OK. t2 et son contenu s'affichent en haut de la liste des variables en cours.

[▼] [α] [←] T 2 [ENTER] OK

Etape 5: Appuyez sur [CANCEL] pour quitter le gestionnaire de variables.

Leçon 14 : Organisation des variables

Chaque fois qu'une variable est créée, elle est placée dans le *répertoire* en cours. Les répertoires servent à organiser les variables en groupes logiques. Ils vous permettent de travailler sur un ensemble de variables et non sur *toutes* en même temps. Un seul répertoire à la fois peut être actif (*en cours*). Le répertoire en cours est indiqué dans l'affichage de la pile au-dessus des niveaux. (Pour le moment, le répertoire en cours est *HOME*, le répertoire racine).

Le gestionnaire de variables a pour tâches principales de gérer et d'organiser le contenu du répertoire en cours.

Exemple : Consultez le contenu du répertoire en cours.

(→) MEMORY
puis ▲ et ▼ selon les besoins

Si la variable que vous cherchez n'est pas dans le répertoire en cours, choisissez un autre répertoire.

Exemple : Affichez le contenu du répertoire EXAMPLES, qui a été créé, en même temps que son contenu, par la commande TEACH exécutée à la leçon 1.

Etape 1: Affichez une liste de répertoires.

CHOOS

Etape 2: Sélectionnez le répertoire EXAMPLES et accédez-y. La ligne de répertoire indique { HOME EXAMPLES }. Ceci montre que EXAMPLES est un sous-ensemble (ou *sous-répertoire*) de HOME.

▼ OK

Il se peut qu'une variable ne soit pas stockée dans le répertoire le plus pertinent. Dans ce cas, vous pouvez la transférer dans un autre répertoire.

Exemple : Transférez la variable *%TILE* vers le sous-répertoire PRGS de EXAMPLES.

Etape 1: Sélectionnez la variable *%TILE* et appuyez sur MOVE.

▼▼▼ MOVE

Etape 2: Choisissez le répertoire cible et appuyez sur OK. (Vous pouvez aussi taper le nouveau chemin d'accès).

CHOOS ▼ OK
OK

Etape 3: Appuyez sur CANCEL pour quitter le gestionnaire de variables.

Leçon 15 : Modification et suppression de variables

Vous aurez souvent à modifier des variables après les avoir créées. Là encore, vous utiliserez le gestionnaire de variables.

Exemple : Stockez la chaîne de caractères "HP 48SX" sous le nom *TXT*. Puis remplacez-la par "HP 48GX", ce qui entraîne la mise à jour du contenu de *TXT*.

Etape 1: Ouvrez le gestionnaire de variables et sélectionnez NEW.

→ MEMORY NEW

Etape 2: Saisissez la chaîne de caractères, puis le nom *TXT*. Appuyez sur OK pour stocker la variable. (Deux méthodes de saisie alpha sont indiquées).

→ " " α α HP SPC 48SX
ENTER
α-(maintenue) TXT (relâchée)
ENTER
OK

Etape 3: Rappelez l'objet stocké dans l'environnement de modification.

EDIT EDIT

Etape 4: Placez le curseur sur la lettre "S", supprimez-la et tapez la lettre "G".

→ (6 fois) DEL αG

Etape 5: Sauvegardez les modifications et revenez au gestionnaire de variables.

ENTER OK

Le gestionnaire de variables permet aussi de supprimer des variables, plusieurs à la fois si vous le souhaitez, afin qu'elles n'occupent pas inutilement de l'espace en mémoire.

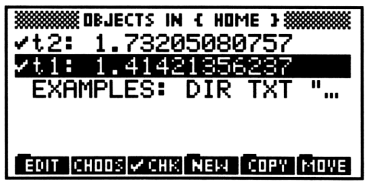
Exemple : Revenez au répertoire HOME pour supprimer les variables *t1* et *t2*.

Etape 1: Revenez au répertoire HOME.

CHOOS ▲ OK

Etape 2: Cochez les variables à supprimer.

✔CHK ▼ ✔CHK



Etape 3: Supprimez les variables de la mémoire.

NXT PURG

Etape 4: Appuyez sur CANCEL pour quitter le gestionnaire de variables.

Leçon 16 : Utilisation de variables dans des calculs

Vous pouvez accéder facilement aux variables du répertoire en cours pour les intégrer à des calculs et à des expressions. A cet effet, appuyez sur la touche [VAR]. Le menu des variables disponibles s'affiche. Comme dans tous les menus, les touches [NXT] et [◀][PREV] permettent d'accéder aux pages suivantes et précédentes.

Exemple : Stockez la largeur et la longueur d'un rectangle de 3 sur 5 dans des variables *W* et *L*, puis utilisez ces valeurs pour calculer la surface.

Etape 1: Saisissez et enregistrez la largeur et la longueur. (La touche [STO] permet de stocker un objet dans une variable sans passer par le gestionnaire de variables). Appuyez ensuite sur [VAR] pour appeler le menu des variables du répertoire en cours.

[CLEAR]
3 [ENTER] ['] [α]L [STO]
5 [ENTER] ['] [α]W [STO]
[VAR]

Etape 2: Rappelez les deux valeurs dans la pile au moyen de leur nom de variable.

L W

Etape 3: Multipliez les valeurs pour trouver la surface.

[×]

5

Résolution d'équations

Ce chapitre constitue une brève introduction à l'application SOLVE. Les leçons proposent des exemples des principaux types d'équations que l'on peut résoudre à l'aide du HP 48, notamment :

- Résolution numérique d'une équation pour une variable inconnue lorsque les autres variables ont des valeurs explicites.
- Résolution symbolique d'une équation pour une variable.
- Calcul de toutes les racines carrées (réelles et complexes) d'un polynôme.
- Résolution d'un système d'équations linéaires.

Leçon 17 : Résolution numérique pour une variable

Pour calculer numériquement une inconnue dans une équation, vous pouvez utiliser l'application HP Solve. Il est ainsi possible de trouver la valeur d'une variable sans changer l'équation, dès lors que vous fournissez une valeur pour toutes les autres variables de l'équation ou de l'expression.

Vous pouvez résoudre une équation ou une expression plusieurs fois, pour différentes valeurs connues, et pour différentes combinaisons de variables connues et inconnues.

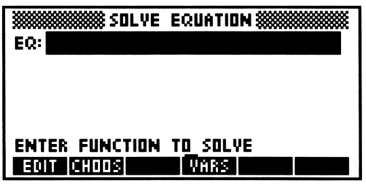
Exemple : Résolvez pour x l'expression suivante :

$$\frac{6}{x^2-9}+\frac{4}{6+x-x^2}+\frac{2}{x^2+5x+6}$$

Cette expression a été créée par la commande TEACH, et stockée comme variable *RATFUNC* dans le répertoire *EQNS*.

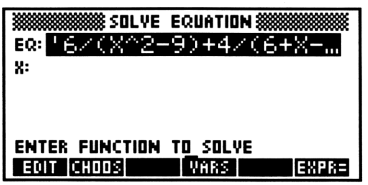
Etape 1: Démarrez l'application SOLVE et choisissez `Solve Equation...`.

(→) SOLVE
OK



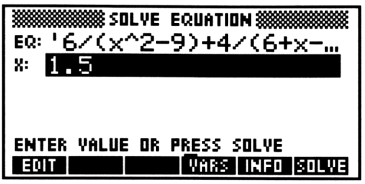
Etape 2: Le champ `EQ:` étant déjà en évidence, choisissez *RATFUNC* pour en faire l'équation en cours. Vous devez d'abord accéder au répertoire *EQNS*.

CHOOS
CHOOS ▼ ▼ ▼ ▼ OK
▲ OK



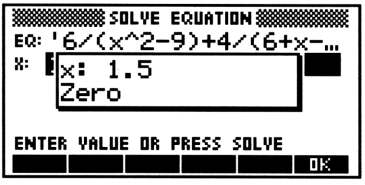
Etape 3: *RATFUNC* ne contenant qu'une variable, il ne peut s'agir que de l'inconnue. Résolvez l'équation pour x en mettant en valeur le champ correspondant et en appuyant sur SOLVE.

▼ SOLVE



Etape 4: Appuyez sur INFO pour déterminer la nature de la dernière solution trouvée par l'extracteur de racines. Le message Zero indique que l'application a trouvé une solution, qui est le point pour lequel la valeur de l'expression est nulle (avec une précision de 12 chiffres significatifs).

INFO



Etape 5: Appuyez sur OK pour effacer la boîte de message.

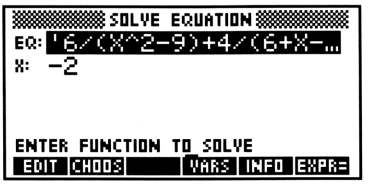
Recherche de plusieurs solutions

Bien qu'il soit possible qu'une équation ou une expression ait plusieurs solutions, le calculateur n'en cherche qu'une. Comme aucune valeur de x n'était répertoriée avant que vous ne cherchiez à résoudre l'équation, l'extracteur a cherché une réponse pour $x = 0$ et a renvoyé la première solution trouvée. Cependant, vous pouvez obtenir d'autres solutions en saisissant une *estimation* de la solution avant de calculer la variable.

Exemple : Résolvez à nouveau *RATFUNC* avec l'estimation $x = -2$.

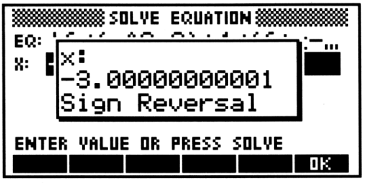
Etape 1: Vous avez déjà travaillé sur *RATFUNC*, et le champ de la variable x est donc mis en valeur. Saisissez l'estimation.

2 (+/-) (ENTER)



Etape 2: Résolvez à nouveau l'équation pour x et examinez la nouvelle solution.

▼ SOLVE INFO

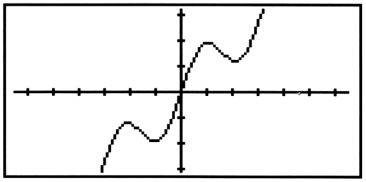


Etape 3: Appuyez sur OK pour effacer la boîte de message.

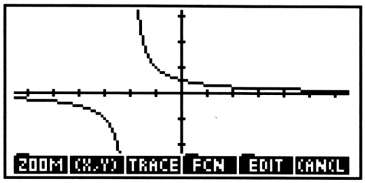
Interprétation des résultats

Le message Sign Reversal signifie que l'application a trouvé deux points voisins pour lesquels les valeurs de l'expression sont de signe opposé, mais qu'elle ne parvient pas à trouver de point intermédiaire pour lequel la valeur de l'expression est nulle (précision de 12 chiffres). Ce message peut toutefois correspondre à une solution possible, la précision numérique empêchant le HP 48 de trouver la valeur nulle réelle. Mais il peut également s'agir d'une discontinuité, le graphe de l'équation "enjambant" l'axe des x sans jamais le toucher.

Deux cas d'inversion de signe



Racine réelle



Discontinuité

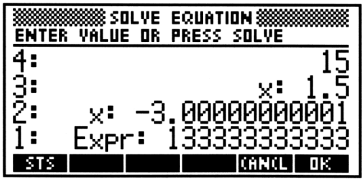
Pour trancher, vous devez trouver la valeur de l'expression au point d'inversion des signes.

Exemple : Déterminez la valeur de l'expression en utilisant la valeur calculée de x afin de savoir si elle correspond à une solution de *RATFUNC* ou à une discontinuité.

Etape 1: Appuyez sur ▲ EXPR= pour mettre en valeur le champ EQ:, puis sur EXPR=. La valeur de l'expression pour la valeur calculée de x est renvoyée dans la pile.

Etape 2: Visualisez la valeur de l'expression (identifiée par Expr:).

CANCEL



La valeur de l'expression n'étant pas voisine de zéro, il y a vraisemblablement une discontinuité au point $x = -3$. (Pour le confirmer, indiquez -3 dans l'équation d'origine pour observer les dénominateurs nuls générés, signes d'une discontinuité possible).

D'une manière générale, lorsque vous pensez qu'il y a plusieurs solutions, tracez l'expression pour utiliser les outils d'analyse graphique au lieu de recourir à l'application SOLVE (voir l'exemple de la leçon 26). Vous gagnerez du temps en vous simplifiant la tâche.

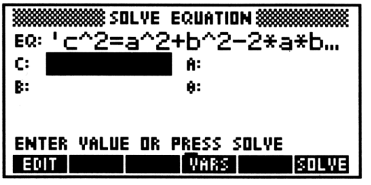
Appuyez sur ▶ SOLVE OK pour revenir à l'application SOLVE et résolvez une autre équation que vous aurez vous-même saisie.

Exemple : Calculez la valeur (en degrés) du plus grand angle d'un triangle ayant pour côtés 4, 7 et 9, θ étant le plus grand angle et c le côté le plus grand. Utilisez la loi des Cosinus :

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab\cos\theta$$

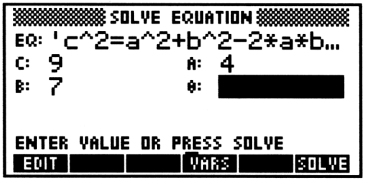
Etape 1: Mettez le champ EQ: en valeur (si nécessaire) et saisissez l'équation. Pour obtenir le caractère θ, utilisez les touches ⟨α⟩⟨→⟩F ou sélectionnez-le au moyen de CHARS.

' ⟨α⟩⟨←⟩C y^x 2 ⟨←⟩ = ⟨α⟩⟨←⟩A y^x 2 + ⟨α⟩⟨←⟩B y^x 2 − 2 × ⟨α⟩⟨←⟩A × ⟨α⟩⟨←⟩B × COS ⟨α⟩⟨→⟩F ENTER



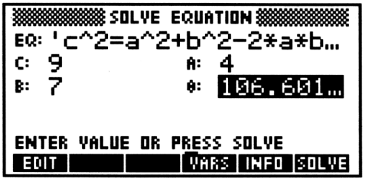
Etape 2: Stockez les valeurs connues.

9 ENTER
4 ENTER
7 ENTER



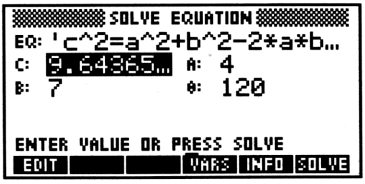
Etape 3: Résolvez l'équation pour l'angle (θ).

SOLVE



Etape 4: Quelle serait la longueur du côté c si l'angle obtus θ était de 120 degrés ? Tapez 120 pour θ et résolvez l'équation pour c.

120 ENTER
▼ SOLVE



Etape 5: Quittez l'application SOLVE. Notez que les résultats, dûment identifiés, de chaque exécution de SOLVE sont automatiquement placés dans la pile.

Leçon 18 : Résolution symbolique pour une variable

Le HP 48 permet aussi d'isoler symboliquement une variable, c'est-à-dire de ré-arranger une expression pour que la variable souhaitée soit isolée d'un côté du signe égal. Ensuite, il est facile de sauvegarder l'expression obtenue sous le nom de la variable ainsi isolée.

Exemple : Résolvez l'équation de transfert thermique ci-après pour T_H, puis créez une variable TH contenant l'équation résultante :

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

Etape 1: Ouvrez l'application SYMBOLIC et sélectionnez `Isolate var...`.

→ SYMBOLIC
▼ ▼ ▼
OK

Etape 2: Créez et saisissez l'équation.

← EQUATION
α U ← = α Q ÷
α A × ← ( )
α α TH − TL
ENTER

Etape 3: Spécifiez la variable et résolvez l'équation.

▼ α T α H ENTER
OK

Etape 4: Définissez une nouvelle variable *TH* à partir de cette équation. La séquence de touches ◀ DEF permet de stocker le membre droit de l'expression ('Q√U√A+TL') sous le nom de variable situé à gauche du signe égal. Appuyez ensuite sur VAR pour afficher la nouvelle valeur entrée dans le menu.

◀ DEF VAR

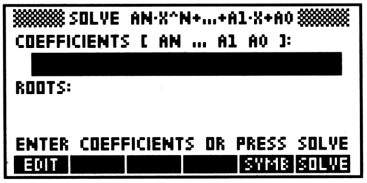
Leçon 19 : Calcul de toutes les racines d'un polynôme

Le nombre de racines d'un polynôme correspond à son degré, bien qu'elles ne soient pas toutes réelles ou uniques. Le HP 48 permet de calculer numériquement toutes les racines *réelles et complexes* d'un polynôme. Les coefficients du polynôme peuvent être réels ou complexes.

Exemple : Calculez toutes les racines de $x^5 + x^4 + 2x^3 - 5x^2 + 3x - 6$.

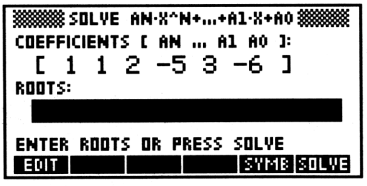
Etape 1: Définissez un affichage à deux décimales, puis choisissez `Solve poly...` dans la liste de sélection SOLVE.

→ MODES α F ▶ 2 ENTER
OK
→ SOLVE ▼ ▼
OK



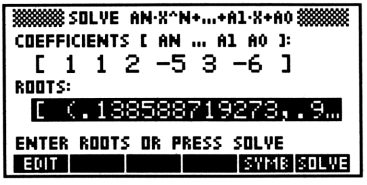
Etape 2: Entrez les coefficients du polynôme, en commençant par celui de plus haut degré. Appuyez sur SPC entre chaque coefficient.

← [] 1 SPC 1 SPC 2 SPC 5 +/- SPC 3 SPC 6 +/- ENTER



Etape 3: Résolvez le polynôme.

SOLVE



Etape 4: Quittez l'application SOLVE et visualisez les résultats figurant dans la pile.

NXT OK ou CANCEL

Leçon 20 : Résolution d'un système d'équations linéaires

Le calculateur HP 48 peut résoudre un système d'équations linéaires. Pour créer votre système d'équations, vous pouvez les choisir parmi celles que vous avez 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'équations **Matrice**

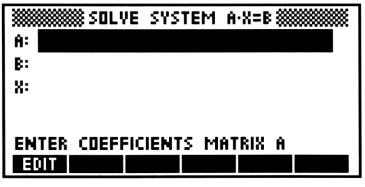
$$\begin{aligned} 3x + y + 2z &= 13 \\ x + y - 8z &= -1 \\ -x + 2y + 5z &= 13 \end{aligned} \quad \rightarrow \quad \begin{bmatrix} 3 & 1 & 2 \\ 1 & 1 & -8 \\ -1 & 2 & 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 13 \\ -1 \\ 13 \end{bmatrix}$$

Le HP 48 utilise cette représentation pour résoudre les systèmes d'équations linéaires de manière rapide et efficace.

Exemple: Résolvez le système d'équations linéaires indiqué ci-dessus. (Cet exemple suppose que le mode d'affichage en cours est Standard).

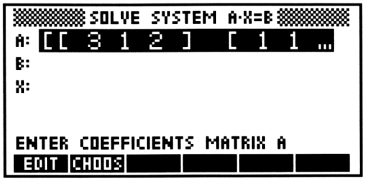
Etape 1: Sélectionnez `Solve lin sys...` dans le menu SOLVE.

→ SOLVE
▲ ▲ OK



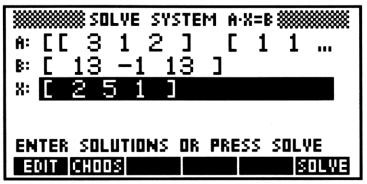
Etape 2: Saisissez la matrice des coefficients (Matrice A) au moyen de MatrixWriter.

→ MATRIX 3 ENTER 1 ENTER 2 ENTER ▼ 1 ENTER 1 ENTER 8 +/- ENTER 1 +/- ENTER 2 ENTER 5 ENTER ENTER



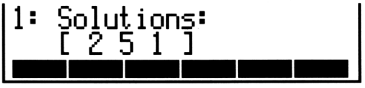
Etape 3: Saisissez le vecteur des constantes (B) et résolvez le système.

▼ ↶ [ ] 13 SPC 1 +/– SPC
13 ENTER
SOLVE



Etape 4: Quittez l'application SOLVE et visualisez les résultats figurant dans la pile.

CANCEL



6

Tracé d'équations et analyse de graphes

Le présent chapitre fournit une brève introduction à l'application PLOT. Les leçons s'appuient sur les exemples suivants :

- Tracé d'une fonction simple.
- Modification de l'affichage d'un tracé.
- Tracé simultané de plusieurs fonctions.
- Tracé de fonctions à deux variables en trois dimensions.
- Types de tracés.
- Calcul graphique des racines d'une fonction.
- Calcul de la pente d'une fonction en un point.
- Calcul de la tangente d'une fonction en un point.
- Calcul d'un maximum local.
- Calcul et ombrage de l'aire inférieure d'une courbe.

Leçon 21 : Tracé d'une fonction

Une *fonction* prend un ou plusieurs arguments comme entrées pour produire, par une opération mathématique, une seule sortie. Il est possible de tracer la courbe d'une fonction représentant une série de sorties correspondant à une série d'entrées.

Pour tracer des fonctions au moyen du HP 48, il suffit de :

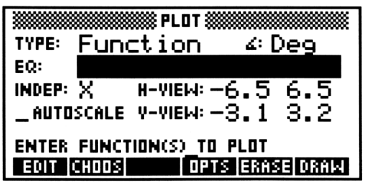
- Saisir ou sélectionner la fonction.
- Déclarer la variable indépendante et la plage d'affichage horizontale (axe X).
- Déclarer la plage d'affichage verticale (axe Y) ou sélectionner la fonction d'échelle automatique du HP 48.
- Vérifier que le mode d'angle (Degrés, Radians, Grades) est correctement défini.
- Définir les autres options d'affichage du tracé.

L'application PLOT permet d'effectuer ces opérations rapidement et sans difficulté.

Exemple : Tracez $f(x) = \sin x$.

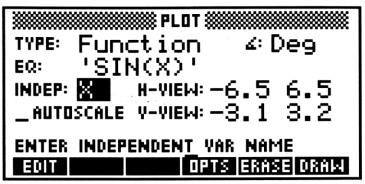
Etape 1: Ouvrez le menu PLOT. Il est possible qu'une fonction soit déjà saisie en regard de EQ:.

→ PLOT



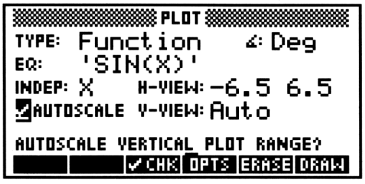
Etape 2: Si ce n'est pas le cas, saisissez la fonction dans le champ EQ:.

' SIN α X ENTER



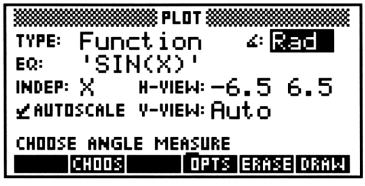
Etape 3: Il est inutile de modifier la variable indépendante, X, ni sa plage par défaut (champ H-VIEW). Pour que le calculateur établisse automatiquement l'échelle de l'axe vertical, vérifiez que le champ AUTO: est coché.

▼ ◀ ✓CHK



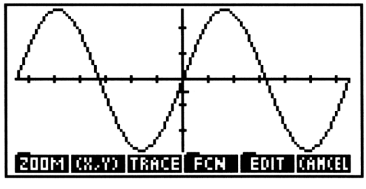
Etape 4: Changez le mode d'angle de Degrés à Radians.

▼ ▶
CHOOS ▼ ENTER



Etape 5: Effacez tout tracé antérieur avant d'exécuter le nouveau.

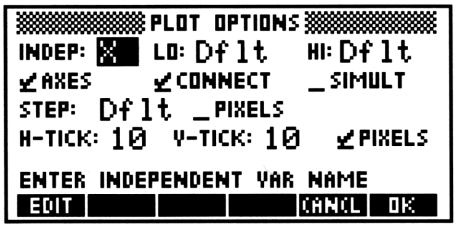
ERASE DRAW



Appuyez sur CANCEL pour revenir à l'application PLOT.

Leçon 22 : Modification de l'affichage d'un tracé

L'écran PLOT OPTIONS permet de définir plusieurs options d'affichage. La figure ci-après en montre les paramètres par défaut.



Ecran Plot Options

Les options disponibles vous permettent de :

- Définir un *domaine de traçage* (LO à HI) différent de la vue horizontale *affichée*. Cette option est particulièrement utile pour les tracés polaires (POLAR).
- Relier (✓CONNECT) ou non (_CONNECT) les points calculés.
- Afficher simultanément (✓SIMULT) ou séquentiellement (_SIMULT) la courbe de plusieurs fonctions.
- Afficher la courbe avec (✓AXES) ou sans (_AXES) les axes de coordonnées.
- Définir le pas (STEP) entre les points évalués pendant le traçage en pixels/graduations (✓PIXELS) ou en unités de coordonnées (_PIXELS).
- Définir l'intervalle de graduation des axes (H-TICK et V-TICK) en pixels (✓PIXELS) ou en unités de coordonnées (_PIXELS).

Une fois les options spécifiées, appuyez sur OK (ou ENTER) pour revenir à l'écran de traçage initial. Appuyez sur CANCL (ou CANCEL) si vous ne souhaitez pas conserver ces modifications.

Leçon 23 : Tracé de plusieurs fonctions

Pour tracer plusieurs fonctions simultanément, il vous faut entrer une *liste* de fonctions dans le champ EQ de l'écran Plot. Le plus simple consiste à créer et nommer chaque fonction, puis à utiliser le gestionnaire de variables afin de sélectionner le groupe à tracer. L'exemple ci-après utilise des fonctions créées et nommées par la commande TEACH que vous avez exécutée au cours de la leçon 1.

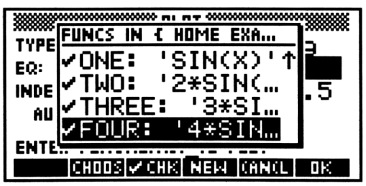
Exemple : Regroupez les fonctions suivantes dans une liste que vous sauvegarderez dans le champ EQ: : *ONE*, *TWO*, *THREE* et *FOUR*.

Etape 1: Dans l'écran initial Plot, mettez en valeur le champ EQ: et ouvrez le gestionnaire de variables. Notez que lorsque vous appelez le gestionnaire de variables à partir du menu PLOT, il n'affiche que les objets susceptibles d'être tracés figurant dans le répertoire en cours. Accédez, le cas échéant, au répertoire EQNS et utilisez les touches de déplacement du curseur pour mettre l'équation *ONE* en évidence.

(touches fléchées) CHOOS
CHOOS, sélectionnez EQNS,
OK
▲ ou ▼ (si nécessaire)

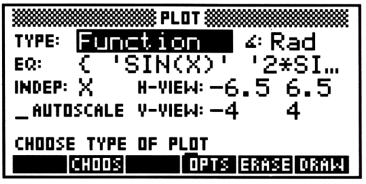
Etape 2: Cochez les noms des fonctions voulues.

CHK
▼ CHK
▼ CHK
▼ CHK



Etape 3: Entrez la liste des fonctions cochées dans le champ EQ: et définissez une plage d'affichage verticale de -4 à 4 (c'est-à-dire suffisante pour afficher la plus "grande" fonction de la liste). Si la fonction AUTOSCALE est cochée, désactivez-la pour voir ces valeurs en regard de V-VIEW. En effet, la définition automatique de l'échelle verticale étant basée uniquement sur la première fonction de la liste, les résultats obtenus pour les autres fonctions risquent d'être à la fois surprenants et peu utilisables. Il est donc déconseillé de l'utiliser.

OK
▼ ▼
◀ ✓CHK ▶, si nécessaire
4 +/- ENTER 4 ENTER



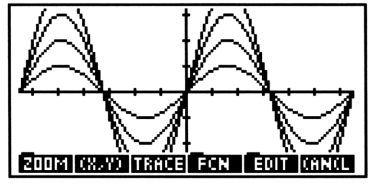
Exemple : Tracez la liste des fonctions que vous venez de sélectionner, et ce, simultanément.

Etape 1: Sélectionnez l'option de traçage simultané.

OPTS
▼ ▶ ✓CHK

Etape 2: Effacez le contenu de PICTURE et exécutez le tracé.

OK ERASE DRAW

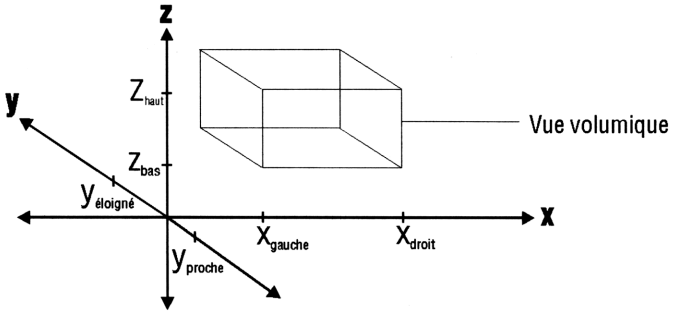


Une fois le tracé visualisé, appuyez sur CANCEL pour revenir à l'écran PLOT initial.

Vous pouvez tracer simultanément autant de fonctions que la capacité mémoire le permet, à condition de les regrouper dans une liste. Vous pouvez établir cette liste à partir d'un groupe de variables créées au préalable (comme dans l'exemple précédent) ou la saisir entièrement à partir de la ligne de commande.

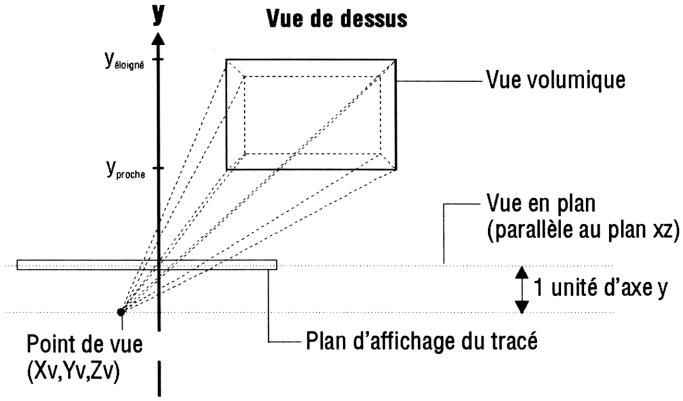
Leçon 24 : Tracé de fonctions en trois dimensions

Vous disposez de six types de tracés pour visualiser des fonctions à deux variables. Certains d'entre eux tracent simplement (sans point de vue) la fonction donnée dans une région de l'espace 3D, appelée *vue volumique*, définie par des plages de valeurs sur chacun des trois axes.



Vue volumique

Le *point de vue* constitue l'autre paramètre important du traçage en 3D, c'est-à-dire le point à partir duquel vous visualisez la vue volumique. Le point de vue détermine la manière dont la vue volumique est projetée sur le plan d'affichage en deux dimensions (écran).



Relation entre point de vue, vue volumique et plan d'affichage du tracé

Notez que le système de coordonnées tridimensionnel du HP 48 est quelque peu bridé par rapport à son équivalent mathématique abstrait. En effet :

- Le plan d'affichage du tracé ne peut effectuer de rotation dans l'espace. Il reste parallèle au plan xz et perpendiculaire à l'axe y. Cela signifie que l'on visualise la "hauteur" le long de 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_{proche} ($y_{vue} \leq y_{proche} - 1$) et ne peut jamais se situer à "l'intérieur" de la vue volumique. Lorsque vous déplacez le point de vue, vous déplacez également 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 xy) en déplaçant simplement le point de vue. (Néanmoins, vous pouvez le simuler en transformant les coordonnées).

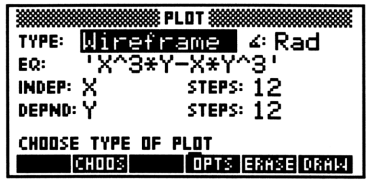
Exemple : Tracez une vue "fil de fer" : $f(X,Y) = X^3Y - XY^3$

Etape 1: Sélectionnez le type de tracé `Wireframe` et saisissez la fonction.

▲ α W ▼
' α X y^x 3 × α Y − α X
× α Y y^x 3 ENTER

Etape 2: Définissez le nombre de "fils" horizontaux et verticaux qui constitueront le treillis à tracer.

▶ 12 ENTER ▶ 12 ENTER



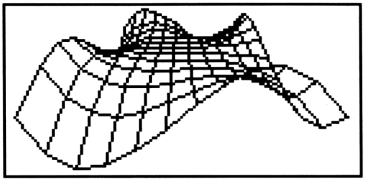
Etape 3: Définissez la taille de la vue volumique et la position du point de vue.

OPTS 1 +/- ENTER 1 ENTER 1 +/- ENTER 1 ENTER .4 +/- ENTER .4 ENTER 0 ENTER 2 +/- ENTER 1 ENTER

Etape 4: Sauvegardez ces informations, puis effacez le tracé précédent avant d'exécuter le nouveau.

OK ERASE DRAW

Puis ↰ PICTURE après traçage

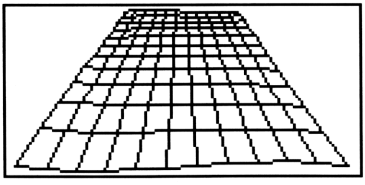


Etape 5: Rappelez le masque de saisie du tracé et attribuez la valeur 20 à la coordonnée *z* (hauteur) du point de vue, pour visualiser la fonction d'une position "élevée". (Souvenez-vous que vous regardez toujours la fonction vers l'avant et de haut en bas).

CANCEL

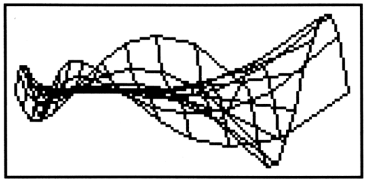
OPTS ◀ 20 ENTER OK ERASE DRAW

Puis ↰ PICTURE après traçage



Etape 6: Rappelez le masque de saisie du tracé et attribuez la valeur zéro à la coordonnée z du point de vue et -8 à x. Ensuite, ré-exécutez le tracé. Cette vue montre l'impact du changement de la composante horizontale.

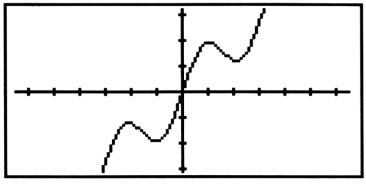
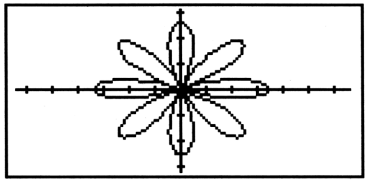
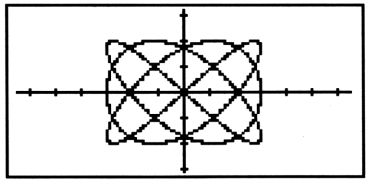
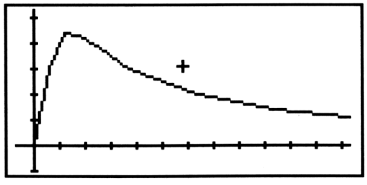
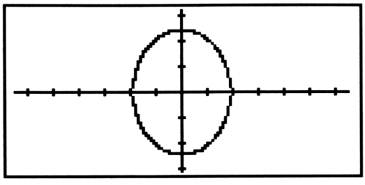
CANCEL
OPTS ▲ 8 +/- ENTER ▶
0 ENTER OK
ERASE DRAW
Puis ↰ PICTURE après traçage



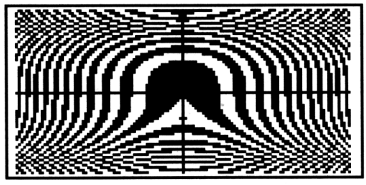
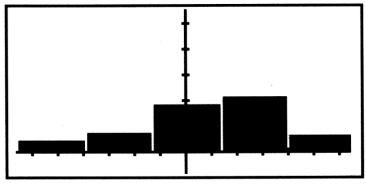
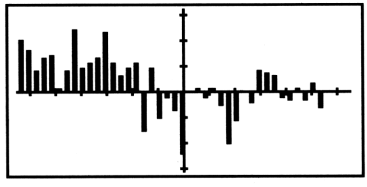
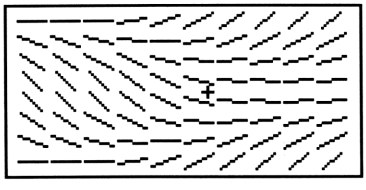
Leçon 25 : Types de tracés

Le calculateur HP 48 peut dessiner quinze types de tracés. Ils sont décrits en détail dans le *Manuel d'utilisation du HP 48G*, mais vous en trouverez ici les grandes caractéristiques.

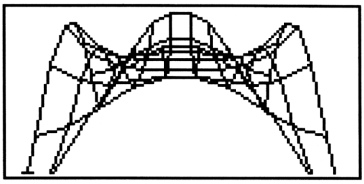
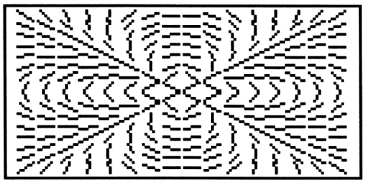
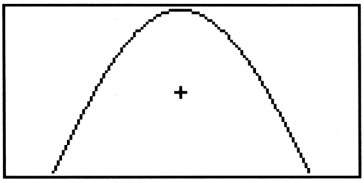
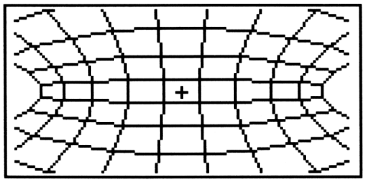
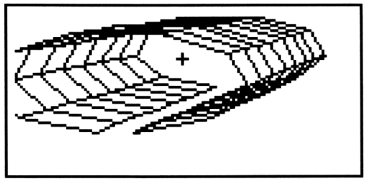
Types de tracé du HP 48

Type et description	Exemple
Function Trace des fonctions d'une variable (y fonction de x) dans un système de coordonnées xy. (Ici : $y = x + \sin 2x$)	
Polar Trace des fonctions polaires d'une variable (r fonction de θ) dans un système de coordonnées xy. (Ici : $r = 2\cos 4\theta$)	
Parametric Trace la courbe déterminée par deux fonctions paramétriques, $x(t)$ et $y(t)$, combinées en une fonction $f(t) = x(t) + \mathbf{i}y(t)$ complexe. (Ici : $f(t) = 3\sin 3t + \mathbf{i}2\sin 4t$)	
Differential Equation Trace la courbe intégrale d'une équation différentielle du premier ordre pour des conditions initiales données. (Ici : phase yt de $y'(t) = \frac{1}{1+t^2} - 2y^2$)	
Conic Trace les deux solutions d'une équation du second degré représentant une section conique. (Ici : $f(x,y) = 5x^2 + 3y^2 - 18$)	

Types de tracé du HP 48 (suite)

Type et description	Exemple
Truth Trace des fonctions booléennes, telles que les inégalités, en déterminant si la fonction est vraie ou fausse en chaque point du domaine. (Ici : $(x^2 + y^3)\mathbf{mod}4 < 2$)	
Histogram Trace les données de la colonne spécifiée de la matrice statistique en cours, après les avoir triées par plages numériques (ou *blocs*). Un histogramme est un diagramme à barres dans lequel chaque barre représente le nombre de données d'un bloc spécifique.	
Bar Trace une barre verticale représentant la valeur de chaque point de données d'une colonne spécifiée de la matrice statistique en cours.	
Scatter Trace les données d'une colonne de la matrice statistique en cours en fonction des données d'une autre colonne.	
Slopefield Pour une fonction $F(x, y) = z$, trace un réseau de segments dont les pentes représentent la valeur (z) de la fonction en leur milieu (x,y). (Ici : $F = \sin xy$)	

Types de tracé du HP 48 (suite)

Type et description	Exemple
Wireframe Trace une vue "fil de fer" en perspective de la surface déterminée par une fonction de deux variables. (Ici : $F = x^4 - 4x^2y^2 + y^4$)	
Pseudo-Contour Pour une fonction $F(x, y)$, trace un lacis de segments tangents à un contour de la fonction (courbe satisfaisant $F(x, y)$=constante). Cela vous permet de visualiser les contours sans les tracer réellement. (Ici : $F = (x^2 - 1)/(y^2 - 1)$)	
Y-Slice Trace une série de sections de la surface déterminée par la fonction à deux variables en cours et peut en créer une animation pour vous permettre de visualiser une section se déplaçant à travers la surface. (Ici : $F = x^4 - 4x^2y^2 + y^4$)	
Gridmap Dessine une grille rectiligne "déformée" par application d'une fonction à valeurs complexes ($F(x + \mathbf{i}y)$). (Ici : $F = \sin(x + \mathbf{i}y)$)	
Parametric-Surface Trace un modèle "fil de fer" en perspective d'une surface paramétrée ($F(u, v) = x(u, v)\mathbf{i} + y(u, v)\mathbf{j} + z(u, v)\mathbf{k}$). (Ici : $x(u, v) = \sin 3x + \frac{1}{2}y$; $y(u, v) = \frac{1}{2}y$; $z(u, v) = \cos 3x$.)	

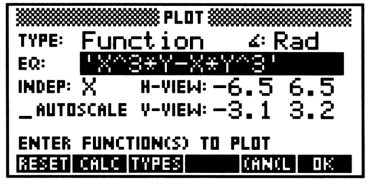
Leçon 26 : Calcul graphique des racines d'une fonction

A la leçon 19, vous avez calculé toutes les racines d'un polynôme au moyen de l'application SOLVE. Vous allez apprendre ici à utiliser les outils d'analyse spécifiques de l'environnement PICTURE afin de calculer *visuellement* les racines et d'autres attributs d'une fonction.

Exemple : Tracez la fonction $X^5 + X^4 - 5X^3 - 2X^2 + X - 4$ et cherchez ses racines réelles.

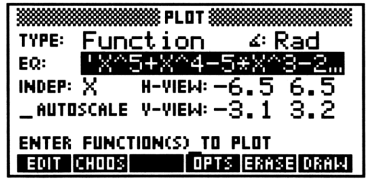
Etape 1: Appelez l'application PLOT et réinitialisez-en les options d'affichage.

→ PLOT ▲ α F ▼
NXT RESET ▼ OK



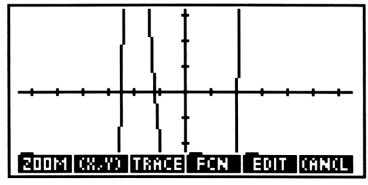
Etape 2: Saisissez la fonction.

← EQUATION
α X y^x 5 ▶ + α X y^x 4
▶ − 5 α X y^x 3 ▶ − 2
α X y^x 2 ▶ + α X − 4
ENTER



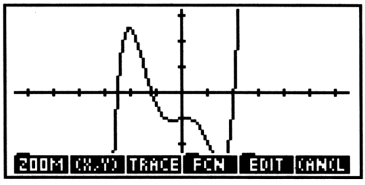
Etape 3: Effacez le "tableau" (l'écran PICTURE) et tracez la fonction.

ERASE
DRAW



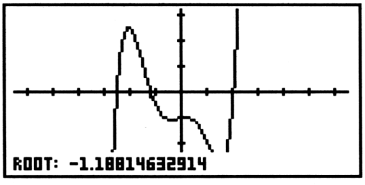
Etape 4: Vous voyez qu'il y a trois racines réelles (là où le tracé croise l'axe des x), mais, pour visualiser la totalité de la fonction, vous devez effectuer un zoom d'éloignement de l'échelle verticale. (L'éloignement vertical est l'une des 15 possibilités de zoom disponibles).

ZOOM (NXT) VZOUT



Etape 5: Calculez une racine. Dès que le HP 48 calcule une racine, le curseur se positionne le plus près possible de cette dernière, la valeur calculée s'affiche et une copie identifiée de la racine est placée dans la pile.

FCN ROOT

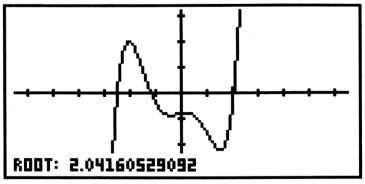


Etape 6: Calculez une autre racine. Déplacez le curseur vers la racine située à l'extrême gauche.

◀ autant que nécessaire
(NXT) (pour réafficher le menu)
ROOT

Etape 7: Calculez la troisième racine.

▶ autant que nécessaire
NXT (pour réafficher le menu)
ROOT



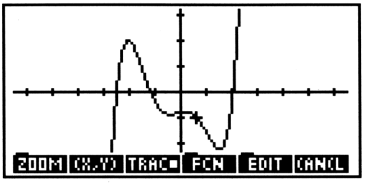
Leçon 27 : Calcul d'une pente, de tangentes et de points critiques

Les exemples ci-après ont pour objectif de vous montrer d'autres analyses possibles de la fonction tracée.

Exemple : A l'aide du polynôme tracé dans la leçon précédente ($X^5 + X^4 - 5X^3 - 2X^2 + X - 4$), calculez la pente en $x = -0.4$ et tracez une tangente à la fonction en $x = 0.3$.

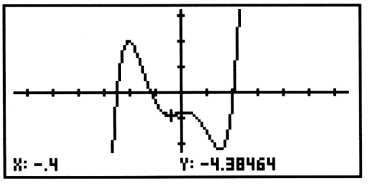
Etape 1: Activez le mode TRACE et déplacez le curseur au moyen des touches ◀ et ▶.

NXT (pour réafficher le menu)
NXT PICT TRACE
◀ et ▶ autant que nécessaire



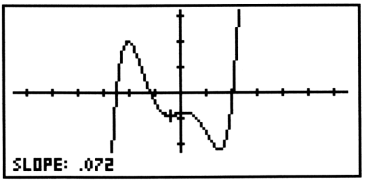
Etape 2: Affichez les coordonnées du curseur et déplacez ce dernier jusqu'à ce que x soit égal à -0.4.

(X,Y)
▶ ou ◀ autant que nécessaire



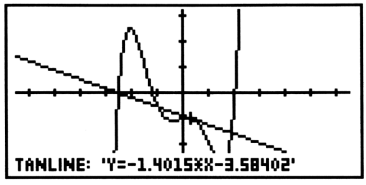
Etape 3: Calculez la pente.

NXT (pour réafficher le menu)
FCN SLOPE



Etape 4: Amenez le curseur en $x = 0.3$ et tracez la tangente de la fonction en ce point.

▶ (7 fois)
NXT (pour réafficher le menu)
NXT TANL



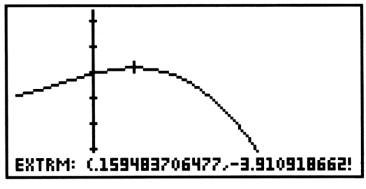
Exemple : Calculez le point où la fonction en cours a un maximum local dans la région située à proximité de l'axe des y.

Etape 1: Agrandissez l'affichage pour mieux visualiser la région cible. A cet effet, amenez le curseur dans un angle de la région et utilisez la fonction zoom sur fenêtre.

▲ (3 fois) ◀ (6 fois)
NXT (pour réafficher le menu)
PICT ZOOM BOXZ
▼ (5 fois) ▶ (12 fois)

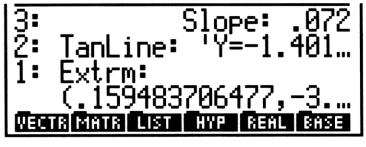
Etape 2: Exécutez le zoom, amenez le curseur à proximité du maximum local et calculez un extremum.

ZOOM
▶ ou ◀ autant que nécessaire
FCN EXTR



Etape 3: Rappelez la pile. Notez que chacune des fonctions analytiques place un résultat identifié dans la pile.

CANCEL (plusieurs fois)



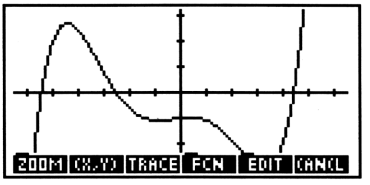
Leçon 28 : Aires inférieures d'une courbe

La commande AREA du menu PICTURE FCN permet de calculer une intégrale définie basée sur la fonction en cours. Autrement dit, elle calcule et affiche l'aire délimitée par la fonction en cours et l'axe des x, entre deux valeurs de x spécifiées par vos soins.

Exemple : Calculez l'aire inférieure du polynôme en cours $(X^5 + X^4 - 5X^3 - 2X^2 + X - 4)$ entre $x = -2.2$ et $x = -1.5$.

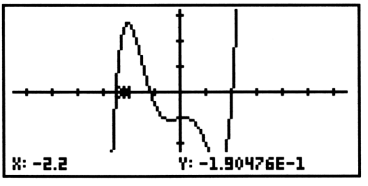
Etape 1: Ré-ouvrez le menu PLOT et retracez le polynôme.

(→) PLOT (▼) (▶)
3 (+/−) ENTER 3 ENTER (▶)
12 (+/−) ENTER 12 ENTER
ERASE DRAW



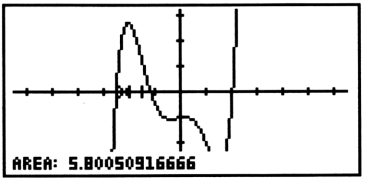
Etape 2: Utilisez le zoom décimal pour que chaque pixel horizontal représente 1/10ième d'unité. Ensuite, amenez le curseur à $x = -2.2$ (limite inférieure), et marquez ce point. Notez l'emploi de la touche de multiplication (×) pour "marquer" la position du curseur.

ZOOM (NXT) (NXT) ZDECI
(X,Y)
(▶) ou (◀) autant que nécessaire
(×) (pour marquer la position du curseur)



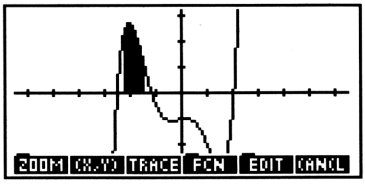
Etape 3: Calculez l'aire sélectionnée. Notez que dans le cadre du calcul de l'intégrale numérique, l'ombrage ne sert qu'à l'affichage et est, à ce titre, facultatif.

(▶) (7 fois)
(NXT) (pour réafficher le menu)
FCN AREA



Etape 4: *Facultatif*. Ombrez l'aire délimitée au-dessus par la fonction en cours, en dessous par l'axe des x, à gauche par la marque et à droite par le curseur. Notez que l'ombrage ne sert qu'à l'affichage. C'est pourquoi il est facultatif.

NXT (pour réafficher le menu)
SHADE



7

Calcul différentiel, statistiques et mathématiques avancées

Ce chapitre fournit quelques exemples de calculs mathématiques avancées réalisables avec le HP 48, notamment :

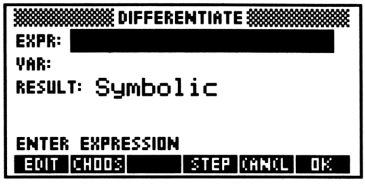
- Le calcul de dérivées symboliques.
- Le calcul d'intégrales symboliques.
- L'introduction et le cumul de données.
- Des calculs de régression sur un ensemble de données.
- La résolution d'une équation différentielle du premier ordre avec condition initiale.
- Le tracé de la courbe intégrale d'une équation différentielle.
- Le calcul des valeurs propres d'une matrice.

Leçon 29 : Calcul de dérivées

Exemple : Calculez la pente de $f(x) = 5x^2 - \frac{6}{x}$ at $x = \frac{1}{2}$.

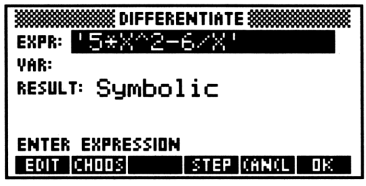
Etape 1: Sélectionnez `Differentiate` dans le menu SYMBOLIC.

(→) SYMBOLIC (▼)
OK



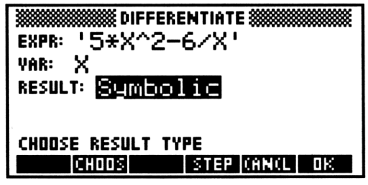
Etape 2: Introduisez l'expression.

(←) EQUATION 5 (α) X (y^x) 2 (▶)
(−) 6 (÷) (α) X
ENTER



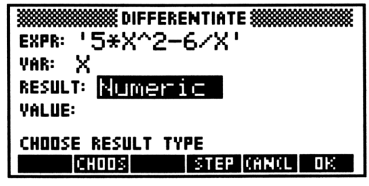
Etape 3: Entrez la variable de différentiation.

(▼) (α) X ENTER



Etape 4: Pour être sûr d'obtenir une dérivée *numérique*, vérifiez que `Numeric` est affiché en regard de `RESULT:`.

(+/−) (si nécessaire)



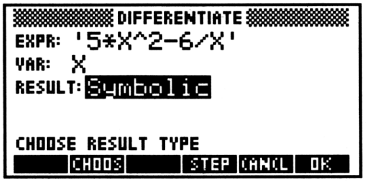
Etape 5: Entrez la valeur qui doit servir à évaluer la dérivée et procédez au calcul.

▼ .5 ENTER OK

Exemple : Calculez la dérivée symbolique de $f(x) = 5x^2 - \frac{6}{x}$.

Etape 1: Sélectionnez à nouveau `Differentiate...` dans le menu SYMBOLIC et reprenez l'exemple précédent, en vérifiant que `Symbolic` est affiché en regard de `RESULTS:`.

↱ SYMBOLIC ▼ ENTER
▼ α X ENTER
+/- (si nécessaire)



Etape 2: Calculez la dérivée symbolique.

OK

Leçon 30 : Calcul d'intégrales

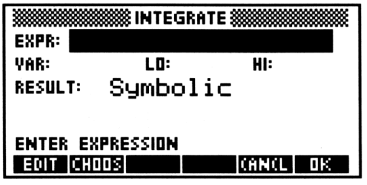
Les exemples de cette leçon montrent comment procéder à des intégrations numériques et symboliques.

Exemple : Evaluez :

$$\int_0^1 (2X - 6X^4 + 5)dX$$

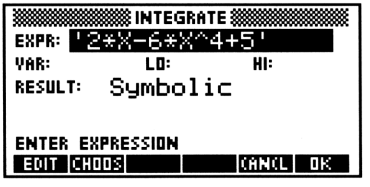
Etape 1: Sélectionnez `Integrate` dans le menu SYMBOLIC.

→ SYMBOLIC
OK



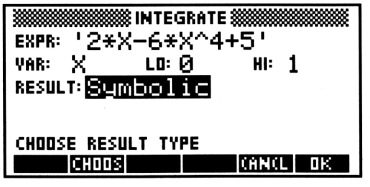
Etape 2: Saisissez l'expression à intégrer.

← EQUATION 2 α X − 6
α X y^x 4 ▶ + 5 ENTER



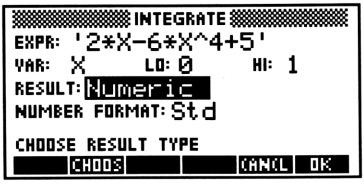
Etape 3: Entrez la variable et les limites d'intégration.

▼ α X ENTER
0 ENTER
1 ENTER



Etape 4: Si besoin est, sélectionnez `Numeric` en regard de `RESULT:`.

+/- (si nécessaire)



Etape 5: Lorsque vous effectuez une intégration numérique, le nombre de chiffres possibles pour le mode d'affichage en cours sert à estimer un facteur de précision. Les facteurs de grande précision nécessitent un temps de calcul plus long. `Std` correspond au facteur de précision le plus élevé et `Fix 0`, `Sci 0` ou `Eng 0` au plus bas. Choisissez `Sci 5` et calculez l'intégration.

▼ +/- (jusqu'à l'affichage de `Sci`) ▶ 5 ENTER OK

Appuyez sur ↶ MODES FMT STD pour revenir au mode d'affichage Std.

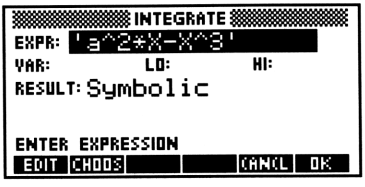
Exemple : Evaluez :

$$\int_0^a (a^2X - X^3)dX$$

(Si vous avez déjà utilisé la variable *a* dans un autre exemple, vous devez d'abord la purger avant de continuer. Appuyez sur ↷ MEMORY α ↶ A NXT PURG OK .)

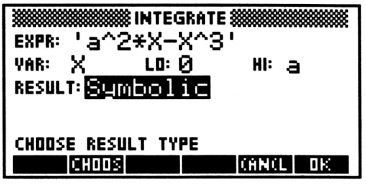
Etape 1: Sélectionnez `Integrate` et saisissez l'expression à intégrer.

↷ SYMBOLIC OK
↶ EQUATION α ↶ A y^x 2
▶ α X − α X y^x 3
ENTER



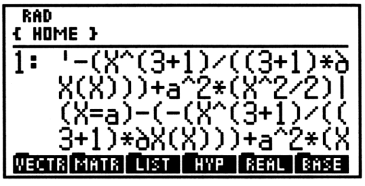
Etape 2: Entrez la variable et les limites d'intégration.

▼ αX ENTER
0 ENTER
α ↰A ENTER



Etape 3: Activez le mode symbolique si besoin est, et évaluez l'intégrale.

+/- (si nécessaire)
OK



Etape 4: Simplifiez l'expression en regroupant les termes au maximum.

↰ SYMBOLIC COLCT COLCT
COLCT

Leçon 31 : Données et statistiques

Dans le calculateur HP 48, les données statistiques sont organisées sous forme de matrices. Une matrice contient une ligne pour chaque *point de données* et une colonne pour chaque *variable* mesurée à ce point.

	$\mathbf{var_1}$	$\mathbf{var_2}$	...	$\mathbf{var}_m$
$\mathbf{point_1}$	x_{11}	x_{12}	...	x_{1m}
$\mathbf{point_2}$	x_{21}	x_{22}	...	x_{2m}
⋮	⋮	⋮		⋮
$\mathbf{point}_n$	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{nm}

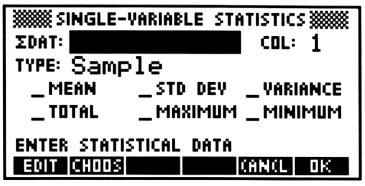
L'application Statistics utilise les données stockées dans la *matrice statistique en cours*, contenue dans la variable réservée ΣDAT. Vous changez de matrice statistique en cours chaque fois que vous manipulez un ensemble de données différent.

Exemple : Calculez la moyenne et l'écart-type pour chaque variable de l'ensemble de données ci-après. Les deux variables sont l'indice des prix à la consommation (IPC) et l'indice des prix à la production (IPP) pour les Etats-Unis sur une période de cinq ans :

Année	CPI	PPI
1	9.1	9.2
2	5.8	4.6
3	6.5	6.1
4	7.6	7.8
5	11.5	19.3

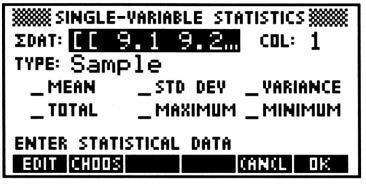
Etape 1: Sélectionnez `Single-var...` dans le menu STAT.

→ STAT
OK



Etape 2: Si vous avez déjà saisi et stocké cet ensemble de données (sous forme de matrice), appuyez sur `CHOOS` et sélectionnez le nom correspondant en vue d'une analyse statistique. Sinon, pour entrer de nouvelles données, vous devez créer une matrice. Appelez MatrixWriter et saisissez les données.

→ MATRIX
9.1 ENTER 9.2 ENTER ▼
5.8 SPC 4.6 SPC 6.5 SPC 6.1
SPC 7.6 SPC 7.8 SPC 11.5
SPC 19.3 SPC
ENTER



Etape 3: Par défaut, le calcul de la moyenne et de l'écart-type va s'effectuer sur la colonne 1 (c'est-à-dire les données IPC). Cochez chaque statistique à calculer, et appuyez sur OK pour effectuer les calculs. Les résultats identifiés sont placés dans la pile.

▼ ▼ ✔CHK ◀ ✔CHK
OK

Etape 4: Répétez la procédure pour l'indice des prix à la production (IPP), en sélectionnant cette fois la deuxième colonne (2).

→ STAT OK
▶ 2 ENTER ▼ ✔CHK ◀
✔CHK
OK

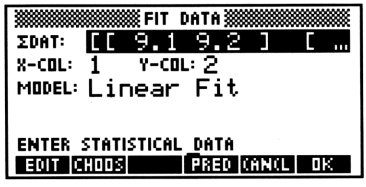
Leçon 32 : Calcul de régression sur des paires de données

Le HP 48 peut appliquer l'un des quatre modèles statistiques à deux échantillons. Là encore, les données doivent figurer dans la matrice *ΣDAT*.

Exemple : En reprenant les mêmes données que dans l'exemple précédent, calculez la corrélation et la covariance des variables IPC et IPP en utilisant le meilleur modèle de régression (Best Fit) parmi les quatre proposés. Puis calculez une estimation pour IPP étant donné une valeur de 8.5 pour IPC, en utilisant le modèle calculé.

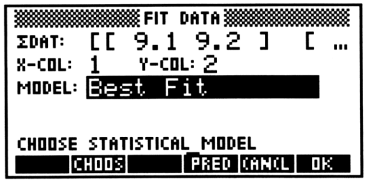
Etape 1: Ouvrez l'application STAT et sélectionnez `Fit Data...`.

→ STAT
▼ ▼ OK



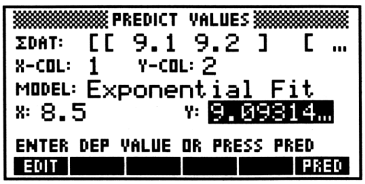
Etape 2: Vérifiez les options de régression. Les données correctes sont déjà dans ΣDAT. Les deux variables à comparer, IPC et IPP, occupent respectivement les colonnes 1 et 2 de la matrice ΣDAT. Aussi devez-vous vérifier que `X-COL:` contient `1` et `Y-COL: 2`. Sélectionnez ensuite le type de régression `Best Fit`.

▼ ▼ CHOOS ▲ OK



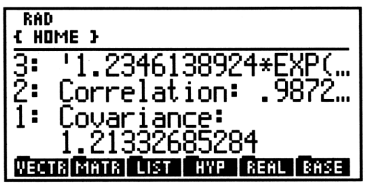
Etape 3: Entrez la valeur cible pour l'indice IPC (variable x) et calculez une estimation de IPP (variable y) en sélectionnant le meilleur modèle. Vous remarquerez que le HP 48 a choisi le modèle `Exponential` comme étant le mieux adapté (pour lequel le coefficient de corrélation a la plus grande valeur absolue).

PRED ▲ 8.5 ENTER PRED



Etape 4: Placez dans la pile le modèle de régression calculé, ainsi que le coefficient de corrélation et la covariance.

CANCEL OK



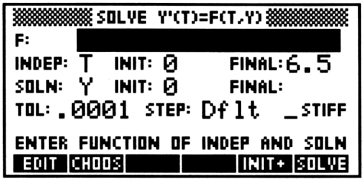
Leçon 33 : Equations différentielles

Les exemples suivants expliquent comment résoudre une équation différentielle du premier ordre avec une condition initiale, et comment tracer la courbe solution d'une équation différentielle.

Exemple : Calculez $y(t)$ pour $t = 8$ où $Y'(T) = \frac{1}{1+T^2} - 2Y^2$ et $Y(0) = 0$. Trouvez une réponse avec une tolérance d'erreur de 10^{-7}.

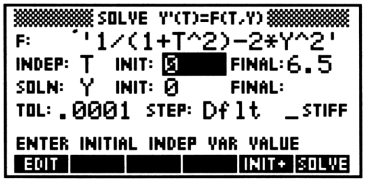
Etape 1: Sélectionnez `Solve diff eq...` dans l'application SOLVE.

(→) [SOLVE] (▼) [ENTER]



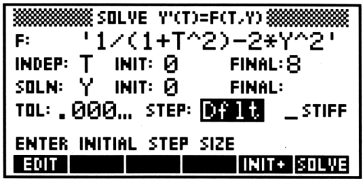
Etape 2: Entrez le membre droit de l'expression $(\frac{1}{1+T^2} - 2Y^2)$ en `F`. Les variables s'affichent dans le menu dès que vous commencez à taper dans la ligne de commande ; elles peuvent donc vous servir d'aide à la frappe.

(') 1 (÷) (←) (()) 1 (+) (α) T (y^x)
2 (▶) (−) 2 (×) Y (y^x) 2
[ENTER] (α) T [ENTER]



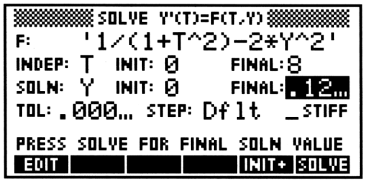
Etape 3: Vérifiez le contenu des autres champs. Vous utilisez les valeurs par défaut pour le nom de la variable solution (Y), ainsi que pour leurs valeurs initiales (0 et 0). Vous pouvez aussi utiliser la valeur par défaut de STEP: (taille du pas itératif). Remplacez la valeur finale de T par 8 et celle de la tolérance par 1E-7.

▶ 8 ENTER
▼ 1 EEX 7 +/- ENTER



Etape 4: Mettez en valeur le champ solution FINAL: et résolvez le problème.

▲ ▶ SOLVE



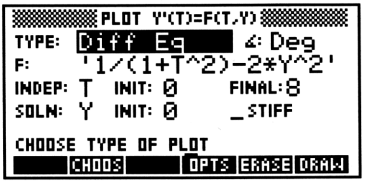
Etape 5: Quittez l'application SOLVE et visualisez la solution dans la pile.

NXT OK

Exemple : Tracez la solution de l'équation différentielle précédente (Y) en fonction du temps (T) pour les valeurs $t = 0$ à $t = 8$.

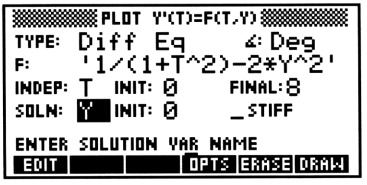
Etape 1: Ouvrez l'application PLOT et sélectionnez le type de tracé `Diff Eq`. Vous pouvez, en guise de raccourci, taper la lettre `D` pour choisir ce type de tracé.

↷ PLOT ▲
α D



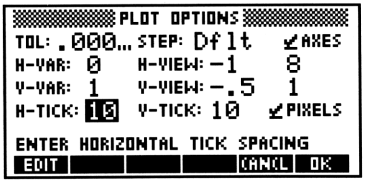
Etape 2: L'équation figure encore en regard de `F:`. Choisissez `T` comme nouvelle variable indépendante et donnez-lui la valeur finale 8.

▼ ▼ α T ENTER ▶ 8 ENTER



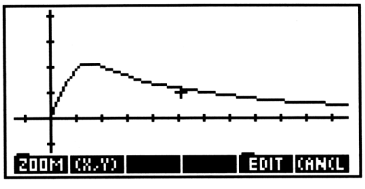
Etape 3: Sélectionnez le masque d'options de façon à définir la tolérance (10^{-7}), la plage d'affichage horizontale (-1 à 8) et verticale (-0.5 à 1). Conservez par ailleurs les valeurs par défaut.

OPTS 1 EEX 7 +/- ENTER
▼ 1 +/- ENTER 8 ENTER ▶
.5 +/- ENTER 1 ENTER



Etape 4: Validez le choix des options et effacez tout tracé antérieur avant d'exécutez le nouveau.

OK ERASE DRAW



Leçon 34 : Calculs algébriques linéaires

Le HP 48 inclut un certain nombre de commandes d'algèbre linéaire dans le menu MTH MATRIX. Ces commandes servent à calculer le déterminant, l'inverse, la transposée, le rang, la trace, le rayon spectral et la norme, les valeurs propres et les vecteurs propres d'une matrice. En outre, vous pouvez calculer la forme réduite échelonnée d'une matrice et décomposer les matrices en utilisant l'une des décompositions possibles (LU, LQ, QR, Schur et en éléments simples).

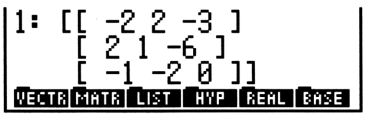
Avant de consulter le chapitre 14 du *Manuel d'utilisation du HP 48G* pour plus d'informations sur ces commandes, essayez de résoudre l'exemple suivant.

Exemple : Calculez les valeurs propres et les vecteurs propres de la matrice A :

$$A = \begin{bmatrix} -2 & 2 & -3 \\ 2 & 1 & -6 \\ -1 & -2 & 0 \end{bmatrix}$$

Etape 1: A l'aide de MatrixWriter, introduisez la matrice A dans la pile.

→ MATRIX
2 +/- ENTER 2 ENTER 3 +/- ENTER ▼ 2 ENTER 1 ENTER 6 +/- ENTER 1 +/- ENTER 2 +/- ENTER 0 ENTER ENTER



Etape 2: Calculez les valeurs propres et les vecteurs propres de la matrice.

MTH MATR NXT EGV

Les vecteurs propres sont affichés au niveau 2 et les valeurs propres au niveau 1. La commande associée, EGVL, ne calcule que les valeurs propres.

8

Fonctions particulières

Ce chapitre traite :

- Du transfert d'objets entre deux HP 48 via les ports infrarouges.
- De l'utilisation d'un ensemble d'équations de la bibliothèque intégrée.
- De l'utilisation des bibliothèques.

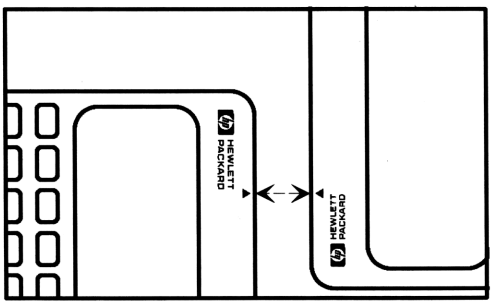
Leçon 35 : Transfert via les ports infrarouges

Le HP 48 dispose de ports d'entrée-sortie à la fois câblés et infrarouges vous permettant d'échanger des objets avec d'autres unités (imprimantes, ordinateurs et d'autres HP 48).

Le câble d'interface série, disponible en option, est nécessaire pour effectuer un transfert série (contactez votre distributeur HP). Un transfert par infrarouge entre deux HP 48 s'effectue de manière rapide et simple sans matériel supplémentaire.

Transfert d'un objet d'un HP 48 à un autre HP 48 :

1. Alignez les ports infrarouges en prenant pour point de repère les marques ▲ (à côté du logo Hewlett-Packard, juste au-dessus de l'écran). La distance entre les calculateurs ne doit pas excéder 5 cm.



2. **Récepteur.**
   - Accédez au répertoire dans lequel l'objet doit être mémorisé.
   - Appuyez sur (→)(I/O).
   - Sélectionnez `Get from HP 48` dans le menu et appuyez sur `OK`.
3. **Emetteur.**
   - Appuyez sur (→)(I/O).
   - Sélectionnez `Send to HP 48...` dans le menu et appuyez sur `OK`.
   - Tapez ou sélectionnez (`CHOOS`) le nom de l'objet à transférer dans le champ `NAME`.
   - Appuyez sur `SEND`.

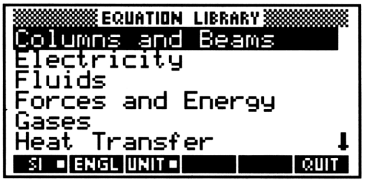
Leçon 36 : Utilisation d'un ensemble d'équations de la bibliothèque

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 y sont regroupées dans 15 rubriques techniques comportant plus de 100 titres de problèmes. A chacun d'eux correspond une ou plusieurs équations permettant de le résoudre.

Exemple : Examinez l'ensemble d'équations défini pour `Projectile Motion`.

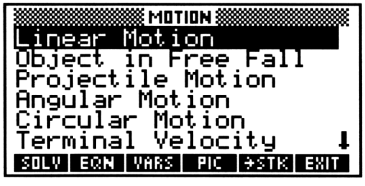
Etape 1: Définissez l'affichage à deux décimales, puis ouvrez l'application EQ LIB. (Si les options `SI ■` et `UNIT■` ne sont pas cochées, appuyez une fois sur les deux touches correspondantes du menu).

→ MODES α F ▶ 2 ENTER
ENTER
→ EQ LIB



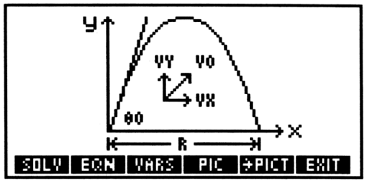
Etape 2: Sélectionnez la rubrique `Motion` pour ouvrir le catalogue correspondant.

α M ▼ ENTER



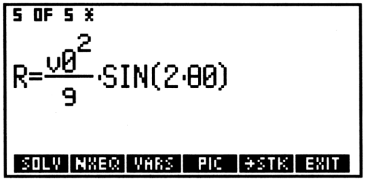
Etape 3: Sélectionnez `Projectile Motion` pour observer le diagramme illustrant le problème.

▼ ▼ `PIC`



Etape 4: Visualisez les cinq équations de l'ensemble `Projectile Motion`. Elles sont utilisables de manière interchangeable pour résoudre les variables manquantes (voir exemple suivant).

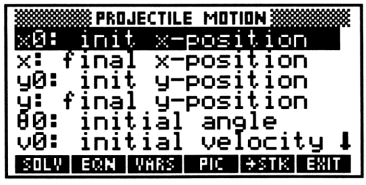
`EQN` `NXEQ` `NXEQ` `NXEQ` `NXEQ`



Etape 5: Examinez les variables utilisées dans l'ensemble d'équations.

`VARS`

▲ et ▼ selon les besoins

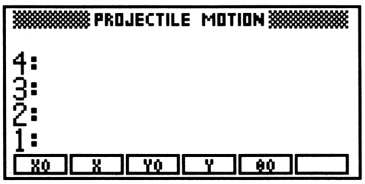


A présent, servez-vous de cet ensemble d'équations pour répondre à quelques questions.

Exemple : Vous estimez qu'un gardien de but professionnel moyen peut dégager la balle à une distance (R) de 65 mètres avec un angle d'élévation (θ_0) de 50 degrés. A quelle vitesse (v_0) frappe-t-il la balle ? A quelle hauteur se trouve cette dernière à mi-parcours ? En conservant la même vitesse, mais avec un angle d'élévation de 30 degrés, quelle serait la distance ? (Ignorez l'impact de l'accompagnement de la balle).

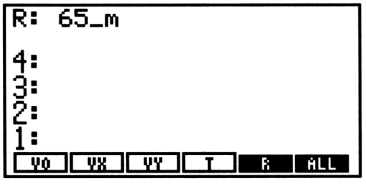
Etape 1: Commencez la résolution du problème.

SOLV



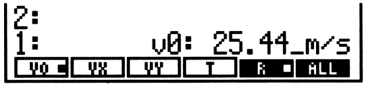
Etape 2: Saisissez les valeurs connues. Mettez *x0* et *y0* à 0. Notez que le contraste des libellés de menu s'inverse (blanc sur noir) lorsque vous mémorisez des valeurs.

0 X0 0 Y0 50
θ0 NXT 65 R



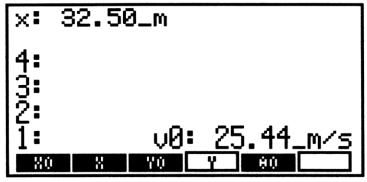
Etape 3: Calculez la vitesse v_0. Notez qu'une pression sur la version shift-gauche de la touche de menu relative à une variable lance la fonction de résolution du HP 48.

← V0



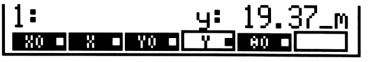
Etape 4: Rappelez la distance, R, divisez-la par 2 pour obtenir le mi-parcours, puis entrez cette valeur en x. Notez qu'une pression sur la version shift-droite de la touche de menu relative à une variable rappelle sa valeur dans la pile. (Le petit carré situé à côté du R sur le libellé indique que la valeur correspondante a été utilisée lors du précédent calcul).

→ R ■
2 ÷ NXT NXT X



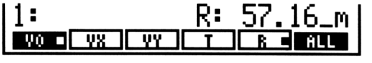
Etape 5: Calculez la hauteur y. Notez que le HP 48 calcule les valeurs des autres variables (cochées d'un petit carré) nécessaires au calcul de la variable spécifiée.

◀ Y



Etape 6: Saisissez la nouvelle valeur de l'angle d'élévation (30 degrés), mémorisez la vitesse initiale précédemment calculée (v_0), puis calculez R.

30 θ0 ▪
SWAP NXT V0
◀ R



Leçon 37 : Utilisation des bibliothèques

Une *bibliothèque* regroupe des commandes pré-programmées étendant le jeu de commandes intégrées. Le HP 48 ne vous permet *pas* de créer des bibliothèques, mais d'*installer* et d'*utiliser* des bibliothèques créées par ailleurs (sur d'autres ordinateurs).

Si vous disposez d'un HP 48G, vous devez télécharger la bibliothèque (d'un autre HP 48) via le port infrarouge ou (d'un micro-ordinateur) via le port série. Pour de plus amples informations sur le transfert via un port série, consultez le chapitre 27 du *Manuel d'utilisation du HP 48G*. S'il s'agit d'un HP 48GX, vous disposez en outre d'une carte enfichable en option contenant la bibliothèque, que vous installerez dans l'un des deux logements d'extension. Pour plus de détails sur les cartes enfichables, consultez le chapitre 28 du *Manuel d'utilisation du HP 48G*.

Les bibliothèques, à l'instar des autres objets, peuvent être placées dans la pile ou stockées dans la mémoire utilisateur. Néanmoins, elles *ne sont pas utilisables* de ces endroits.

Pour utiliser une bibliothèque, il faut qu'elle soit :

- *Stockée dans la mémoire du port* (port 0 pour le HP 48G ou l'un des ports 0 à 32 pour le HP 48GX). Toutes les bibliothèques commercialisées sous forme de cartes enfichables sont d'emblée placées dans la mémoire du port lors de l'installation dans le logement prévu. Lorsqu'il s'agit d'une bibliothèque téléchargée dans le répertoire en cours, vous devez la placer dans la mémoire du port.
- *Associée à un répertoire*. Une fois installées dans la mémoire du port, la plupart des bibliothèques s'associent automatiquement au répertoire HOME à la mise sous tension du HP 48. Dans d'autres cas, il vous faudra effectuer vous-même l'opération.

Pour stocker manuellement une bibliothèque dans la mémoire du port :

1. Placez l'objet-bibliothèque dans la pile. (Notez son numéro et son nom).
2. Saisissez le numéro du port (0, 1, 2, ... 32).
3. Appuyez sur [STO].
4. *Facultatif* : supprimez l'objet-bibliothèque original de la mémoire utilisateur.

Pour associer manuellement une bibliothèque à la mémoire utilisateur :

1. Accédez au répertoire auquel vous souhaitez rattacher la bibliothèque.
   - Pour accéder 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'*identificateur de la bibliothèque* sous la forme :*port*:*numéro*, où *numéro* correspond à un numéro unique identifiant la bibliothèque.
3. Appuyez sur ◀ LIBRARY NXT ATTAC.

Le nombre de bibliothèques que vous pouvez associer au répertoire HOME est illimité. Cependant, seule *une* bibliothèque à la fois peut être associée aux autres répertoires.

Pour utiliser une bibliothèque associée au chemin en cours :

1. Appuyez sur ▶ LIBRARY. Le menu Library Catalog s'affiche, qui contient toutes les bibliothèques disponibles. Cette opération est similaire à celle de la touche VAR qui affiche le menu des variables du répertoire en cours.
2. Appuyez sur NXT ou ◀ PREV pour choisir la bibliothèque.
3. Appuyez sur la touche du menu correspondant à la bibliothèque pour ouvrir le menu de commandes qu'elle contient.

Pour dissocier une bibliothèque d'un répertoire :

1. Accédez au répertoire auquel la bibliothèque est associée.
2. Saisissez le numéro unique identifiant la bibliothèque.
3. Appuyez sur ◀ LIBRARY DETAC pour la dissocier du répertoire en cours.
4. Appuyez sur ▶ LIBRARY pour vérifier le menu. La bibliothèque ne doit, en principe, plus y figurer. Si elle est toujours présente, c'est parce qu'elle est peut-être associée à un *second* répertoire dans le chemin en cours.

Pour supprimer une bibliothèque de la mémoire :

1. Vérifiez que la bibliothèque n'est plus associée à aucun répertoire. Dissociez-la le cas échéant.
2. Tapez l'identificateur (*port* : *numéro*) de la bibliothèque et appuyez sur [ENTER] [ENTER] [→] [RCL].
3. Appuyez sur [←] [MEMORY] NEWD pour supprimer toute référence éventuelle à cette bibliothèque.
4. Appuyez sur [SWAP] [←] [PURG] pour supprimer la bibliothèque de la mémoire.

9

En cas de problème

Ces indications sont destinées à vous aider à résoudre les incidents éventuellement rencontrés lors de l'exécution des exemples ou lors de la résolution de vos propres problèmes.

Leçon 38 : Messages d'erreur

Pour signaler qu'il ne peut exécuter une opération, le HP 48 émet un signal sonore (si l'avertisseur est activé) et affiche un message d'erreur. La liste de ces messages et leur signification se trouvent à l'annexe B du *Manuel d'utilisation du HP 48G*. Pour effacer le message affiché, appuyez sur CANCEL (ou sur une touche quelconque).

Voici la signification des quatre messages d'erreur les plus courants :

`Bad Argument Type`. Vous avez exécuté une opération incompatible avec le type d'objet donné. Par exemple : division par une chaîne.

`Too Few Arguments`. Vous avez exécuté une opération sans fournir tous les arguments nécessaires. Par exemple : + avec un seul chiffre dans la pile.

`Invalid Card Data`. Le HP 48 ne peut lire les données sur la carte enfichable insérée. S'il s'agit d'une carte RAM neuve, ignorez ce message. Lorsque vous y stockerez une variable, la carte sera automatiquement "formatée" pour que le calculateur puisse y accéder. En effet, le HP 48 n'a pas de commande de "formatage de carte".

`Undefined Name`. Le HP 48 a tenté d'exécuter une commande requérant des arguments numériques, sur un argument symbolique qu'il n'a pu convertir en chiffre. Si la commande est pourtant *compatible* avec des arguments symboliques, l'indicateur de résultats numériques (-3) est peut-être armé. Appuyez sur → MODES `FLAG` pour le vérifier. Si oui, désarmez-le, puis ré-essayez.

Leçon 39 : Dépannage

Le HP 48 est bloqué :

- Appuyez plusieurs fois sur [CANCEL], jusqu'à l'affichage normal de la pile.

Pour corriger une erreur :

- Pour supprimer le dernier résultat et retrouver les données d'origine, appuyez sur [→][UNDO] (au-dessus de la touche [EVAL]).
- Pour effacer le niveau 1 de la pile, appuyez sur [DROP].
- Pour effacer tout le contenu de la pile, appuyez sur [CLEAR].
- Pour rappeler la dernière ligne de commande exécutée (afin de la modifier ou de l'exécuter à nouveau), appuyez sur [→][CMD] (au-dessus de la touche [+/–]).
- Pour *conserver* le dernier résultat *et* retrouver les données d'origine, appuyez sur [→][ARG].

Pour réinitialiser tous les modes du calculateur sans effacer sa mémoire :

- Appuyez sur [←][MODES] FLAG [NXT] RESET.

Le calculateur ne répond pas lorsque vous appuyez sur les touches :

1. Appuyez plusieurs fois sur [CANCEL].
2. Si le clavier est "verrouillé," ou que le témoin ⧖ ne s'éteint pas, *interrompez le système* :
   a. Appuyez sur la touche [ON] et maintenez-la enfoncée.
   b. Appuyez sur la touche "C" du menu et relâchez-la.
   c. Relâchez [ON]. La pile vide doit s'afficher.
3. Si le HP 48 ne répond pas au processus d'interruption du système à partir du clavier, essayez d'interrompre le système directement (sans utiliser le clavier), en suivant la procédure décrite à la page 5-19 du Manuel d'utilisation du HP 48G.
4. Si vous n'obtenez pas de résultat, vous devez tenter une réinitialisation de la mémoire. (Voir page 5-19 du Manuel d'utilisation du HP 48G.)

Si le calculateur ne répond toujours pas, il faut le faire réparer.

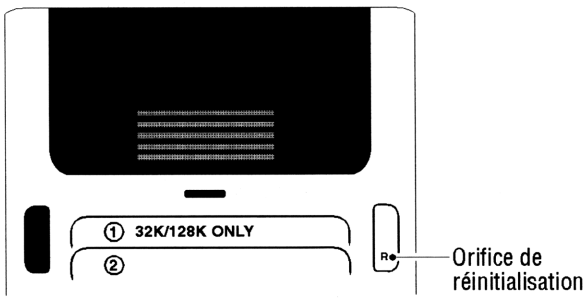
Pour réinitialiser le calculateur (et effacer sa mémoire) :

1. *Si vous souhaitez conserver quoi que ce soit en mémoire, ne réinitialisez pas le calculateur.*
2. Appuyez sur la touche ON et maintenez-la enfoncée.
3. Appuyez simultanément sur les touches gauche et droite du menu (A et F), puis relâchez-les.
4. Relachez la touche ON.
5. Appuyez sur NO .

La procédure ci-dessus efface également le contenu de la RAM d'une carte enfichable, mais *uniquement* si elle est fusionnée avec la mémoire principale du calculateur.

Le calculateur ne se met pas sous tension :

1. Appuyez sur la touche ON, puis relâchez-la.
2. Si rien ne s'affiche, maintenez ON enfoncée et appuyez sur + jusqu'à ce que des caractères s'affichent ; relâchez ON. Si aucun caractère ne s'affiche, vérifiez le contraste (trop clair).
3. Si rien ne s'affiche, remplacez les trois piles AAA selon les instructions fournies au paragraphe "Changement des piles", à l'annexe A du *Manuel d'utilisation du HP 48G.* Puis reprenez les étapes précédentes.
4. Si le problème persiste, retournez le HP 48. Retirez le patin en caoutchouc situé en haut à droite (au dos du calculateur). Localisez l'orifice identifié par un R. Introduisez à fond la pointe d'un trombone métallique dans cet orifice. Maintenez-la en place pendant une seconde, puis retirez-la. Appuyez sur ON et reprenez les étapes précédentes.



5. Si le calculateur ne fonctionne toujours pas, il faut le faire réparer. A cet effet, contactez le service d'assistance HP approprié (voir troisième page de couverture).

Pour vérifier si le calculateur fonctionne correctement :

1. Lancez l'auto-test :
   a. Mettez le calculateur sous tension.
   b. Appuyez sur la touche [ON] et maintenez-la enfoncée.
   c. Appuyez sur la touche "E" du menu, puis relâchez-la.
   d. Relâchez [ON]. Les tests automatiques de diagnostic contrôlent les mémoires ROM et RAM internes et génèrent divers affichages. Les tests se poursuivent jusqu'à ce que vous interrompiez le système.
2. Interrompez l'auto-test (interruption du système) :
   a. Appuyez sur la touche [ON] et maintenez-la enfoncée.
   b. Appuyez sur la touche "C" (C est inscrit à côté de la touche), puis relâchez-la.
   c. Relâchez [ON]. La pile vide doit s'afficher.

Si l'auto-test signale une défaillance de la mémoire ROM ou RAM interne, (autrement dit `IROM OK` et `IRAM OK` ne sont pas affichés), il faut faire réparer le calculateur.

Si l'auto-test est concluant, vous avez probablement fait une erreur de manipulation. Consultez les parties appropriées de la documentation, ainsi que les "Réponses aux questions courantes" de l'annexe A du *Manuel d'utilisation du HP 48G.*

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.

Table des matières

1: Préambule
2: Introduction au calculateur HP 48
3: Opérations arithmétiques
4: Description et utilisation de la mémoire
5: Résolutions d'équations
6: Tracé d'équations et analyse de graphes
7: Calcul différentiel, statistiques et mathématiques avancées
8: Fonctions particulières
9: En cas de problème

HEWLETT PACKARD

Pour usage interne HP :
00048-90111 (Français) 01/97
Imprimé en Allemagne

Numéro de référence 00048-90128
Edition 3