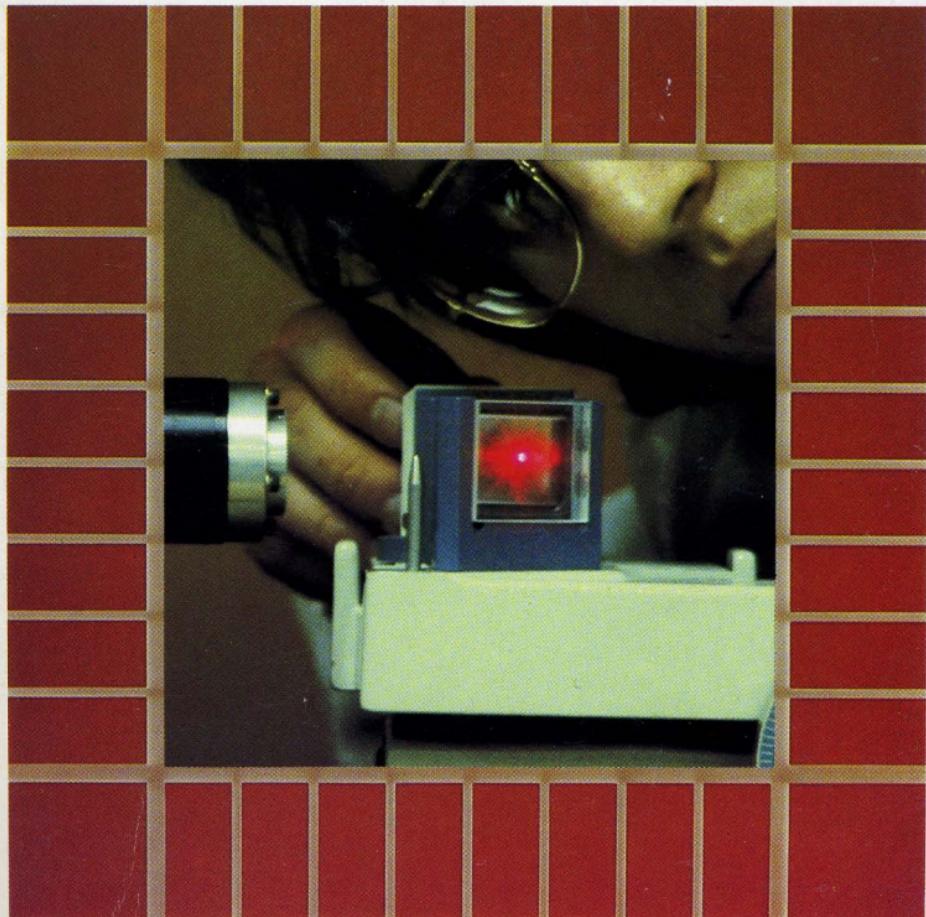


HEWLETT-PACKARD

HP-33E/33C

Calculateur scientifique
programmable

Manuel d'utilisation
et de programmation





**HEWLETT
PACKARD**

HP-33E/33C

Calculateur scientifique programmable

Manuel d'utilisation et de programmation

00033-90046 Rev 4/79

© 1978 Hewlett-Packard France

Texte protégé par la législation en vigueur en matière de propriété littéraire et dans tous les pays.

LA MÉMOIRE PERMANENTE (HP-33C SEULEMENT)

Le HP-33C est doté d'une mémoire permanente. Une des technologies les plus récentes et les plus perfectionnées dans le domaine des calculateurs de poche. Mémoire permanente signifie que la mémoire programme, les 8 registres de stockage et le mode d'affichage ne sont pas effacés lorsque le calculateur est mis sur OFF. L'utilisateur peut ainsi stocker un (ou plusieurs) programme pour des jours ou des semaines.

La mémoire permanente est particulièrement appréciable pour le stockage des données, l'économie des batteries ou la personnalisation du calculateur (dans le cas, par exemple, où 20% des programmes permettent de résoudre 80% des problèmes). Il n'est plus nécessaire de réintroduire les programmes courants : ils sont stockés dans le calculateur. Ayant avec la mémoire permanente moins de touches à utiliser, le risque d'erreur dans l'introduction des données est considérablement diminué.

La mémoire permanente permet également de conserver des données dans les 8 registres de stockage. Constantes, sommes et résultats intermédiaires peuvent être rappelés chaque fois qu'ils sont nécessaires. De plus, le calculateur garde le mode d'affichage et à la mise sous tension le HP-33C se «réveille» en notation **FIX**, **SCI** ou **ENG** suivant l'état d'origine.

La mémoire permanente permet aussi d'économiser les batteries ; elle conserve le programme pendant un mois et demi, et même davantage, lorsque le calculateur n'est pas utilisé. Même en période de travail, l'utilisateur n'ayant pas à réintroduire les programmes, les batteries seront moins sollicitées.

Remarque : Tout au long de ce manuel, «HP-33E» est employé pour désigner le calculateur, car les informations concernent le HP-33E (sans mémoire permanente) et le nouveau HP-33C équipé de ce type de mémoire.

TABLE DES MATIÈRES

LE HP-33E SCIENTIFIQUE PROGRAMMABLE	6
LE CALCULATEUR	7
Index des touches de fonction	8
Index des touches de programmation	11
CHAPITRE 1: LE HP-33E	15
Résolution manuelle de vos problèmes	16
Résolution programmée de vos problèmes	16
CHAPITRE 2: CARACTÉRISTIQUES SPÉCIFIQUES DU HP-33E	19
Séquence de contrôle automatique	19
Mantisse	19
Registres mémoire	20
Touches de modification des nombres	20
Valeur absolue	21
Partie entière d'un nombre	21
Partie décimale d'un nombre	21
Fonctions statistiques	22
Sommations en mémoire	22
Moyenne	23
Ecart type	24
Suppression et correction de données	25
Régression linéaire	26
Estimation linéaire	27
Coefficient de corrélation	28
Opérations sur les vecteurs	28
CHAPITRE 3: PROGRAMMATION	31
Qu'est-ce qu'un programme?	31
Pourquoi écrire des programmes?	31
Codes des touches	31
Introduction à la programmation	32
Exécution d'un programme	33

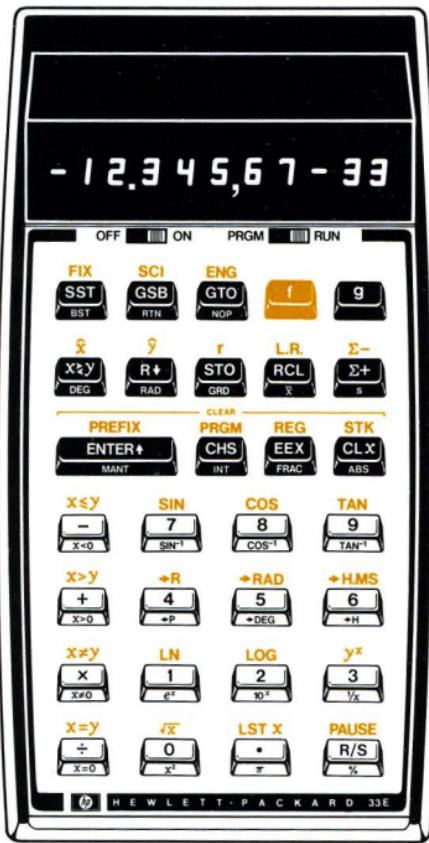
4 Table des matières

Rédaction d'un deuxième programme	34
Affichage du programme ligne par ligne	35
Affichage d'une ligne particulière	36
Interruption d'un programme	36
Interruption au cours d'un programme	36
Pause au cours d'un programme	38
Arrêts du programme	39
Arrêts pour erreur	39
Dépassement de capacité	40
Organigrammes	40
 CHAPITRE 4: BRANCHEMENTS	45
Branchements directs et boucles	45
Tests et branchements conditionnels	47
 CHAPITRE 5: SOUS-PROGRAMMES	57
Utilisation des sous-programmes	61
Limites des sous-programmes	62
 CHAPITRE 6: MISE AU POINT DES PROGRAMMES	65
Recherche d'une erreur	65
Modification d'une instruction	67
Instructions supplémentaires	68
 ANNEXE A: SERVICE APRÈS-VENTE ET MAINTENANCE	71
Votre calculateur Hewlett-Packard	71
Fonctionnement sur secteur	71
Recharge des batteries	72
Utilisation sur batterie	72
Remplacement de la batterie	73
Protection de la batterie	74
Maintenance	75
Indication de décharge	75
Absence d'affichage	75
Températures de fonctionnement	76

Garantie	76
Appareil sous garantie	76
Appareil hors garantie	76
Transfert de garantie	76a
Modifications	76a
Instructions d'expédition	76a
Informations complémentaires	76a
ANNEXE B: OPÉRATIONS ILLICITES	77
ANNEXE C: PILE OPÉRATIONNELLE ET REGISTRE LST X	79
Fin d'introduction de données	79
Mouvements dans la pile opérationnelle	79
Opérations qui interdisent les mouvements	79
Opérations qui autorisent les mouvements	80
Opérations neutres	80
ANNEXE D: MÉMOIRE PERMANENTE	83

LE HP-33E/33C SCIENTIFIQUE PROGRAMMABLE

LE CALCULATEUR



Pile opérationnelle

T	0,0000
Z	0,0000
Y	0,0000
X	0,0000

Affichage

0,0000

Last X

Registres mémoires

R ₀	0,0000
R ₁	0,0000
R ₂	0,0000
R ₃	0,0000
R ₄	0,0000
R ₅	0,0000
R ₆	0,0000
R ₇	0,0000

Mémoire programme

00	
01-	13 00
02-	13 00
03-	13 00
04-	13 00
05-	13 00
48-	13 00
49-	13 00

INDEX DES TOUCHES DE FONCTION

Pour exécuter une fonction, il suffit d'appuyer directement sur la touche correspondante du clavier. Tous les nombres introduits sont affichés, ainsi que les résultats. Voici toutes les fonctions exécutables, soit directement à partir du clavier, soit comme une instruction d'un programme.

OFF **ON**: Commutateur marche/arrêt

f Touche préfixe: appuyez sur cette touche avant d'exécuter une fonction inscrite en jaune

g Touche préfixe: appuyez sur cette touche avant d'exécuter une fonction inscrite en bleu

CLEAR **PREFIX** (non programmable): Son exécution annule l'effet des touches préfixes suivantes: **f**, **g**, **STO**, **RCL**, **FIX**, **SCI**, **ENG**, **GSB** et **GTO**

INTRODUCTION DES NOMBRES

ENTER **↑** Copie le nombre affiché (registre **X**) dans le registre **Y**

CHS Change le signe de la mantisse ou de l'exposant du nombre affiché (registre **X**)

EEX Introduction de l'exposant. Les nombres introduits après la pression de cette touche sont des puissances de 10

0 à **9** Touches numériques

. Point décimal

MANIPULATION DES NOMBRES

CLEAR **STK** Effacement du contenu de la pile opérationnelle (registres **X**, **Y**, **Z**, **T**)

R↓ Permutation circulaire de la pile opérationnelle (affichage du contenu des registres)

xxy Permutation des contenus des registres **X** et **Y**

CLX Effacement du registre **X** (affichage)

CONTRÔLE DE L'AFFICHAGE

FIX Affichage en notation fixe: appuyez sur cette touche puis sur celle correspondant au nombre de décimales désirées

SCI Affichage en notation scientifique: appuyez sur cette touche puis sur celle correspondant au nombre de décimales désirées

MANT (non programmable): Affiche temporairement les 10 chiffres de la mantisse du nombre figurant dans le registre **X**

MODIFICATIONS DES NOMBRES

ABS Valeur absolue du nombre affiché (contenu du registre **X**)

INT Partie entière du nombre affiché (registre **X**)

FRAC Partie décimale du nombre affiché (registre **X**)

OPÉRATIONS SUR LA MÉMOIRE

STO Mise en mémoire du nombre affiché: appuyez sur cette touche puis sur celle du registre mémoire choisi (0, 1, 2 ou 3); sert aussi à effectuer les opérations arithmétiques en mémoire

RCL Rappel d'un nombre en mémoire: appuyez sur cette touche puis sur celle identifiant le registre (0, 1, 2 ou 3)

CLEAR REG Efface le contenu de tous les registres mémoire

LST X Rappel à l'affichage du dernier contenu du registre X

MATHÉMATIQUES

\sqrt{x} Calcule la racine carrée du nombre affiché (registre X)

x^2 Elève au carré le nombre affiché

$1/x$ Calcule l'inverse du nombre affiché

π Affiche la valeur de π (3,141592654) dans le registre X

+, -, \times , \div Opérateurs arithmétiques

TRIGONOMÉTRIE

DEG Calcule les fonctions trigonométriques en degrés décimaux

RAD Calcule les fonctions trigonométriques en radians

GRD Calcule les fonctions trigonométriques en grades

SIN **COS** **TAN** Calculent respectivement le sinus, le cosinus et la tangente du nombre affiché (registre X)

SIN⁻¹ **COS⁻¹** **TAN⁻¹** Calculent respectivement l'arc sinus, l'arc cosinus, l'arc tangente du nombre affiché (registre X)

$\rightarrow H.MS$ Convertit heures (ou degrés) exprimés sous forme décimale, en heures (ou degrés), minutes et secondes

$\rightarrow H$ Convertit heures (ou degrés), minutes et secondes en heures (ou degrés) exprimés sous forme décimale

$\rightarrow DEG$ Convertit les radians en degrés décimaux

$\rightarrow RAD$ Convertit les degrés décimaux en radians

CONVERSIONS POLAIRE/RECTANGULAIRE

$\rightarrow P$ Convertit les coordonnées rectangulaires (abscisse en X, ordonnée en Y) en coordonnées polaires (module en X, argument en Y)

$\rightarrow R$ Convertit les coordonnées polaires (module en X, argument en Y) en coordonnées rectangulaires (abscisse en X, ordonnée en Y)

FONCTIONS LOGARITHMIQUES ET EXPONENTIELLES

y^x Elève le nombre contenu dans le registre **Y** à la puissance du nombre affiché (registre **X**)

10^x Antilogarithme décimal. Elévation de 10 à la puissance du nombre affiché

e^x Antilogarithme népérien. Elévation de e (2,718281828) à la puissance du nombre affiché

\log Calcule le logarithme décimal du nombre affiché

\ln Calcule le logarithme népérien (base e, 2,718281828) du nombre affiché

(registres **X** et **Y**) dans les registres mémoire R_2 à R_7

Σ^- Soustrait les valeurs de **X** et de **Y** du contenu des registres statistiques pour corriger, par ex., des résultats cumulés dans les registres mémoire

Σ Calcule la moyenne d'une ou de deux séries de nombres, après sommation au moyen de **Σ^+**

S Calcule l'écart type d'une ou de deux séries de nombres, après sommation au moyen de **Σ^+**

$L.R.$ Régression linéaire

\hat{x} Estimation linéaire. Calcule x estimé pour y donné

\hat{y} Estimation linéaire. Calcule y estimé pour x donné

r Calcule le coefficient de corrélation après sommation par **Σ^+** des x et des y

$\%$ Calcule x% de y

FONCTIONS STATISTIQUES

Σ^+ Effectue la somme cumulée d'une ou de deux séries de nombres

INDEX DES TOUCHES DE PROGRAMMATION

Mode Programme	Mode Run	
Lorsque vous appuyez sur les touches de fonction, elles chargent la mémoire programme (excepté celles ci-dessous).	<p>Placez le commutateur PRGM ■■■■■ RUN sur la position RUN.</p> <p>Les fonctions des touches peuvent être exécutées soit comme une instruction de programme, soit individuellement au clavier. Les données introduites et les résultats sont affichés par le calculateur, sauf contre-indication.</p>	
Touches de contrôle	Exécutées au clavier	Exécutées comme des instructions de programme
En mode programme, seules les opérations suivantes sont des opérations de contrôle. Elles ne peuvent être enregistrées dans la mémoire programme, mais permettent d'agir sur le programme.		
GTO (Go To). Suivie de .nn: le calculateur se positionne à l'instruction nn de la mémoire programme, aucune instruction n'est exécutée.	GTO (Go To). Suivie de .nn: le calculateur se positionne à l'instruction nn de la mémoire programme, sans exécution.	GTO (Go To). Suivie de .nn arrête l'exécution du programme, recherche dans la mémoire la ligne désignée et reprend l'exécution à cet endroit.
	RTN (Return). Positionne le calculateur à l'instruction 00 de la mémoire programme.	RTN (Return). Si le segment de programme a été «appelé» par un GTO , RTN rend le contrôle au clavier. Si le segment de programme a été «appelé» par un GSB , RTN ren-

12 Index des touches de programmation

Mode Programme	Mode Run	
Touches de contrôle	Exécutées au clavier	Exécutées comme des instructions de programme
		voie au programme «appelant», qui est repris à l'instruction suivant GSB .
CLEAR PRGM (Clear Program) Efface la mémoire programme, en y substituant des GTO 00, et positionne le calculateur à l'instruction 00.	CLEAR PRGM (Clear Program) Après la touche préfixe f , annule cette dernière. Après toute autre touche, son effet est nul. Elle n'affecte en rien la mémoire programme ou l'état du calculateur.	
BST (Back step: une ligne en arrière). Retour à la ligne précédente de la mémoire programme.	BST Retour à la ligne précédente de la mémoire programme et affichage du numéro de cette ligne et du code des touches. Le contenu original du registre X est affiché dès que vous relâchez la touche BST . Aucune instruction n'est exécutée.	PAUSE Arrête l'exécution du programme et affiche le contenu du registre X pendant une seconde, puis reprend l'exécution du programme.
SST (Single step: une ligne en avant).	SST Lorsque vous appuyez sur cette touche,	

Mode Programme	Mode Run	
Touches de contrôle	Exécutées au clavier	Exécutées comme des instructions de programme
Avance à la ligne suivante de la mémoire programme.	le numéro de la ligne et le code des touches sont affichés. Lorsque vous la relâchez, l'instruction est exécutée, le résultat est affiché et le calculateur va à la ligne suivante. R/S (Run-Stop). Commence l'exécution à la ligne en cours de la mémoire programme. Arrête l'exécution du programme si elle est en cours.	R/S Arrête l'exécution du programme.
En appuyant sur CLEAR PREFIX après f , g , STO , RCL , FIX , SCI , ENG , GSB ou GTO on annule l'effet de cette dernière touche.	En appuyant sur CLEAR PREFIX après f , g , STO , RCL , FIX , SCI , ENG , GSB ou GTO on annule l'effet de cette dernière touche. GSB (Go to Sub-Routine). Suivie d'un nombre entre 01 et 49 (numéro de ligne): provoque l'exécution par le calculateur de la séquence d'instructions commençant par la ligne indiquée. L'exécution se fait comme pour un sous-programme. Touche quelconque. Lorsqu'on appuie sur	GSB (Go to Sub-Routine). Suivie d'un numéro de ligne (de 01 à 49): le calculateur recherche dans la mémoire programme l'adresse correspondante et exécute ce segment de programme comme un sous-programme. NOP (No Operation). Le calculateur passe di-

14 Index des touches de programmation

Mode Programme	Mode Run	
Touches de contrôle	Exécutées au clavier	Exécutées comme des instructions de programme
	une touche quelconque du clavier, on arrête l'exécution d'un programme.	rectement à la ligne suivante du programme.

CHAPITRE 1: LE HP-33E

Vous ne pourrez que vous féliciter de posséder un calculateur scientifique HP-33E. C'est un instrument de calcul d'une souplesse d'utilisation exceptionnelle grâce à la notation polonaise inverse qui permet de résoudre sans peine les équations les plus complexes.

Il est à la fois:

Un calculateur scientifique: les touches du clavier du HP-33E commandent chacune jusqu'à 3 opérations distinctes, offrant ainsi une puissance de calcul maximum pour un encombrement minimum.

Un instrument de résolution de problèmes: en suivant pas à pas les instructions données dans le manuel d'applications du HP-33E, vous pourrez charger le programme de votre choix, parmi les quelques dizaines d'exemples touchant les domaines d'application les plus divers (mathématiques, statistiques, jeux, finances, etc.), dès la première utilisation de votre calculateur.

Un calculateur programmable personnel: le HP-33E est d'un usage facile et ne requiert ni expérience en programmation ni connaissance de langages complexes. Et pourtant les spécialistes de l'informatique apprécieront les prestations très élaborées dont bénéficie ce calculateur:

- 8 registres mémoire;
- 49 lignes de programme;
- combinaison en une seule ligne de la touche préfixe et de la touche de fonction: plus de puissance dans chaque ligne;
- des dispositifs d'édition pour corriger et modifier les programmes;
- branchements conditionnels ou inconditionnels;
- trois niveaux de sous-programmes.

En outre, le HP-33E dispose d'une complète autonomie lorsqu'il est utilisé sur sa batterie rechargeable.

Si vous êtes un nouveau-venu à la notation polonaise inverse (logique RPN), vous lirez avec intérêt «La solution de vos problèmes avec votre calculateur Hewlett-Packard» avant d'aborder votre manuel d'utilisation.

Et même si vous êtes déjà familiarisé avec les calculateurs HP, la lecture de «La solution de vos problèmes avec votre calculateur Hewlett-Packard» vous dévoilera sûrement quelques caractéristiques nouvelles.

Abordons maintenant les méthodes de résolution de vos problèmes: résolution manuelle ou résolution automatique grâce à la puissance de programmation de ce calculateur.

RÉSOLUTION MANUELLE DE VOS PROBLÈMES

Avant tout autre utilisation de votre calculateur, vous devez savoir résoudre manuellement tous les problèmes. Reportez-vous, le cas échéant, au chapitre 1 de «La solution de vos problèmes avec votre calculateur HP». Pour bien comprendre la similitude qui existe entre la résolution manuelle et la résolution programmée d'un problème, voici un exemple que vous résoudrez d'abord manuellement, puis à l'aide d'un programme.

Si vous deviez calculer la surface d'une sphère, vous utiliseriez la formule suivante:

$$S = \pi d^2 \text{ où } S \text{ est la surface de la sphère,}$$

d son diamètre,

π la valeur de pi: 3,141592654

Exemple: Vous voulez calculer la surface d'une planète satellite dont le diamètre est de 3200 km.

Manuellement, vous procédez ainsi sur votre calculateur:



Appuyez sur	Affichage	
3200	3.200,	Diamètre de la planète
g x²	10.240.000,00	Carré du diamètre
g T	3,1416	π
x	32.169.908,78	Surface de la planète en km ²

RÉSOLUTION PROGRAMMÉE DE VOS PROBLÈMES

Après avoir effectué le calcul précédent, vous décidez de calculer la surface des 12 planètes qui tournent autour de Jupiter. Vous pourriez évidemment répéter 12 fois le calcul fait précédemment pour chacune des planètes.

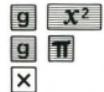
Il existe cependant un moyen plus simple et plus rapide pour faire ce calcul selon les différents diamètres: c'est d'écrire un programme, ce qui évitera d'appuyer à chaque fois sur toutes les touches.

Il faut ensuite charger ce programme et l'exécuter pour avoir les résultats.

Ecriture du programme: Vous l'avez déjà écrit! Un programme n'est rien d'autre que la séquence des touches sur lesquelles vous devez appuyer lors de la résolution manuelle de votre problème.

Chargement du programme: Pour charger les instructions (les touches) du programme dans le calculateur:

1. Placez le commutateur PRGM ■■■■■ RUN sur la position PRGM (program).
2. Appuyez sur **CLEAR PRGM** pour annuler la mémoire programme.
3. Appuyez respectivement sur les touches suivantes (lors du chargement, l'affichage vous donne des renseignements utiles que nous vous expliquerons ultérieurement).



Ces touches sont celles sur lesquelles vous avez appuyé pour résoudre le même problème manuellement.

GTO 00

Cette instruction renvoie le calculateur en tête du programme et constitue une fin d'exécution. Le programme peut alors être exécuté avec une nouvelle donnée.

Le calculateur «se souvient» de cette séquence de touches.

Exécution du programme: Vous obtiendrez toutes les surfaces de sphères correspondant aux différents diamètres.

1. Placez le commutateur PRGM ■■■■■ RUN sur la position RUN.
2. Appuyez sur **g RTN** pour mettre le calculateur en tête de la mémoire programme (position de départ).
3. Introduisez la valeur du diamètre.
4. Appuyez sur **R/S** (Run/stop = marche/arrêt) pour exécuter le programme.

Lorsque vous appuyez sur **R/S**, la séquence d'instructions que vous avez chargée est automatiquement exécutée par le calculateur, vous donnant le résultat que vous auriez obtenu manuellement.

Par exemple, calculez la surface de la planète de l'exemple précédent ($d = 3200$ km).

Appuyez sur

3200

R/S

Affichage

3.200,

32.169.908,78 km²

18 Le HP-33E

Grâce au programme que vous avez chargé, vous pouvez maintenant calculer n'importe quelle surface de sphère, connaissant son diamètre:

1. Laissez le calculateur en mode RUN.
2. Introduisez un diamètre.
3. Appuyez sur **R/S**.

Ainsi pour des planètes dont les diamètres respectifs sont: 2310 km, 1950 km et 3220 km, vous obtiendrez les surfaces respectives en effectuant simplement:

Appuyez sur	Affichage
2310 R/S	16.763.852,56
1950 R/S	11.945.906,07
3220 R/S	32.573.289,27

Voilà donc le principe de la programmation sur votre calculateur. Le HP-33E peut enregistrer jusqu'à 49 instructions différentes (donc un nombre supérieur de pressions de touche puisque beaucoup d'instructions nécessitent 2 ou 3 pressions de touches).

CHAPITRE 2: CARACTÉRISTIQUES SPÉCIFIQUES DU HP-33E

La plupart des caractéristiques du HP-33E sont décrites dans «La solution de vos problèmes avec votre calculateur HP». Cependant, le HP-33E possède des caractéristiques qui lui sont propres et que vous trouverez dans ces pages.

SÉQUENCE DE CONTRÔLE AUTOMATIQUE

Votre nouveau calculateur Hewlett-Packard possède des caractéristiques qui le rendent encore plus fiable et plus aisément utilisable. La séquence d'autotest, empruntée aux ordinateurs et instruments électroniques les plus sophistiqués, est une de ces caractéristiques. Nous ne vous souhaitons pas d'avoir des problèmes avec votre calculateur, néanmoins si vous aviez des doutes sur son fonctionnement, exécutez ceci:

STO ENTER↑

Le calculateur doit afficher $-8,8,8,8,8,8,8,8,8$, s'il fonctionne correctement (appuyez sur une touche quelconque pour remettre l'affichage à 0). L'affichage de **Error 9** indique que le calculateur est défaillant et doit être envoyé au service après-vente pour réparation. La pression d'une touche quelconque provoquera le remplacement de **Error 9** par un nombre caractérisant le circuit défectueux. Non seulement le calculateur vous signale une panne, mais en plus il nous indique le circuit défectueux, permettant ainsi une intervention plus rapide et moins coûteuse.

REMARQUE

La séquence d'autotest efface toutes les mémoires – pile opérationnelle, registres et mémoire programme.

MANTISSE

Lorsque, en mode quelconque d'affichage, vous désirez connaître tous les chiffres de la mantisse, appuyez sur **g MANT** et maintenez la pression sur la touche. Vous obtenez ainsi l'affichage des chiffres de la mantisse normalement stockés en mémoire. Si vous relâchez la touche, vous retrouvez l'affichage initial. Pour plus de précision sur les modes

d'affichage, se reporter au paragraphe «Commandes de l'affichage» dans «La solution de vos problèmes avec votre calculateur HP».

REGISTRES MÉMOIRE

En plus des quatre registres de la pile opérationnelle et du registre LST X, qui conservent temporairement les résultats intermédiaires, le calculateur est doté de 8 registres mémoire adressables et de 49 lignes de programme. Les registres mémoire R_2 à R_7 sont aussi utilisés pour les sommations statistiques.

Pour plus de précision, reportez-vous au paragraphe «Mise en mémoire et rappel des données» dans «La solution de vos problèmes avec votre calculateur HP». Par contre, vous trouverez dans les pages suivantes tout ce qui concerne la programmation et les registres statistiques.

Pile opérationnelle

T
Z
Y
X
LST X

← Affichage

Registre mémoire

R_0
R_1
R_2
R_3
R_4
R_5
R_6
R_7

n
 Σx
 Σx^2
 Σy
 Σy^2
 Σxy

Mémoire programme

00
01- 13 00
02- 13 00
03- 13 00
04- 13 00
48- 13 00
49- 13 00

TOUCHES DE MODIFICATION DES NOMBRES

En plus de la touche **CHS**, il existe trois touches qui modifient les nombres: **ABS**, **INT** et **FRAC**. Ces touches vous seront particulièrement utiles en programmation.

VALEUR ABSOLUE

Lors de certains calculs, il est intéressant de connaître la valeur absolue (ou module) d'un nombre. Pour afficher la valeur absolue d'un nombre, appuyez d'abord sur la touche préfixe **g** puis sur la touche **ABS**.

Pour calculer, par exemple, la valeur absolue de -3 :

Appuyez sur	Affichage
3 CHS	-3
g ABS	3,000 $ -3 $

PARTIE ENTIÈRE D'UN NOMBRE

Pour afficher *la partie entière d'un nombre*, appuyez d'abord sur la touche préfixe **g** puis sur la touche **INT**.

Pour n'afficher, par exemple, que la partie entière du nombre 123,456:

Appuyez sur	Affichage
123,456	123,456
g INT	123,0000 Partie entière

Après toute pression des touches **g INT**, la partie décimale du nombre est perdue; mais ce nombre est bien entendu intégralement conservé dans le registre LST X.

PARTIE DÉCIMALE D'UN NOMBRE

Pour ne conserver (registre **X**) que la partie décimale d'un nombre, appuyez d'abord sur la touche préfixe **g**, puis sur la touche **FRAC**. Pour n'afficher, par exemple, que la partie décimale du nombre précédent 123,456:

Appuyez sur	Affichage	
f LST X	123,4560	Rappel du nombre initial dans le registre X
g FRAC	0,4560	Partie décimale affichée (arrondie à FIX 4)

Après pression des touches **g FRAC**, la partie entière du nombre est perdue, mais ce nombre est bien entendu intégralement conservé dans le registre LST X.

FONCTIONS STATISTIQUES

SOMMATIONS EN MÉMOIRE

La touche **Σ+** effectue certains calculs et cumuls sur les nombres contenus dans les registres **X** et **Y**. Les résultats obtenus sont conservés en mémoire par le calculateur, dans le but d'être exploités ultérieurement pour des calculs statistiques complexes.

Avant de commencer des calculs mettant en œuvre la touche **Σ+**, appuyez sur les touches **f** **CLEAR** **REG** pour effacer les contenus des registres utilisés par la sommation.

Voici ce qui se passe chaque fois que vous introduisez un nombre et que vous appuyez sur la touche **Σ+**:

1. Le nombre 1 est additionné au contenu du registre R_2 . (Lorsque toutes les opérations décrites ensuite sont exécutées, le résultat figurant dans R_2 est placé dans le registre **X** [affichage]. Le nombre que vous aviez introduit dans le registre **X** est conservé dans le registre **LST X**.)
2. Le contenu du registre **X** est additionné au contenu du registre R_3 .
3. Le carré du nombre contenu par le registre **X** est additionné au registre R_4 .
4. Le nombre contenu par le registre **Y** est additionné au contenu du registre R_5 .
5. Le carré du contenu du registre **Y** est additionné au contenu du registre mémoire R_6 .
6. Le produit du registre **Y** par le registre **X** est additionné au contenu du registre mémoire R_7 .

Ainsi, chaque pression sur la touche **Σ+** provoque ces cumuls, qui modifient le registre **X** (affichage) et des registres mémoire:

Registres	Données	
X (affiché)	n	Nombre de données introduites
R_2	n	Nombre de données
R_3	Σx	Somme des x
R_4	Σx^2	Somme des x^2
R_5	Σy	Somme des y
R_6	Σy^2	Somme des y^2
R_7	Σxy	Somme des produits xy

En outre, après chaque pression de **Σ+**, le contenu du registre **Y** est inchangé, alors que l'ancien contenu du registre **X** est conservé dans le registre **LST X**. Vous pouvez à tout moment afficher un résultat partiel, en rappelant le contenu du registre mémoire correspondant.

Lorsque vous appuyez sur la touche **Σ+**, le rappel des contenus des registres mémoire ou l'introduction d'un nouveau nombre entraîne l'effacement du nombre d'entrées (n). La pile ne «monte» pas.

Précision de **Σ+** voir page 30.

Exemple: Calculez x, x^2 , y, y^2 et xy pour les couples de données suivants:

y	7	5	9
x	5	3	8

Appuyez sur **f CLEAR REG** → Affichage

7	ENTER↑	→	7,0000
5	Σ+	→	1,0000
5	ENTER↑	→	5,0000
3	Σ+	→	2,0000
9	ENTER↑	→	9,0000
8	Σ+	→	3,0000
RCL 2		→	3,0000
RCL 3		→	16,0000
RCL 4		→	98,0000
RCL 5		→	21,0000
RCL 6		→	155,0000
RCL 7		→	122,0000

Effacement des registres mémoire (la pile est supposée déjà effacée)

1^{er} couple de données cumulé; n = 1

2^e couple cumulé; n = 2

3^e couple cumulé; n = 3

Nombre d'entrées dans R₂; n = 3

Somme des x dans R₃

Somme des x^2 dans R₄

Somme des y dans R₅

Somme des y^2 dans R₆

Somme des produits xy dans R₇

MOYENNE

La touche de fonction **Σ̄** permet de calculer la moyenne arithmétique d'une ou de deux séries de nombres cumulés dans les registres statistiques.

Lorsque vous appuyez sur **g Σ̄**:

1. La moyenne des x est calculée à partir des données figurant dans les registres R₂ (nombre de données: n) et R₃ (Σx). Le résultat du calcul est affiché et placé dans le registre **X**.
2. La moyenne des y est calculée à partir des données figurant dans les registres R₂ (n) et R₅ (Σy). Le résultat de ce calcul est placé dans le registre **Y**. Pour utiliser ce résultat dans le registre **X**, il vous suffit d'appuyer sur la touche **xy** (affichage).

La manière la plus simple d'accumuler les données nécessaires au calcul de **Σ̄** est d'utiliser la fonction **Σ+** décrite précédemment.

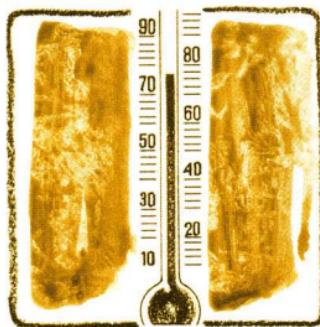
ÉCART TYPE

La touche **S** calcule l'écart type (dispersion moyenne autour de la moyenne) des données accumulées dans les registres statistiques. Lorsque vous appuyez sur **g S**:

1. L'écart type (S_x) de l'échantillon des x est calculé à partir des données accumulées dans les registres statistiques R_2 , R_3 , R_4 (qui contiennent respectivement: n , Σx et Σx^2). Le résultat de ce calcul est affiché dans le registre **X**.
2. L'écart type (S_y) de l'échantillon des y est calculé à partir des données accumulées dans les registres statistiques contenant n , Σy et Σy^2 . Le résultat de ce calcul est placé dans le registre **Y**. Pour l'utiliser dans le registre **X**, il suffit d'appuyer sur la touche **xy** (affichage).

Comme nous l'avons vu pour le calcul de la moyenne, la manière la plus simple d'accumuler les données nécessaires au calcul de l'écart type est d'utiliser la fonction **$\Sigma+$** .

Exemple: Les températures maxima et minima d'une semaine d'hiver en Alaska sont données dans le tableau ci-dessous. Quelles sont les moyennes des températures les plus basses et les plus hautes pour cette semaine?



	Dim.	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi
Max.	6	11	14	12	5	-2	-9
Min.	-22	-17	-15	-9	-24	-29	-35

Appuyez sur **OK** pour afficher les options.

f CLEAR REG \Rightarrow 0.0000

Effacement des registres mémoire

6 ENTER 22 CHS → -22.

Premier couple de données ($n=1$)

Σ^+ \longrightarrow 1,0000

Frontier couples as densities (1)

Σ^+ → 2,000

Σ^+ \longrightarrow 3,0000

Σ^+ **4.0000**

5 **ENTER** 24 **CHS** → -24,

$\Sigma+$	→ 5,0000	
2 CHS ENTER↑	→ -2,0000	
29 CHS $\Sigma+$	→ 6,0000	
9 CHS ENTER↑	→ -9,0000	
35 CHS $\Sigma+$	→ 7,0000	Nombre de couples de données (n = 7)
g \bar{x}	→ -21,5714	Moyenne des températures les plus basses (registre X)
Σxy	→ 5,2857	Moyenne des températures les plus hautes, placée dans le registre X
g S	→ 8,7912	Ecart type des températures les plus basses (registre X)
Σxy	→ 8,2808	Mise à l'affichage de l'écart type des températures les plus hautes

SUPPRESSION ET CORRECTION DE DONNÉES

En cas d'erreur de frappe, il vous est possible d'effectuer une correction.

- Si vous n'avez pas encore appuyé sur **$\Sigma+$** , appuyez sur **CLx** pour supprimer la donnée incorrecte, puis introduisez la donnée correcte.
- Si vous avez déjà appuyé sur **$\Sigma+$** , vous pouvez corriger la sommation en utilisant la touche de fonction **$\Sigma-$** avec la procédure suivante:

1. Introduisez le couple de données incorrectes dans les registres **X** et **Y**. (Vous pouvez aussi utiliser le registre LST X pour remplacer dans le registre **X** affiché une donnée isolée incorrecte.)
2. Appuyez sur **f** **$\Sigma-$** pour supprimer les données incorrectes.
3. Introduisez les valeurs correctes de **x** et de **y**; si l'une seulement des deux valeurs du couple de données (**x**, **y**) est incorrecte, il faut les effacer puis les réintroduire toutes les deux.
4. Appuyez sur **$\Sigma+$** .

La suite des calculs n'est pas affectée par ces opérations. La moyenne et l'écart type seront donnés par les touches de fonction **\bar{x}** et **S** .

Supposons que dans l'exemple précédent vous découvriez une erreur dans le relevé des températures: le deuxième couple de données est en fait le suivant: (5, -19).

Quels sont alors la moyenne et l'écart type corrects?

Appuyez sur	Affichage	
11 ENTER ↑	11,0000	Donnée y incorrecte
17 CHS	-17,	Donnée x incorrecte
f Σ-	6,0000	Suppression des deux données incorrectes. Le nombre de données est ramené à n = 6
5 ENTER ↑	5,0000	Introduction de y correcte
19 CHS	-19,	Introduction de x correcte
Σ+	7,0000	Sommation (n = 7)
g Σx	-21,8571	Moyenne corrigée des x
Σxy	4,4286	Moyenne corrigée des y
g S	8,6492	Ecart type corrigé des x
Σxy	7,8921	Ecart type corrigé des y

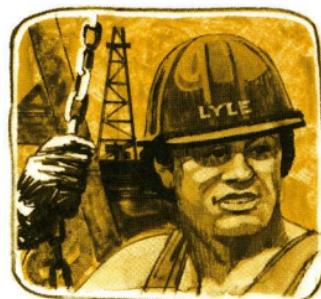
RÉGRESSION LINÉAIRE

La régression linéaire est une méthode statistique permettant de trouver la droite qui s'ajuste le mieux à une série de points. L'équation de cette droite donne la relation qui existe entre deux variables. Elle est appelée droite de tendance si les données sont régulièrement espacées. Le calcul des coefficients de cette droite est effectué par la méthode des moindres carrés. Naturellement, il faut un minimum de deux points pour effectuer ce calcul. Après avoir totalisé les données au moyen de la touche **Σ+**, vous obtenez les coefficients de la droite de régression: $y = Ax + B$ en appuyant sur **f** **L.R.**.

B: l'ordonnée à l'origine de la droite apparaît à l'affichage.

A: la pente est dans le registre Y.

Exemple: Le directeur d'une compagnie pétrolière veut connaître la droite d'ajustement des consommations d'essence dans le temps; il possède les informations suivantes:



Millions de litres	696	994	1330	1512	1750	2162	2385
Année	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975

Le directeur en question pourrait bien sûr tracer le graphe de dispersion des points et tracer la droite d'ajustement. Mais, avec un HP-33E, la méthode est plus rapide.

Appuyez sur	Affichage	
f CLEAR REG	0,0000	Effacement des registres
696 ENTER ↑	696,0000	
1945 Σ+	1,0000	
994 ENTER ↑	994,0000	
1950 Σ+	2,0000	
1330 ENTER ↑	1.330,0000	
1955 Σ+	3,000	
1512 ENTER ↑	1.512,0000	
1960 Σ+	4,0000	
1750 ENTER ↑	1.750,0000	
1965 Σ+	5,0000	
2162 ENTER ↑	2.162,0000	
1970 Σ+	6,0000	
2385 ENTER ↑	2.385,0000	
1975 Σ+	7,0000	Toutes les données ont été introduites ($n = 7$)
f LR	-107.975,0000	Ordonnée à l'origine
x̄y	55,8786	Pente de la droite

L'équation de la droite de régression est donc: $y = 55,8786x - 107,975$.

ESTIMATION LINÉAIRE

Grâce aux données sommées dans les différents registres R_2 à R_7 , vous pouvez obtenir des estimations de x ou de y .

- Pour obtenir y estimé, introduisez une valeur de x et appuyez sur \square .
- Pour obtenir x estimé, introduisez une valeur de y et appuyez sur \square .

Exemple: Si on reprend les données de l'exemple précédent, quelle consommation d'essence peut-on prévoir pour les années 1980 et 2000?

Appuyez sur	Affichage	
1980 f ŷ	2.664,5714	Prévision de consommation pour 1980
2000 f ŷ	3.782,1429	Prévision de consommation pour l'an 2000 (millions de litres)

De même, on peut obtenir une estimation des années pour lesquelles les consommations seront respectivement de 6000 et 10 000 millions de litres.

Appuyez sur	Affichage	
6000 f 	2.039,6907	Année prévue: 2039
10000 f 	2.111,2744	Année prévue: 2111

COEFFICIENT DE CORRÉLATION

Pour vérifier l'ajustement de la droite de régression, il est bon de connaître le coefficient de corrélation r . On obtient celui-ci en appuyant sur la touche **r**. Le coefficient de corrélation est une valeur comprise entre -1 et $+1$.

- lorsque $r = 0$, l'ajustement est mauvais (dans le cas présent, la corrélation entre les variables n'est pas linéaire) ;
- lorsque $r = +1$, l'ajustement est parfait.

Exemple: Calculez le coefficient de corrélation pour la droite de régression linéaire précédemment calculée.

Appuyez sur	Affichage	
f 	0,9967	Très bon ajustement

OPÉRATIONS SUR LES VECTEURS

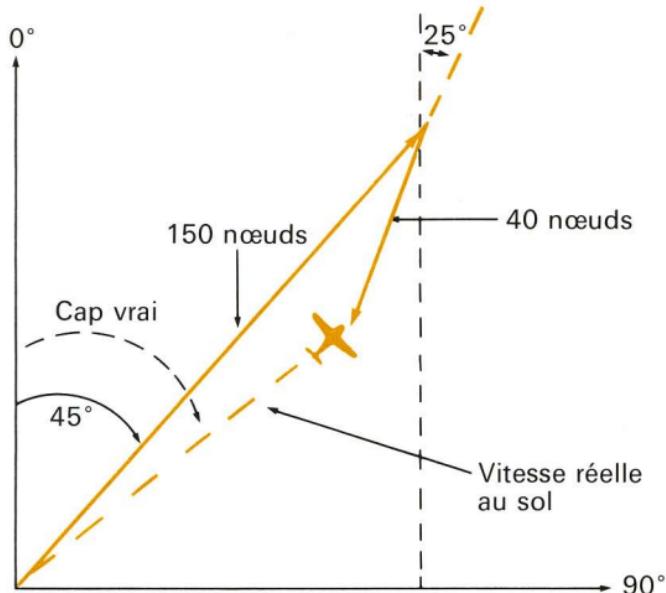
En associant les conversions rectangulaires/polaires (touches **g**  et **f** ) avec les fonctions de sommation (touches **Σ+** et **f** ) , vous pouvez additionner ou soustraire des vecteurs.

Pour n'utiliser que les sommes des x et des y faites dans les registres mémoire, vous pouvez appuyer sur **RCL** **Σ+**. La somme des x apparaît dans le registre **X** affiché et la somme des y est placée dans le registre **Y**, remplaçant les contenus de ces deux registres. La pile ne monte pas. Cette propriété du HP-33E est très utile pour les calculs portant sur les vecteurs.

Exemple: Un avion a une vitesse réelle de 150 nœuds et un cap estimé à 45° . Il supporte un vent debout de 40 nœuds à 25° . Quels sont la vitesse réelle au sol et le cap vrai?



Solution: Le cap vrai et la vitesse réelle au sol s'obtiennent en retranchant du vecteur vitesse de l'air le vecteur vent. (Le Nord devient la coordonnée x, le problème correspond ainsi aux conventions maritimes.)



Appuyez sur	Affichage	
f CLEAR REG	0,0000	Effacement des registres
g DEG	0,0000	Mode angulaire choisi
45 ENTER ↑	45,0000	Introduction de θ du premier vecteur
150	150,	Introduction de r du premier vecteur
f →R	106,0660	Conversion en coordonnées rectangulaires
Σ+	1,0000	Mise en mémoire en R ₃ et R ₅ des coordonnées du premier vecteur
25 ENTER ↑	25,0000	Introduction de θ du deuxième vecteur
40	40,	Introduction de r du deuxième vecteur
f →R	36,2523	Conversion en coordonnées rectangulaires

30 Caractéristiques spécifiques du HP-33E

f → 0,0000

Les coordonnées du deuxième vecteur sont soustraites de celles du premier vecteur

Rappel de R_3 et R_5

Vitesse réelle au sol

Cap vrai en degrés

Top 1000000 degrees

Après avoir appuyé sur **$\Sigma+$** le nombre de couples de données est affiché et le contenu précédent de **X** est copié dans le registre **LSTx**. Le contenu de **Y** est inchangé.

Dans certains ensembles de couples de données, les valeurs de **X** et de **Y** ne diffèrent que d'une faible quantité d'un nombre donné. Vous pouvez optimiser la précision des calculs statistiques sur ces données en introduisant dans le calculateur uniquement la différence entre chaque valeur et un nombre égal environ à la moyenne des données. Lorsque vous utilisez cette méthode, ce nombre doit être ajouté au résultat des calculs de \bar{x} , \bar{y} , \hat{x} , \hat{y} , et à l'ordonnée à l'origine y du calcul de L.R. Par exemple, si les valeurs de **X** sont 665999, 666000 et 666001, vous pouvez introduire -1, 0 et 1. Vous devez alors ajouter 666000 aux résultats de \bar{x} ou \hat{x} . Dans certains cas le calculateur ne peut trouver s , r , L.R., \hat{x} ou \hat{y} lorsque les valeurs des données sont trop peu différentes; dans ce cas il affiche Error 3. La méthode ci-dessus permet d'effectuer le calcul malgré tout.

CHAPITRE 3: PROGRAMMATION

QU'EST-CE QU'UN PROGRAMME?

Un programme n'est rien d'autre que la mise en mémoire d'une succession de touches que vous utiliseriez pour résoudre manuellement un problème. Vous pouvez alors rappeler à tout moment cette suite d'instructions. De plus, aucune expérience en programmation n'est nécessaire pour maîtriser celle du HP-33E.

POURQUOI ÉCRIRE DES PROGRAMMES?

Les programmes servent à gagner un temps considérable dans les problèmes répétitifs. Après avoir mémorisé et vérifié la séquence, il ne sera plus nécessaire de faire attention aux touches à presser, sinon pour introduire les données correctes. Vous pouvez laisser le calculateur résoudre chaque problème pour vous. Vous l'aurez remarqué précédemment lorsque nous avons calculé les surfaces des satellites de Jupiter.

Vous êtes libéré de la hantise d'une erreur de frappe et vous pouvez alors vous consacrer à un travail plus créatif.

CODES DES TOUCHES

Placez le commutateur PRGM ■■■■■ RUN sur PRGM. Introduisez les premières instructions du programme de calcul de la surface d'une sphère (voir page 16): **f CLEAR PRGM g x?**.

L'affichage est alors:

01– 15 0

Le code à deux chiffres 01– qui apparaît à la gauche de l'affichage est le numéro de la ligne de programme affichée.

Les nombres, situés les plus à droite, caractérisent les touches utilisées dans cette ligne de programme.

Chaque touche du clavier, sauf les touches numériques, ont un code à deux chiffres caractérisant leur emplacement sur le clavier: le premier chiffre désigne le rang dans lequel se trouve la touche et le second désigne la colonne.

Les codes affectés aux touches numériques correspondent à leur valeur (0 à 9).

Donc, 15 représente la première touche de la 5^e colonne, c'est-à-dire la touche **g** et 0 représente **x²**, fonction située sur la touche **0**.

Ce système matriciel vous permet de déterminer aisément le code de chaque instruction, sans utiliser de table de référence.

Dans tous les cas, une opération élémentaire n'utilise qu'une seule ligne de programme (exemple: **f SIN STO + 1, xy**).

Remarque: Chaque instruction, avec préfixe ou non, ne requiert qu'une seule ligne de mémoire programme.

La séquence de touches nécessaire au calcul de la surface d'une sphère est donnée ci-dessous.

Introduisez successivement chaque ligne de programme et vérifiez les codes affichés.

Appuyez sur **Affichage**

f CLEAR PRGM → 00 Effacement de la mémoire programme

g x²	→	01– 15 0
g T	→	02– 15 73
x	→	03– 61
GTO 00	→	04– 13 00

Dans ce cas, le programme comporte huit pressions de touches, mais seulement quatre lignes de programme.

Problèmes:

1. Quels seraient les codes affichés pour les opérations suivantes:

g 1/x, g GRD, f →H.MS, STO + 1?
(Réponses: 15 3, 15 23, 14 6, 23 51 1.)

2. Combien de lignes de programme nécessite chacun des problèmes suivants:

- 2 **ENTER↑ 3 +**
- 10 **STO 6 RCL 6 x**
- 100 **STO 1 50 STO x 1 RCL 2 g T x**
(Réponses: a) 4, b) 5, c) 10.)

INTRODUCTION À LA PROGRAMMATION

Le programme de calcul de la surface d'une sphère que vous avez écrit, enregistré et exécuté auparavant vous montre que la séquence de touches utilisée pour la résolution manuelle d'un problème est identique à celle utilisée pour la résolution par programme.

Revenons à ce programme pour expliquer les informations affichées en mode PRGM.

Tout d'abord, placez le calculateur en mode PRGM de façon à pouvoir enregistrer la séquence pour une utilisation ultérieure. Ensuite, appuyez sur **f** **CLEAR** **PRGM** pour effacer tout programme préalablement enregistré. L'affichage est :

00

Ceci vous indique que vous êtes au début de la mémoire programme. La ligne 00 contient une instruction d'arrêt automatique et ne peut être utilisée pour enregistrer une ligne de programme. Les instructions sont enregistrées sur les lignes 01 à 49.

Mémoire programme

Ligne 00

Ligne 01

⋮

Ligne 48

Ligne 49

Vous pouvez remarquer que sur le HP-33E la mémoire programme est dissociée de la pile opérationnelle, du registre LST X et des registres mémoire (voir page 7).

Lorsque 00 est affiché, en mode PRGM, vous pouvez charger votre programme. La surface d'une sphère est calculée par la formule $A = \pi d^2$. Le listage de la séquence de touches est donné ci-dessous :

Touches Commentaires

g

Ces touches élèvent le diamètre au carré

g

Ces touches placent π dans le registre **X**

T

Cette touche effectue le produit de d^2 par π

GTO 00

EXÉCUTION D'UN PROGRAMME

Pour exécuter un programme, il vous suffit de :

1. Placer le calculateur en mode RUN.
2. Appuyer sur **g** **RTN** pour placer le calculateur en début de mémoire programme.
3. Introduire les données nécessaires.
4. Appuyer sur **R/S** pour exécuter le programme.

Par exemple, utilisez le programme actuellement dans votre calculateur pour calculer les surfaces respectives de sphères ayant pour diamètres 3, 6 et 9 mètres:

Placez le calculateur en mode RUN.

Appuyez sur **g RTN** pour aller en début de mémoire programme.

Appuyez sur	Affichage	
3 R/S	28,2743	Mètres carrés
6 R/S	113,0973	Mètres carrés
9 R/S	254,4690	Mètres carrés

RÉDACTION D'UN DEUXIÈME PROGRAMME

Pour explorer plus avant les caractéristiques de programmation de votre HP-33E, rédigeons un deuxième programme. Supposons que vous vouliez calculer l'augmentation du diamètre d'une sphère.

La formule utilisée est: $\Delta V = \frac{1}{6} \pi (d_1^3 - d_0^3)$

Dans laquelle d_0 est le diamètre initial et d_1 le nouveau diamètre. En introduisant d_0 dans le registre **Y** et d_1 dans le registre **X**, le problème pourrait être résolu manuellement en appuyant sur les touches listées ci-après dans la colonne de gauche. La séquence de touches pour la programmation de ce problème est identique à celle nécessaire à la résolution manuelle.

Placez le calculateur en mode PRGM.

Appuyez sur	Affichage	
ENTER↑	01— 31	
3	02— 3	
f y^x	03— 14 3	Nouveau diamètre au cube
x²y	04— 21	
3	05— 3	
f y^x	06— 14 3	Ancien diamètre au cube
—	07— 41	Différence des cubes
g T	08— 15 73	
x	09— 61	Multiplication par π
6	10— 6	
÷	11— 71	Division par 6
GTO 00	12— 13 00	

Remarquez que vous avez dû introduire **ENTER↑** comme instruction dans le programme. Cette instruction sépare le nombre 3 de la seconde ligne du programme, du diamètre que vous introduisez ultérieurement.

Pour exécuter le programme, placez le calculateur en mode RUN et appuyez sur **g RTN** (ou **GTO 00**) de façon à commencer l'exécution à la ligne 00.

Exemple: Calculez l'augmentation de volume d'un ballon sphérique dont le diamètre passe de 30 à 35 mètres.



Appuyez sur	Affichage	
30 ENTER	30,0000	Ancien diamètre en Y
35 R/S	8.312,1306	Nouveau diamètre en X et résultat en mètres cubes

AFFICHAGE DU PROGRAMME LIGNE PAR LIGNE

Pour vérifier le contenu d'un programme, il est nécessaire de pouvoir afficher chacun de ses pas: c'est le rôle des touches **SST** (single step: une ligne en avant) et **BST** (back step: une ligne en arrière) en mode programme.

Le programme «Augmentation de volume d'un ballon sphérique» étant toujours mémorisé et le calculateur étant toujours en mode RUN, pressez les touches **g RTN** afin de revenir au début de la mémoire.

Passez alors en mode programme (PRGM **■■■■■** RUN).

L'affichage est 00. Pressez une fois **SST**; l'affichage devient:

01— 31

Pressez **SST** à nouveau: l'affichage devient:

02— 3

Pressez maintenant **g BST**. Vous êtes revenu à la première ligne 01. Pressez à nouveau **g BST**: affichage de la ligne 00. D'autres pressions de **g BST** ne modifieront plus l'affichage.

La touche **SST** affiche le code de la ligne suivante dans le programme.

La touche **g BST** affiche le code de la ligne précédente dans le programme.

Ces deux fonctions étant utilisables en mode PRGM, elles ne peuvent être incluses dans une ligne de programme.

AFFICHAGE D'UNE LIGNE PARTICULIÈRE

Si vous ne connaissez pas le numéro de la ligne à afficher, utilisez alors **SST** en mode programme. Pour afficher le contenu d'une ligne dont vous connaissez déjà le numéro, utilisez la touche **GTO** en mode RUN (PRGM  RUN).

Pressez simplement **GTO** suivi du numéro de la ligne (deux chiffres obligatoirement). Passez ensuite en mode programme (PRGM  RUN) pour obtenir le code.

Si vous appuyez alors sur **R/S** en mode RUN, l'exécution du programme commencera à cette ligne.

L'introduction de nouvelles séquences de touches se fera à partir de la ligne de programme suivante.

INTERRUPTION D'UN PROGRAMME

Parfois, il est intéressant d'avoir plusieurs arrêts lors de l'exécution d'un même programme, afin d'afficher plusieurs résultats distincts, ou d'introduire des listes de données plus longues. Deux instructions permettent d'arrêter l'exécution d'un programme, lorsqu'elles sont atteintes dans un programme en cours: **R/S** et **PAUSE**.

INTERRUPTION AU COURS D'UN PROGRAMME

La touche **R/S** peut être utilisée soit comme instruction de programme, soit comme une opération effectuée au clavier.

Cas d'une opération effectuée au clavier:

1. Si un programme est en cours d'exécution, **R/S** arrête celui-ci.
2. Si un programme est arrêté, et si le calculateur est en mode RUN, **R/S** lance l'exécution du programme à la ligne où il est arrêté.

Lorsque **R/S** est utilisée comme instruction dans un programme, cette fonction arrête l'exécution du programme. Si vous appuyez alors sur la touche **R/S**, l'exécution reprend à la ligne suivante. (Si vous maintenez la touche **R/S** enfoncée en mode RUN, le calculateur affiche le numéro de la ligne de programme courante et le code de la séquence de touches. Lorsque vous la relâchez, le calculateur exécute cette ligne.)

Vous pouvez utiliser ces caractéristiques de l'instruction **R/S** pour introduire des données en tous points du programme. Après l'introduction de ces données, vous relancez l'exécution du programme en appuyant sur **R/S**.

Exemple: Une société, qui fabrique des boîtes de conserve, désire calculer les volumes de différentes boîtes cylindriques. Le résultat intermédiaire de la surface de base des boîtes est également souhaité, avant le calcul du volume.



Le programme qui suit, calcule la surface de base de n'importe quelle boîte à partir de son rayon, puis s'arrête. On peut alors recopier le résultat intermédiaire et relancer l'exécution afin de calculer le volume final.

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{surface de base} \times \text{hauteur} \\ &= \pi R^2 \times H \end{aligned}$$

Le rayon R et la hauteur H sont introduits avant le démarrage du programme dans les registres X et Y respectivement. Pour introduire ce programme, passez en mode programme (PRGM ■■■ RUN), pressez **f CLEAR PRGM**, puis la séquence de touches suivantes:

Touches	Affichage
[g x²	01— 15 0 Calcul de R^2
[g T	02— 15 73
[X	03— 61 Calcul de πR^2
R/S	04— 74 Arrêt intermédiaire
[X	05— 61 Calcul de $\pi R^2 H$
GTO 00	06— 13 00

Pour exécuter ce programme, passez en mode RUN (PRGM ■■■ RUN), puis pressez **[g RTN** pour revenir en début de mémoire. Complétez le tableau suivant:

Hauteur	Rayon	Surface de base	Volume
25	10	?	?
8	4,5	?	?

Appuyez sur	Affichage
25 ENTER	25,0000
10 R/S	314,1593
R/S	7.853,9816
8 ENTER	8,0000
4,5 R/S	63,6173
R/S	508,9380

La hauteur est ainsi introduite dans le registre Y , tandis que le rayon est placé dans X avant le départ du programme

Le programme s'arrête une première fois sur le **R/S** programmé comme 4^e ligne, affichant la surface de base. La relance se fait par **R/S** et le programme s'arrête sur la ligne 00 pour afficher le volume.

D'une manière plus générale, **R/S** est introduit comme pas dans un programme si vous désirez obtenir plus d'une réponse.

Si vous désirez obtenir seulement une seule réponse, la ligne d'arrêt **GTO 00** est plus pratique car elle permet de repositionner automatiquement le calculateur pour l'exécution suivante.

PAUSE AU COURS D'UN PROGRAMME

Une instruction **f PAUSE** insérée dans la mémoire programme stoppe l'exécution pendant 1 seconde environ, ce qui permet de visualiser rapidement un résultat intermédiaire. On peut augmenter la durée de la pause en programmant plusieurs **f PAUSE** successives.

Modifions le programme précédent en utilisant cette instruction. Dans le nouveau programme, la surface de base sera temporairement affichée «instruction pause». Cet exemple démontre les différentes approches possibles pour un même problème.

Pour introduire le programme, passez en mode programme (PRGM **RUN**), pressez **f CLEAR PRGM** pour effacer la mémoire, puis introduisez la séquence de touches suivante:

Touches	Affichage
g x^2	01– 15 0
g π	02– 15 73
x	03– 61
f PAUSE	04– 14 74
x	05– 61

Elévation du rayon au carré
Appel de π en **X**
Calcul de la surface de base
Pause de 1 seconde
Calcul du volume final

Le programme suppose que le rayon R se trouve dans le registre **X** et la hauteur H dans le registre **Y** avant le lancement de l'exécution.

Pour essayer ce programme, passez en mode RUN (PRGM **RUN**), pressez **g RTN** pour revenir en début de mémoire, et complétez par exemple le tableau suivant:

Hauteur	Rayon	Surface de base	Volume
20	15	?	?
10	5	?	?

Appuyez sur	Affichage
20 [ENTER↑]	20,0000
15 [R/S]	706,8583
	14.137,1669
10 [ENTER↑]	10,0000
5 [R/S]	78,5398
	785,3982

La hauteur est introduite dans le registre **Y**. La surface de base est affichée pendant 1 seconde. La relance est automatique et le programme s'arrête en affichant le volume

ARRÊTS DU PROGRAMME

Parfois, une erreur dans un programme peut arrêter son exécution. La liste ci-dessous vous permet d'identifier la raison pour laquelle le calculateur s'arrête au milieu d'un programme :

- Exécution d'une ligne **[R/S]**

L'exécution d'une instruction **[R/S]** mémorisée arrête le programme à la ligne suivant cette instruction.

- Exécution de la ligne 00

Lorsque la ligne 00 est exécutée, le programme s'arrête sur cette ligne.

- Pression d'une touche pendant l'exécution

Lorsqu'un programme «tourne», la pression d'une touche quelconque arrête son exécution.

Le calculateur a été conçu de façon que l'exécution d'un programme ne puisse pas s'arrêter au milieu d'une séquence d'introduction de données. Si vous appuyez sur une touche pendant qu'un nombre est introduit dans le registre **X**, le nombre sera malgré tout écrit en entier et la ligne de programme suivante sera exécutée avant l'arrêt du programme.

A ce moment vous pouvez relancer l'exécution à la ligne suivante en appuyant sur **[R/S]** en mode RUN.

ARRÊTS POUR ERREUR

Tous les calculs illicites arrêtent l'exécution du programme et le calculateur affiche **Error** suivi d'un nombre. Vous pouvez alors passer en mode PRGM pour déterminer l'origine de l'erreur (voir «Indication d'erreurs»).

DÉPASSEMENT DE CAPACITÉ

Le HP-33E a été conçu pour que vous puissiez toujours connaître la raison pour laquelle le calculateur s'arrête dans un programme. Ainsi, si un dépassement supérieur de capacité a lieu dans le registre **X** (nombre calculé supérieur à $9,999999999 \times 10^{99}$), tous les 9 s'affichent avec le signe correct du nombre. Vous pouvez alors passer en mode programme pour déterminer quelle est la ligne qui a causé ce dépassement. Si le dépassement a lieu dans un registre mémoire, lors d'une opération directe sur registre par exemple, le calculateur affiche **Error 1**, vous indiquant ainsi un dépassement supérieur de capacité. Il faudra alors rappeler les registres pour savoir quel est celui qui est saturé. Si le résultat d'un calcul est un nombre très petit dont le module est inférieur à 10^{-99} , le calculateur substitue zéro à ce nombre et continue l'exécution du programme.

ORGANIGRAMMES

Nous allons abandonner un moment la programmation proprement dite pour parler d'un outil particulièrement utile: l'organigramme.

L'organigramme est une esquisse de la démarche suivie pour résoudre un problème donné. Il n'est pas toujours aisés de rédiger un programme qui contient 49 instructions. L'organigramme vous permet de découper le problème en plusieurs groupes successifs d'instructions.

Les symboles couramment utilisés pour écrire un organigramme sont les suivants:



Adresse, début ou fin de programme, raccordement

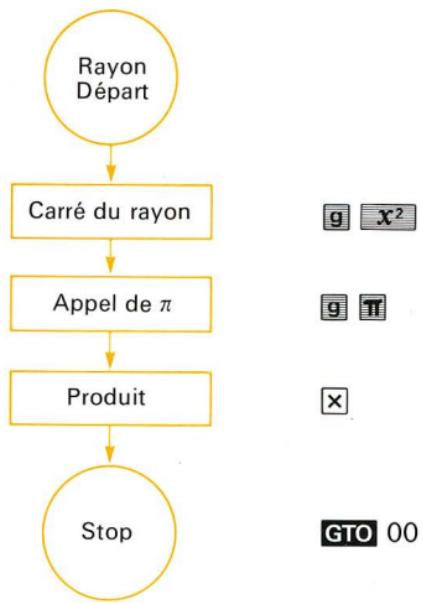


Calcul

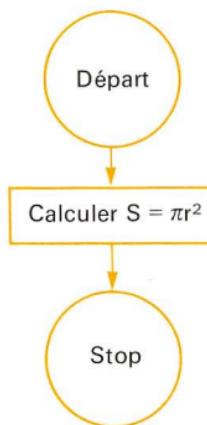


Décision logique

Voici un exemple d'organigramme pour la surface du cercle.



Dans ce cas, l'organigramme reproduit le programme, opération par opération. Dans d'autres cas, une formule, même compliquée, peut être résumée en une seule étape.

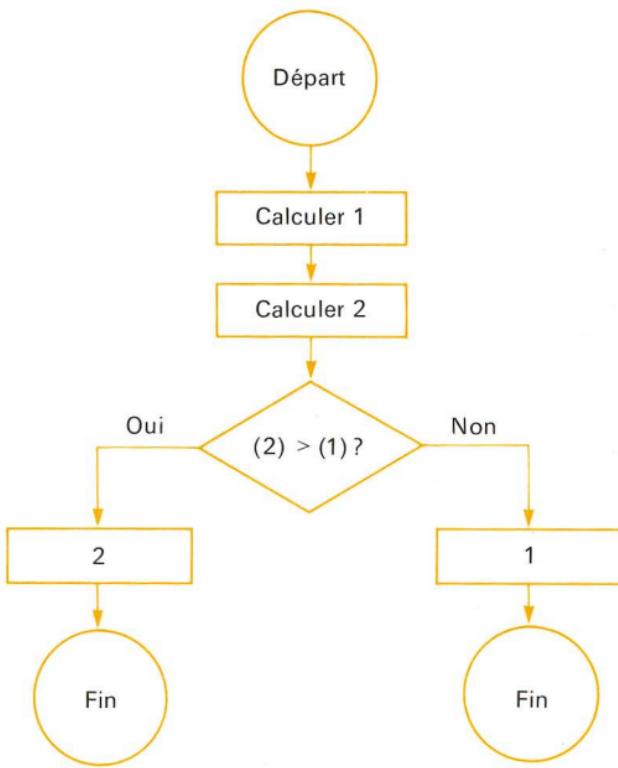


Ici un groupe entier d'instructions a été remplacé par un bloc calcul dans l'organigramme. C'est une pratique très courante permettant de simplifier la lecture d'un programme complet.

Un organigramme est tracé suivant un axe vertical représentant le déroulement principal du programme.

Qu'est-ce qu'une décision logique ?

Si vous souhaitez imprimer le plus grand de deux nombres, résultant de calculs différents :



Une fois que l'organigramme est écrit, il suffit de remplacer chacun de ses éléments par le groupe approprié d'instructions. Nous verrons plus loin par quelles instructions on peut faire prendre des décisions logiques au calculateur. Dans ce manuel, nous utiliserons des organigrammes chaque fois que cela sera nécessaire pour bien comprendre le problème et sa solution.

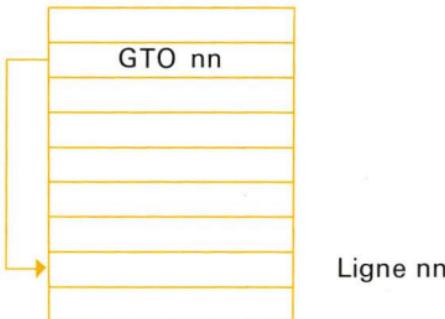
CHAPITRE 4: BRANCHEMENTS

BRANCHEMENTS DIRECTS ET BOUCLES

Vous savez comment utiliser la touche **GTO** en mode RUN pour positionner le calculateur sur n'importe quelle ligne de la mémoire. Vous pouvez aussi utiliser la fonction **GTO** comme instruction dans un programme.

Une instruction **GTO**, rencontrée comme ligne de programme permet le branchement à la ligne désignée suivie de la reprise automatique de l'exécution.

L'exécution reprend à la ligne nn



Une telle utilisation de l'instruction **GTO** permet un branchement inconditionnel. L'exécution est transférée de façon inconditionnelle à la ligne de programme spécifiée. Utilisée conjointement à une instruction conditionnelle, cette instruction permet des branchements conditionnels dépendant du résultat d'un test.

L'utilisation courante de cette instruction sert aux boucles dans un programme. Le programme suivant, par exemple, calcule et affiche les racines carrées des nombres consécutifs en commençant par 1. Votre HP-33E continue à calculer les racines carrées jusqu'à ce que vous appuyiez sur **R/S** (ou jusqu'à ce qu'il y ait dépassement de capacité).

Pour introduire le programme:

1. Passez en mode PRGM.
2. Appuyez sur **f** **CLEAR** **PRGM** pour effacer la mémoire programme et aller à la ligne 00.

Appuyez sur Affichage

f CLEAR	00	
PRGM	01-	0
0	02-	23 1
STO 1	03-	1
—	04-	23 51 1
—	05-	24 1
STO [+ 1	06-	14 74
RCL 1	07-	14 0
f PAUSE	08-	14 74
f PAUSE	09-	13 03
GTO 03		

Permet de visualiser le nombre dont on calcule la racine

Permet de visualiser la racine du nombre

Pour exécuter le programme, placez le calculateur en mode RUN et appuyez sur **g** **RTN** **R/S**.

Le programme affichera la suite des nombres et de leurs racines carrées jusqu'à l'arrêt du programme par pression sur **R/S** ou par dépassement de capacité.

L'exécution de l'instruction **GTO** 03 transfère l'exécution du programme à la ligne 3 et reprend les calculs à cette ligne.

Puisque l'exécution est transférée à la ligne 3 chaque fois que l'instruction **GTO** 03 est rencontrée, le calculateur bouclera continuellement.

Les branchements et les boucles sont très courants et très utiles en programmation. Ils constituent l'une des caractéristiques les plus puissantes du HP-33E.

Vous pouvez utiliser les branchements directs, soit pour créer une boucle, comme dans l'exemple précédent, soit pour transférer l'exécution d'un programme à une autre ligne.

Problème: Le programme suivant calcule pour chaque exécution les carrés des nombres consécutifs en commençant à 2. Placez le commutateur en mode PRGM et introduisez le programme. Revenez ensuite en mode RUN et exécutez le programme en ajoutant une instruction **GTO** 03 après l'instruction **f PAUSE** de la ligne 8 pour créer une boucle permettant d'afficher continuellement les nombres et leurs carrés.



Pour introduire le programme initial, placez le calculateur en mode PRGM.

Appuyez sur	Affichage
f CLEAR PRGM	00
1	01-
STO 1	02- 23 1
1	03- 1
STO [+] 1	04-23 51 1
RCL 1	05- 24 1
f PAUSE	06- 14 74
g x^2	07- 15 0
f PAUSE	08- 14 74
g RTN	09- 15 12

Exécutez le programme pour établir une table des carrés.

TESTS ET BRANCHEMENTS CONDITIONNELS

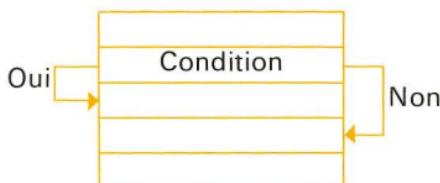
Bien souvent, l'orientation du calcul dépend d'une décision concernant un résultat. Votre HP-33E accroît vos possibilités de programmation en permettant les conditions et les branchements conditionnels.

Les opérations conditionnelles de votre HP-33E lui permettent de prendre des décisions.

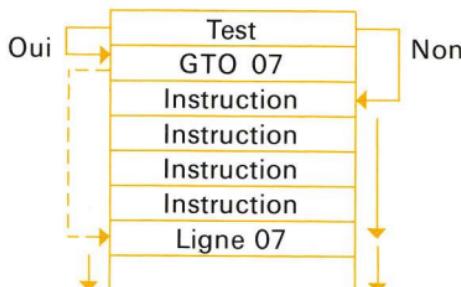
Vous disposez de 8 conditions :

- f** $X \neq Y$ Le contenu de **X** est-il différent de celui de **Y**?
- f** $X = Y$ Le contenu de **X** est-il égal à celui de **Y**?
- f** $X > Y$ Le contenu de **X** est-il supérieur à celui de **Y**?
- f** $X \leq Y$ Le contenu de **X** est-il inférieur ou égal à celui de **Y**?
- g** $X \neq 0$ Le contenu de **X** est-il différent de zéro?
- g** $X = 0$ Le contenu de **X** est-il égal à zéro?
- g** $X > 0$ Le contenu de **X** est-il supérieur à zéro?
- g** $X < 0$ Le contenu de **X** est-il inférieur à zéro?

Chaque condition pose une question lorsqu'elle est rencontrée en cours de programme. Si la réponse est OUI, l'exécution reprend à la ligne suivante. Si la réponse est NON, le calculateur saute une ligne et l'exécution reprend ensuite. Exemple :

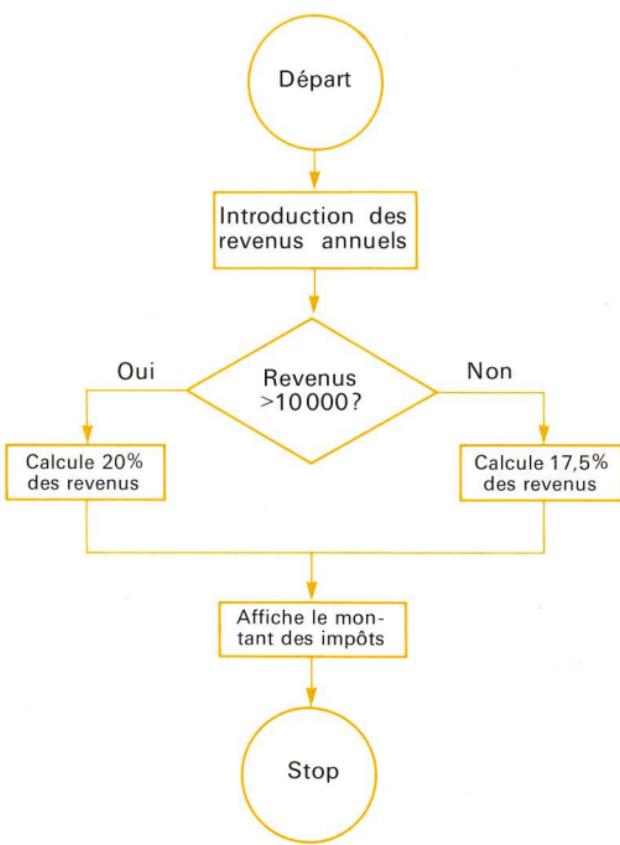


La ligne suivant un test peut contenir une instruction quelconque; néanmoins l'instruction la plus courante sera un **GTO** permettant de transférer l'exécution du programme à une autre section de celui-ci.



Exemple: Un comptable veut calculer le montant des impôts à payer par un certain nombre de personnes. Toutes celles qui gagnent moins de 10 000 F par an paieront 17,5% d'impôts; les autres, celles qui gagnent plus de 10 000 F, paieront 20% d'impôts. L'organigramme aura l'allure de la page suivante:





Pour introduire le programme, placez le calculateur en mode PRGM et effacez le contenu de la mémoire.

Appuyez sur	Affichage	
f CLEAR PRGM	00	
EEX	01-	33
4	02-	4
x>y	03-	21
f x>y	04-	14 51
GTO 11	05-	13 11
1	06-	1
7	07-	7
•	08-	73
5	09-	5
GTO 13	10-	13 13
2	11-	2
0	12-	0
g %	13-	15 74
GTO 00	14-	13 00

Pour exécuter le programme, placez le calculateur en mode RUN et appuyez sur **g** **RTN** pour revenir au début de la mémoire.

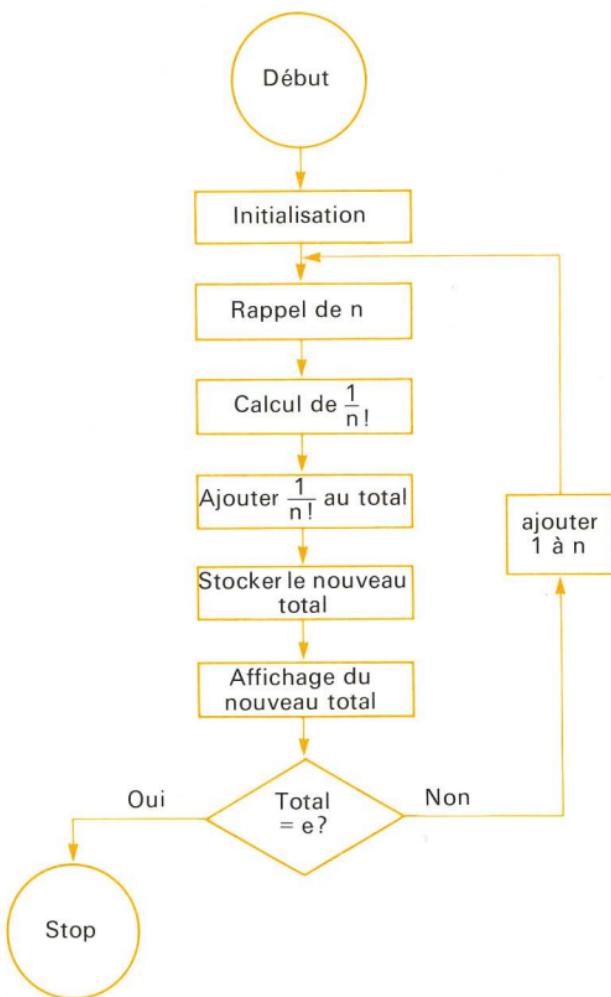
Appuyez sur	Affichage
15000 R/S	3.000,0000
7500 R/S	1.312,5000

Une décision logique peut aussi intervenir dans une boucle. Les boucles que nous avons vues jusqu'à maintenant étaient des boucles «infinies» dans lesquelles le calculateur «restait enfermé» une fois qu'il avait entrepris l'exécution (le calcul ne cessait que par pression de **R/S** ou par dépassement de capacité).

Une décision logique peut être employée pour déterminer, automatiquement, le moment où le calculateur doit sortir de la boucle: soit après un nombre déterminé de tours de boucle, soit après avoir atteint le résultat voulu.

Exemple: Votre HP-33E connaît une valeur pour e, base des logarithmes naturels (vous pouvez l'afficher en appuyant sur 1 **g** **e^x**). Le programme suivant utilise la série $e = 1 + 1/1 + 1/2 + \dots + 1/n$ pour donner une valeur approchée de e. Après chaque exécution de la boucle, la dernière approximation est comparée à la valeur de e que connaît le calculateur. Lorsque les deux valeurs sont égales, l'exécution est transférée hors de la boucle pour arrêter le programme.

L'organigramme de ce problème est le suivant:



Pour introduire le programme, placez le calculateur en mode PRGM.

Appuyez sur	Affichage	
f CLEAR PRGM	→ 00	
f FIX 9	→ 01–14 11 9	Pour visualiser le nombre entier
1	→ 02– 1	
STO 0	→ 03– 23 0	Stocker $n!$ dans R_0
STO 1	→ 04– 23 1	Stocker $n!$ dans R_1
STO 2	→ 05– 23 2	Stocker la somme des séries dans R_2
RCL 0	→ 06– 24 0	
STO [x] 1	→ 07–23 61 1	$n!$
RCL 1	→ 08– 24 1	
g 1/x	→ 09– 15 3	$1/n!$
RCL 2	→ 10– 24 2	
+	→ 11– 51	Ajouter $1/n!$ au total précédent
STO 2	→ 12– 23 2	
f PAUSE	→ 13– 14 74	Pause pour visualiser la valeur à ce moment
1	→ 14– 1	
g e^x	→ 15– 15 1	Calcul de e
f X=Y	→ 16– 14 71	Total = e ?
GTO 00	→ 17– 13 00	Oui, aller à la ligne 00
1	→ 18– 1	Non, ajouter 1 à n
STO [+] 0	→ 19–23 51 0	
GTO 06	→ 20– 13 06	Aller à la ligne 6 pour une nouvelle boucle
GTO 00	→ 21– 13 00	

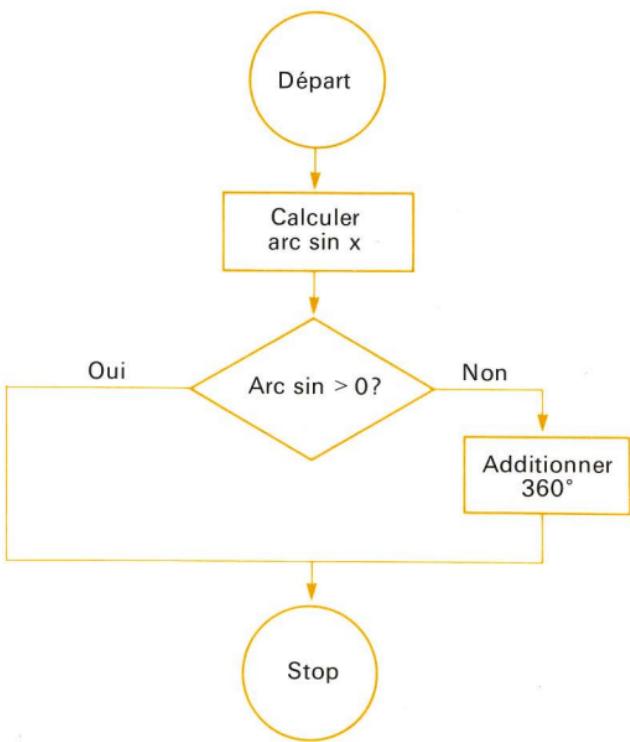
Pour initialiser le programme, placez le calculateur en mode RUN. Appuyez sur **g** **RTN** pour aller au début de la mémoire programme, puis sur **R/S**.

Appuyez sur	Affichage	
g RTN	→ 0,000000000	
R/S	→ 2,718281828	En supposant que le registre X était vide

Si la valeur calculée est différente de la valeur connue, le programme continue à exécuter la boucle. Lorsque la condition **X=Y** devient vraie, l'exécution sort de la boucle et s'arrête.

Problèmes :

1. Ecrivez un programme qui calcule l'arc sinus (\sin^{-1}) d'une valeur affichée dans le registre X. Testez l'angle obtenu pour lui ajouter 360 dans le cas où il est négatif ou nul, afin de le rendre positif. L'organigramme suivant vous aidera à établir votre programme.

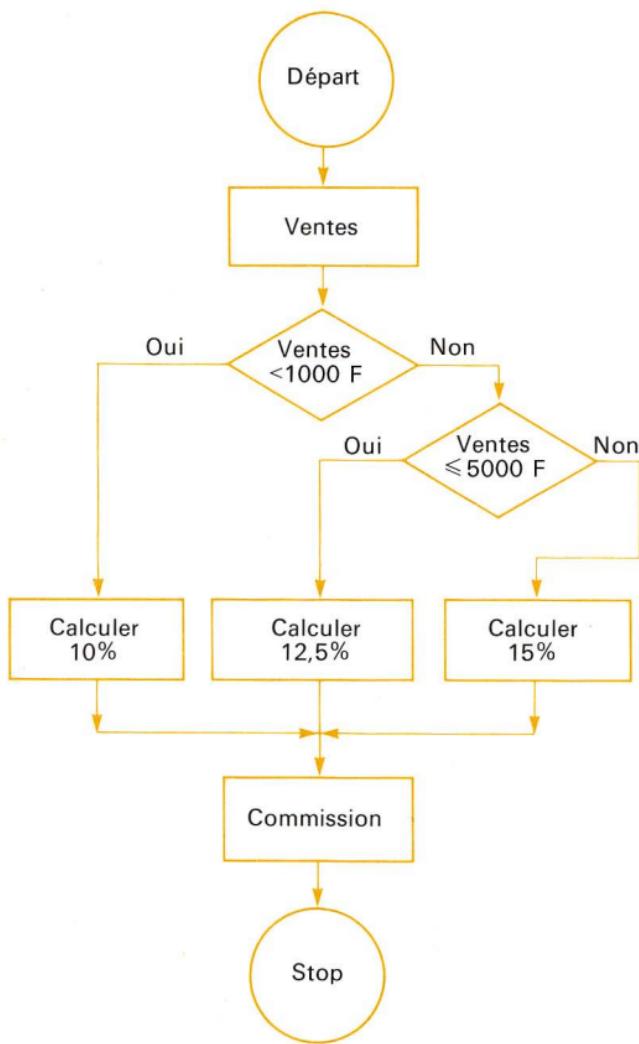


2. Aidez-vous de cet organigramme pour écrire le programme qui permet à un représentant de calculer ses commissions suivant le barème suivant:

10 % des ventes jusqu'à 1000 F;
 12,5% des ventes de 1000 à 5000 F;
 15 % des ventes au-delà de 5000 F.

Chargez votre programme; pour des ventes de 500 F, 1000 F, 1500 F, 5000 F et 6000 F, il devra répondre: 50 F, 125 F, 187,50 F, 625 F, 900 F.





1.

Appuyez sur	Affichage	Appuyez sur	Affichage
g SIN¹	01- 15 7	6	05- 6
g x>0	02- 15 51	0	06- 0
R/S	03- 74	+	07- 51
3	04- 3	GTO 00	08- 13 00

Remarques: Après avoir introduit le programme, placez le calculateur en mode RUN et appuyez sur **g RTN** pour revenir au début de la mémoire programme. Introduisez la donnée et appuyez sur **R/S**.

2.

Appuyez sur	Affichage	Appuyez sur	Affichage
f CLEAR		GTO 00	14- 13 00
PRGM	00	•	15- 73
EEX	01- 33	1	16- 1
3	02- 3	2	17- 2
f x>y	03- 14 51	5	18- 5
GTO 21	04- 13 21	x	19- 61
5	05- 5	GTO 00	20- 13 00
x	06- 61	x>y	21- 21
x>y	07- 21	•	22- 73
f x≤y	08- 14 41	1	23- 1
GTO 15	09- 13 15	x	24- 61
•	10- 73	GTO 00	25- 13 00
1	11- 1		
5	12- 5		
x	13- 61		

Remarques: Après avoir introduit le programme, placez le calculateur en mode RUN et appuyez sur **g RTN**.

Introduisez les données et appuyez sur **GSB 01**.

CHAPITRE 5: SOUS-PROGRAMMES

A l'intérieur d'un même programme, il arrive parfois que l'on puisse identifier deux ou plusieurs séquences d'instructions absolument identiques.

Il est alors intéressant d'isoler cette séquence dans un sous-programme unique et de remplacer les différentes séquences identiques par une instruction de branchement à ce sous-programme.

Un sous-programme est appelé par l'instruction **GSB** (Go to subroutine), suivi de l'adresse (01 à 49) du sous-programme correspondant.

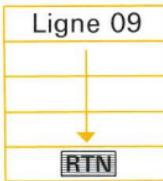
L'ordre **GSB** transfère la suite de l'exécution au sous-programme désigné, tout comme un ordre **GTO**.

L'exécution se poursuit jusqu'à ce qu'une instruction **RTN** (return) du sous-programme donne l'ordre de retour au programme principal (ou appelant).

L'exécution reprend alors à l'instruction suivant immédiatement le **GSB**, dans ce programme.

Le diagramme ci-dessous met en évidence la différence fondamentale entre un **GTO** et un **GSB**.

Branchement



L'exécution s'arrête ici

Sous-programme



L'exécution s'arrête ici

Dans le schéma de gauche, lorsque vous appuyez sur **R/S**, le programme est exécuté séquentiellement. Lorsqu'il rencontre l'instruction **GTO 09**, il se branche à la ligne 09 et continue jusqu'à ce qu'il rencontre une instruction **RTN**. A ce moment, l'exécution s'arrête.

De la même façon, lorsqu'un programme trouve une instruction **GSB 09**, l'exécution est transférée à la ligne 09 et reprend séquentiellement. Cependant lorsque le programme rencontre une instruction **RTN**, l'exé-

cution est transférée à l'instruction qui suivait le **GSB** 09 et elle reprend séquentiellement à cette ligne.

Exemple : Soit une équation du second degré $ax^2 + bx + c = 0$. Ses racines réelles sont données par:

$$r_1 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad \text{et} \quad r_2 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

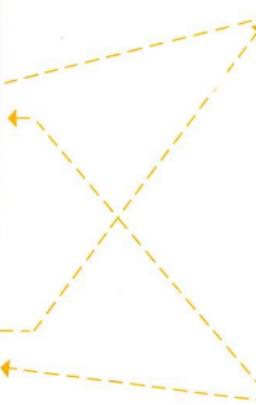
Voici le mode opératoire du programme ci-dessous:

1. Introduisez a et appuyez sur **R/S**.
2. Introduisez b et appuyez sur **R/S**.
3. Introduisez c.
4. Appuyez sur **R/S** pour calculer r_1 .
5. Appuyez de nouveau sur **R/S** pour calculer r_2 .

00	f CLEAR	PRGM	17-	+
01-	STO 1	Stocke a dans R ₁	18-	RCL 1
02-	R/S		19-	2
03-	STO 2	Stocke b dans R ₂	20-	×
04-	R/S		21-	÷
05-	STO 3	Stocke c dans R ₃	22-	R/S
06-	RCL 2	Calcule r ₁	23-	RCL 2
07-	CHS		24-	CHS
08-	RCL 2	Ces sections de programmes sont identiques	25-	RCL 2
09-	g x²		26-	g x²
10-	RCL 1		27-	RCL 1
11-	RCL 3		28-	RCL 3
12-	×		29-	×
13-	4		30-	4
14-	×		31-	×
15-	-		32-	-
16-	f √x		33-	f √x
			34-	-
			35-	RCL 1
			36-	2
			37-	×
			38-	÷
			39-	GTO 00

Ayant mis en évidence deux segments identiques, créez un sous-programme permettant d'exécuter chacune des séquences séparément.

00	f CLEAR	PRGM
01	STO 1	
02	R/S	
03	STO 2	
04	R/S	
05	STO 3	
06	GSB 20	
07	+	
08	RCL 1	
09	2	
10	X	
11	÷	
12	R/S	
13	GSB 20	
14	-	
15	RCL 1	



16	2
17	X
18	÷
19	GTO 00
20	RCL 2
21	CHS
22	RCL 2
23	g x²
24	RCL 1
25	RCL 3
26	X
27	4
28	X
29	-
30	f √X
31	g RTN

Le programme étant maintenant modifié, lorsque vous appuyez sur **R/S** pour calculer r_1 , l'exécution commence à la ligne 05. La valeur de c est dans le registre 3. A la ligne suivante, **GSB** 20 transfère l'exécution à la ligne 20, calcule les termes: $-b$ et $\sqrt{b^2 - 4ac}$ et les place dans les registres **X** et **Y** pour une utilisation ultérieure. Lorsque l'instruction **RTN** de la ligne 31 est rencontrée, l'exécution revient au programme principal et continue à l'instruction **+** de la ligne 07. Ainsi, la racine r_1 est calculée et affichée; le programme s'arrête à la ligne 12 (instruction **R/S**).

Si vous appuyez de nouveau sur **R/S** pour calculer r_2 , l'exécution commence à la ligne 13, puis est transférée au sous-programme de la ligne 20 à la ligne 31, et revient à la ligne 14. Cette fois $\sqrt{b^2 - 4ac}$ est soustrait de $-b$ et la racine r_2 est calculée.

Par ce sous-programme, vous avez économisé 8 lignes de programme.

Pour introduire le programme et son sous-programme, placez le calculateur en mode **PRGM**.

Appuyez sur **f CLEAR PRGM** → 00

STO 1	→	01	23	1	Stocke a dans R ₁
R/S	→	02	74		
STO 2	→	03	23	2	Stocke b dans R ₂
R/S	→	04	74		
STO 3	→	05	23	3	Stocke c dans R ₃
GSB 20	→	06	12	20	Calcul de r_1

[+]	→ 07-	51	
RCL 1	→ 08-	24	1
2	→ 09-		2
[X]	→ 10-		61
[÷]	→ 11-		71
[R/S]	→ 12-		74
GSB 20	→ 13-	12	20
[−]	→ 14-		41
RCL 1	→ 15-	24	1
2	→ 16-		2
[X]	→ 17-		61
[÷]	→ 18-		71
[R/S]	→ 19-		74
RCL 2	→ 20-	24	2
CHS	→ 21-		32
			Sous-programme de calcul des racines r_1 et r_2
RCL 2	→ 22-	24	2
[]	→ 23-	15	0
RCL 1	→ 24-	24	1
RCL 3	→ 25-	24	3
[X]	→ 26-		61
4	→ 27-		4
[X]	→ 28-		61
[−]	→ 29-		41
[f] []	→ 30-	14	0
[g] [RTN]	→ 31-	15	12

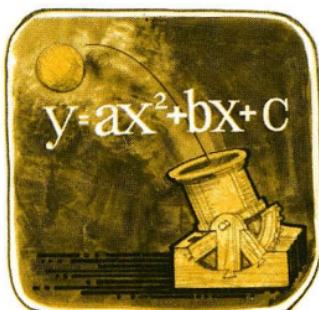
Pour initialiser le programme: introduisez a et appuyez sur **[R/S]**, introduisez b et appuyez sur **[R/S]**, puis introduisez c.

Pour calculer la racine r_1 , appuyez sur **[R/S]**.

Pour calculer r_2 , appuyez de nouveau sur **[R/S]**.

Calculez les racines des équations suivantes:

$$x^2 + x - 6 = 0 \quad \text{et} \quad 3x^2 + 2x - 1 = 0$$



Pour exécuter le programme, placez le calculateur en mode RUN et appuyez sur **f RTN**.

Appuyez sur **Affichage**

1	R/S	→	1,0000
1	R/S	→	1,0000
6	CHS	→	-6,0000
	R/S	→	2,0000
	R/S	→	-3,0000
3	R/S	→	3,0000
2	R/S	→	2,0000
1	CHS	→	-1,0000
	R/S	→	0,3333
	R/S	→	-1,0000

Premier exemple: initialisation

Calcul de r_1

Calcul de r_2

Deuxième exemple: initialisation

Calcul de r_1

Calcul de r_2

Si la quantité $b^2 - 4ac$ est négative, le calculateur affiche **Error 0** et l'exécution est arrêtée.

UTILISATION DES SOUS-PROGRAMMES

Les sous-programmes facilitent énormément la programmation. Ils peuvent contenir une boucle ou être eux-mêmes partie d'une boucle. Pour économiser encore plus d'espace mémoire, vous pouvez bien souvent utiliser un segment comme sous-programme et comme partie du programme principal.

Exemple: Le programme ci-dessous simule une partie de dés. Le jet de deux dés est simulé et les résultats sont affichés à chaque fois (nombres entiers de 1 à 6). Le cœur du programme est un générateur de nombres pseudo-aléatoires de 1 à 6. Il est nécessaire d'introduire une semence avant de démarrer le jeu par pression de **GSB 01**. Le jet du premier dé est obtenu en utilisant la routine comme sous-programme. Celui du second considère la routine comme une partie du programme principal.



Pour introduire le programme, placez le calculateur en mode PRGM.

Appuyez sur **Affichage**

f	CLEAR	PRGM	→	00
STO	0		→	01- 23 0
f	PAUSE		→	02- 14 74

GSB 04	→	03	—	12	04	La routine suivant la ligne 03 est d'abord exécutée comme sous-programme
RCL 0	→	04	—	24	0	
9	→	05	—		9	
9	→	06	—		9	
7	→	07	—		7	
x	→	08	—		61	
g FRAC	→	09	—	15	33	
STO 0	→	10	—	23	0	
6	→	11	—		6	
x	→	12	—		61	
1	→	13	—		1	
+	→	14	—		51	
g INT	→	15	—	15	32	
f FIX 0	→	16	—	11	0	
g RTN	→	17	—	15	12	

Elle est ensuite exécutée comme programme

Placez le calculateur en mode RUN.

Pour «jeter» les dés, introduisez la semence (nombre décimal $0 < n < 1$), puis appuyez sur **GSB** 01. Le calculateur affiche le résultat du premier dé, puis celui du second. Pour un autre jet, appuyez sur **GSB** 03.

Vous pouvez aussi jouer avec un ami. Si votre premier total de dés est 7 ou 11, vous avez gagné le coup.

Si c'est un autre nombre, ce nombre devient votre pari.

Vous continuez à jouer jusqu'à ce que le total soit égal à votre pari (dans ce cas, vous avez également gagné) ou jusqu'à obtenir 7 ou 11 (vous avez perdu et vous passez la main).

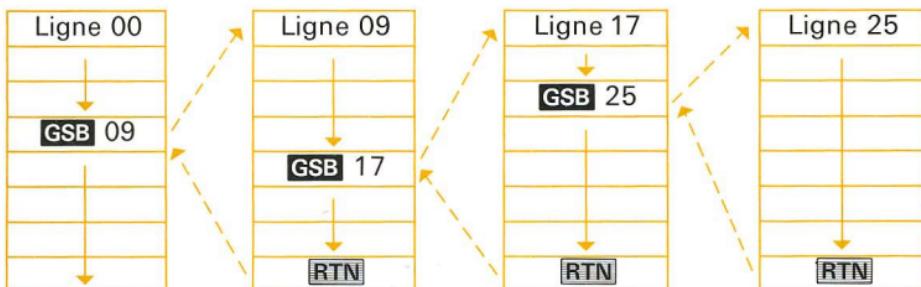
Passez en mode RUN et appuyez sur **g** **RTN**.

Appuyez sur	Affichage
,2315478 GSB 01 →	4, Le 6 qui a clignoté plus le 4 à l'affichage donnent vos points: 10
GSB 03 →	5, Votre total est 8, rejouez
GSB 03 →	1, Votre total est 5, rejouez à nouveau
GSB 03 →	3, Votre total est 7, vous avez perdu

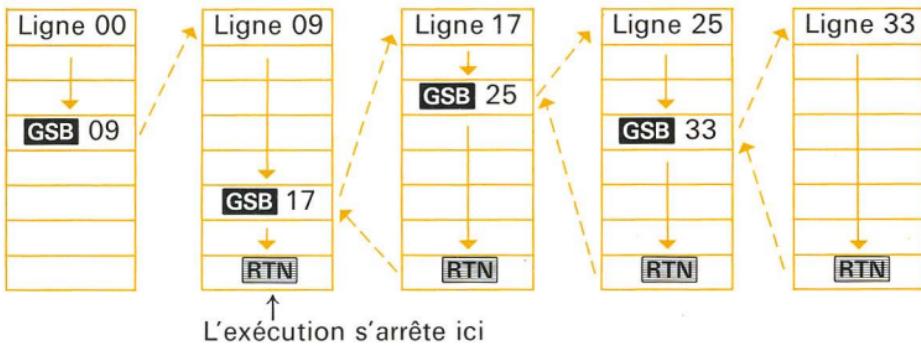
LIMITES DES SOUS-PROGRAMMES

Un sous-programme peut lui-même appeler un autre sous-programme qui peut lui-même appeler un troisième sous-programme: le calculateur possède trois niveaux de sous-programmes. Ce nombre de niveaux est

limité par le nombre de **RTN** que le calculateur peut conserver sans que l'exécution s'arrête. Le fonctionnement est alors le suivant:



Il y a trois niveaux de sous-programmes, et voici ce qui arrive si l'on tente un quatrième appel de sous-programmes.



Si l'exécution est transférée à la ligne 00, elle s'arrête, sauf si le segment en cours d'exécution est un sous-programme. Dans ce cas, le calculateur exécute un **RTN** et continue l'exécution à la ligne suivant le **GSB**.

Un **RTN** placé comme dernière instruction d'un sous-programme permet le retour au programme principal dès qu'il est exécuté. Par contre, tout ordre **RTN** exécuté en dehors d'un sous-programme arrête l'exécution du programme.

Lors d'une exécution ligne par ligne à l'aide de la touche **SST** (en mode RUN), un sous-programme est exécuté comme une seule ligne quel que soit le nombre de ces instructions. S'il y a plusieurs niveaux de sous-programmes, seul le premier **RTN** rencontré sera pris en compte, en exécution ligne par ligne.

CHAPITRE 6: MISE AU POINT DES PROGRAMMES

Même le programmeur le plus doué et le plus expérimenté commet des erreurs dans ses programmes. On peut classer les erreurs en erreurs de conception (formule fausse, logique fausse) et en erreurs dans l'enregistrement du programme. Dans les deux cas, il est nécessaire de détecter ces erreurs et, si possible, de les corriger. Cela est prévu dans le HP-33E.

RECHERCHE D'UNE ERREUR

Une des méthodes les plus simples permettant de déterminer si votre programme fonctionne correctement ou non est de l'essayer avec des données facilement vérifiables. Exemple: vérifiez le calcul de πR^2 pour $R=1$ et $R=10$.

Exécution ligne par ligne

Pour de plus longs programmes mettant en particulier des tests en jeu, effectuez une exécution ligne par ligne en utilisant la touche **SST** en mode RUN. Cette commande exécute chaque ligne l'une après l'autre, comme si vous aviez pressé directement les touches en calcul normal et permet ainsi un contrôle continu des lignes exécutées: quand cette touche est pressée, le numéro et le code du pas sont affichés; par contre, quand elle est relâchée, cette ligne est exécutée. Essayez ceci pour le programme simple qui calcule πR^2 à partir de R.

Exemple: Placez le commutateur sur PRGM (PRGM  RUN), pressez sur **CLEAR** **PRGM** pour effacer la mémoire, puis la séquence de touches suivante:

Touches	Affichage
g x^2	01- 15 0
g T	02- 15 73
x	03- 61

Pour exécuter ce programme, passez en mode RUN (PRGM  RUN), puis pressez sur **g** **RUN** pour revenir en début de mémoire. Soit par exemple R=10.

Appuyez sur	Affichage	
10	10	
SST	01- 15 0 100,00	Quand vous appuyez sur la touche SST , le code de l'instruction s'affiche
SST	02- 15 73 3,14	Quand vous relâchez SST , l'instruction est exécutée
SST	03- 61 314,16	

Ainsi, il est facile de relever une erreur (par l'exécution) et de situer la ligne de programme erronée (par son code). Si **BST** est pressée en mode RUN, la ligne qui vient d'être exécutée s'affiche (numéro et code). Si vous relâchez alors **BST**, le contenu précédent de **X** est affiché à nouveau. Toutefois, si vous passez en mode programme, vous constaterez que le calculateur est prêt à réexécuter la même ligne. Si vous pressez sur **R/S** pour redémarrer l'exécution, le calculateur exécutera cette même ligne. Par exemple, pressez sur **BST** en mode RUN à la suite de l'exécution précédente.

Appuyez sur	Affichage	
g BST	03- 61 314,1593	Vous obtenez ainsi les codes affichés avant le produit par π Si vous relâchez BST , le contenu précédent de X est à nouveau affiché
g BST	02- 15 73 314,1593	Si vous pressez à nouveau sur BST , affichage de la ligne précédente Si vous relâchez BST , l'ancien contenu de X est affiché

Si maintenant vous passez en mode programme, l'écran affichera:

02- 15 73

Nombres repères

Si vous avez de la place en mémoire et une longue liste de données à introduire, il est souhaitable d'afficher le nombre de données déjà introduites lors de chaque arrêt, d'où un contrôle instantané à l'exécution. Ainsi, s'il y a huit données à introduire, programmez successivement les nombres 1 à 8 avant chaque **R/S** du programme.

MODIFICATION D'UNE INSTRUCTION

Si une erreur est détectée dans un programme, vous pouvez la visualiser facilement (touches **SST** et **BST** en mode programme, ou **GTO** en mode RUN, etc.). Il faut pour la corriger, se placer à la ligne précédent la ligne erronée. Si l'erreur a lieu à la ligne 06, affichez alors la ligne 05, puis introduisez la ligne correcte. Celle-ci va tout simplement remplacer la ligne incorrecte en 06.

Si la ligne 06 doit être supprimée, appuyez sur **g NOP** (non opérant). Cette instruction indique uniquement au calculateur de passer à l'instruction suivante.

Exemple: Le programme ci-dessous calcule la racine cubique d'un nombre positif donné.

Touches	Affichage
ENTER↑	01– 31
3	02– 3
g 1/x	03– 15 3
f yx	04– 14 3

En l'introduisant, vous avez commis deux erreurs de frappe:

Touches	Affichage
ENTER↑	01– 31
3	02– 3
g %	03– 15 74 Première erreur
x²y	04– 21 Deuxième erreur
f yx	05– 14 3

Le programme faux étant introduit, corrigez-le. Pressez 3 fois sur **g BST** en mode programme pour afficher la ligne 02 qui précède la première ligne erronée.

Appuyez sur	Affichage
	02– 3 Ligne précédent l'erreur
g 1/x	03– 15 3 Ligne correcte remplaçant la ligne 03

La ligne 04 ne sert à rien: remplacez-la par un **g NOP** «bouchetrou».

Appuyez sur	Affichage
	03– 15 3 Ligne précédent l'erreur
g NOP	04– 15 13 Introduction d'une ligne non opérante

68 Mise au point des programmes

Il suffit maintenant d'essayer le programme pour se rendre compte qu'il est correct. Passez en mode RUN, pressez sur **g RTN**, puis calculez des racines cubiques.

Exemple: Racines cubiques de 8 et 125.

Appuyez sur	Affichage
8 R/S	2,0000
125 R/S	5,0000

INSTRUCTIONS SUPPLÉMENTAIRES

Si, dans un programme de taille moyenne, vous avez oublié quelques instructions, il n'est pas nécessaire de tout retaper. Vous pouvez, puisqu'il vous reste de la place, introduire les instructions manquantes à la suite des instructions existantes et y accéder par un branchement **GSB**.

La partie de programme ci-dessous vous permet d'illustrer cette astuce. Il manque en effet trois lignes entre les numéros 02 et 03.

00	
01–	21
02–	51
03–	22
04–	
05–	
06–	
07–	
08–	15 12

→ Il manque 3 lignes ici (**f** **✓x**, **CHS** et **STO** 6)

Pour ajouter les trois lignes manquantes, vous devez effectuer en 02 un branchement à une autre partie du programme, où il reste des lignes disponibles, par exemple à partir de la ligne 10. D'où le programme corrigé:

00	
01–	21
02–	13 10
03–	22
04–	
05–	
06–	
07–	
08–	15 12

10–	51
11–	14 0
12–	32
13–	23 6
14–	15 12

Ancienne ligne 02

Ligne manquante

Ordre de retour

Il a été nécessaire de déplacer une ligne supplémentaire, la ligne 02, pour permettre d'effectuer l'ordre de branchement à la partie annexe. Cette ligne se retrouve donc en tête de cette annexe. Une ligne de retour est également nécessaire en fin de la partie rajoutée.

ANNEXE A: SERVICE APRÈS-VENTE ET MAINTENANCE

VOTRE CALCULATEUR HEWLETT-PACKARD

Votre calculateur possède les caractéristiques fondamentales de tout produit construit par Hewlett-Packard: performances élevées, technologie d'avant-garde et, comme tous les produits de notre société, il apporte une contribution indiscutable.

Tous nos calculateurs sont fabriqués suivant des normes très rigoureuses, et les opérations de contrôle sont effectuées dans nos propres usines.

Lorsque vous achetez un calculateur Hewlett-Packard, vous traitez avec une société dont l'image de marque est une des garanties de ses fabrications.

FONCTIONNEMENT SUR SECTEUR

Le calculateur vous est livré avec une batterie cadmium-nickel rechargeable. Au cas où la batterie serait à charger, vous pouvez alors utiliser le calculateur au moyen du chargeur-adaptateur sur le secteur (dans ce cas, batterie en place dans le calculateur).

ATTENTION !

Si vous utilisez le calculateur sur le secteur, sans batterie, vous risquez de le détériorer.

Pour utiliser le chargeur, procédez de la manière suivante:

1. Il n'est pas nécessaire de mettre le calculateur sur OFF.
2. Introduisez le connecteur femelle du chargeur dans la prise arrière du calculateur, en veillant à placer les contacts métalliques du connecteur vers le côté gauche du calculateur.
3. Branchez la prise mâle du chargeur sur le secteur.

Note: Il est normal que le chargeur chauffe légèrement lorsqu'il est connecté au secteur.

ATTENTION !

Vous risquez de détériorer votre calculateur si vous utilisez un chargeur autre que le chargeur HP fourni avec votre calculateur.

ATTENTION !

Avec les calculateurs munis de la mémoire permanente, utilisez uniquement les chargeurs-adaptateurs de type «B» livrés avec la machine. Les chargeurs-adaptateurs de type «A» n'endommageront pas le calculateur, mais pourront effacer la mémoire permanente lors de la connexion.

RECHARGE DES BATTERIES

Les batteries se rechargent même pendant l'utilisation du calculateur sur le secteur au moyen du chargeur-adaptateur.

Pour recharger les batteries (batteries en place dans le calculateur), raccordez le calculateur au secteur, au moyen du chargeur-adaptateur 110/220 V. Une batterie vide sera complètement rechargée en:

17 heures: calculateur en service (ON);

5 à 9 heures: calculateur hors service (OFF).

Un temps de charge moins long permettra de travailler moins longtemps. Que le calculateur soit en service (ON) ou non (OFF), il peut rester branché sur le secteur, sans aucun risque de surcharge de la batterie.

REMARQUE

Le chargeur est un boîtier scellé et n'est pas réparable. Pour tout problème de maintenance à son sujet, veuillez le retourner à l'adresse indiquée à la fin de cette annexe.

UTILISATION SUR BATTERIE

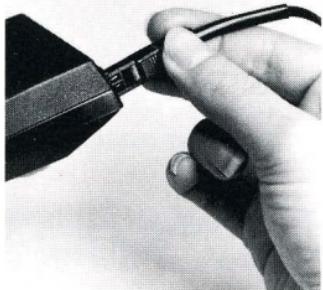
Pour utiliser le calculateur sur batterie uniquement, retirez le connecteur à l'arrière du calculateur en veillant à bien libérer le cliquet de verrouillage (même s'il n'est pas connecté au calculateur, le chargeur/adaptateur peut rester branché sur le secteur).

La batterie du calculateur vous permet une utilisation autonome. Une batterie bien chargée permet 3 heures de calcul intensif. Si vous prenez la précaution d'éteindre votre calculateur quand vous n'en avez pas besoin, vous pourrez travailler toute une journée sur la batterie.

REEMPLACEMENT DE LA BATTERIE

Pour remplacer la batterie, suivez les instructions suivantes:

1. Mettez le commutateur ON/OFF du calculateur sur la position OFF et débranchez le chargeur-adaptateur du calculateur.



2. Faites glisser les verrous de la porte du logement de batterie jusqu'à ce que celle-ci s'entrouvre. Faites glisser la porte.



3. Quand la porte est enlevée, retournez le calculateur et imprimez-lui une légère secousse pour que la batterie tombe dans votre main.



4. Mettez en place la nouvelle batterie dans le calculateur. Celui-ci ne fonctionnera que si la batterie est bien à sa place.



5. Introduisez la porte du logement de la batterie et faites-la glisser pour la remettre en place.



6. Retournez le calculateur et remettez-le en marche pour vous assurer de la mise en place correcte de la batterie. Effectuez éventuellement l'ajustement nécessaire.



PROTECTION DE LA BATTERIE

Lorsque votre calculateur est inutilisé, la batterie subit une décharge quotidienne d'environ 1%. Après 30 jours, une batterie peut être à 50-75% de sa charge sans que le calculateur ait fonctionné. Si votre calculateur ne fonctionne plus, il faut installer une nouvelle batterie et recharger pendant au moins 14 heures celle qui est «à plat».

Une batterie qui ne tient pas la charge peut être défectueuse. Si elle est encore sous garantie, renvoyez-la à Hewlett-Packard, conformément

aux instructions d'expédition (si vous n'êtes pas sûr que la panne vienne de la batterie, renvoyez le calculateur avec la batterie et son chargeur). Si la batterie n'est plus sous garantie, adressez-vous à un distributeur Hewlett-Packard.

ATTENTION !

N'essayez pas de brûler ou de détériorer vous-même une batterie: elle risquerait d'exploser ou de dégager des substances toxiques.

Ne court-circuitez pas une batterie, ne l'installez pas dans d'autres appareils, elle pourrait fondre ou causer de sérieuses brûlures.

MAINTENANCE

INDICATION DE DÉCHARGE

En fonctionnement sur batterie, si celle-ci est déchargée, un point apparaît en haut à gauche de l'affichage pour vous avertir qu'il reste de 1 à 15 minutes de travail.

•1,23 49

Si un nombre négatif est affiché, le signe moins (–) apparaît sous le point.

•1,23 49

Dans ce cas, deux solutions:

- Utilisez le chargeur-adaptateur (voir paragraphe «Fonctionnement sur secteur»).
- Remplacez la batterie.

ABSENCE D'AFFICHAGE

En cas d'absence d'affichage, mettez le commutateur OFF/ON sur OFF, puis sur ON. Si l'indication 0.00 n'apparaît toujours pas, effectuez la procédure suivante:

1. Si le chargeur de batterie est relié au calculateur, vérifiez qu'il est sur la bonne tension du réseau. Sinon, mettez le commutateur OFF/ON sur la position OFF, puis branchez le chargeur sur la tension correcte.

2. Vérifiez que les contacts de la batterie ne sont pas défectueux.
3. Remplacez (si possible) la batterie par une batterie correctement chargée.
4. S'il n'y a toujours pas d'affichage, faites fonctionner le calculateur (avec batterie) sur le secteur.
5. Si, après l'opération 4, l'affichage est toujours absent, retournez-nous le calculateur (voir ci-après paragraphe «Garantie»).

TEMPÉRATURES DE FONCTIONNEMENT

Mode	Température
Fonctionnement	0° à 45°C
Charge	15° à 40°C
Stockage	-40° à 55°C

GARANTIE

APPAREIL SOUS GARANTIE

Le calculateur est garanti pièces et main-d'œuvre contre tous défauts de fabrication pour une durée d'un an à compter de la date de livraison. Hewlett-Packard s'engage à réparer ou remplacer les pièces ou produits qui se révéleraient défectueux pendant la période de garantie. Le calculateur devra être retourné aux frais de l'expéditeur à un revendeur agréé par Hewlett-Packard, conformément aux instructions d'expédition données ci-après. La garantie ne couvre ni les dommages dus au transport, ni les frais d'envoi. Cette garantie disparaît si le calculateur a été endommagé à la suite d'un accident, d'une utilisation en dehors des spécifications, ou d'une réparation effectuée autrement que par Hewlett-Packard. Aucune autre garantie explicite ou implicite n'est accordée. Hewlett-Packard ne saurait être tenu pour responsable des dommages indirects.

APPAREIL HORS GARANTIE

Après expiration de la période de garantie, l'appareil sera réparé au plus juste prix ou échangé. Toute réparation ou échange est garanti pendant quatre-vingt-dix jours.

TRANSFERT DE GARANTIE

La garantie est enregistrée sur le numéro de série du calculateur et commence à la date de votre achat. Si vous faites cadeau de votre calculateur, la garantie est transférée au nouveau propriétaire, dans la limite de la première année. Il n'est pas nécessaire de signaler le transfert à Hewlett-Packard, mais il est souhaitable de donner au nouveau propriétaire une preuve de l'achat ou la facture.

MODIFICATIONS

Le calculateur vous est livré selon les spécifications en vigueur au moment de la vente. Hewlett-Packard n'est pas tenu de modifier des calculateurs déjà en service.

INSTRUCTIONS D'EXPÉDITION

Le calculateur, accompagné de la carte de service dûment remplie, doit être expédié dans son coffret original (ou tout autre emballage de protection) pour éviter tout risque de dommage. Ceux-ci ne sont pas couverts par la garantie et Hewlett-Packard conseille à ses clients d'assurer leurs expéditions. Le calculateur accompagné de son chargeur-adaptateur, de sa batterie, ainsi que d'une preuve d'achat, doit être retourné pour réparation au revendeur Hewlett-Packard le plus proche.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Aucun contrat de maintenance n'est prévu. Les schémas et circuits sont la propriété de Hewlett-Packard et les manuels de maintenance ne sont pas disponibles pour la clientèle.

Pour tout autre problème, vous pouvez contacter le bureau de vente et après-vente Hewlett-Packard le plus proche.

Adresse du service Après-Vente pour la France:

Hewlett-Packard, Zone d'activité de Courtabœuf, B.P. 6, 91401 Orsay
Cédex, téléphone: (1) 907 78 25.

ANNEXE B: OPÉRATIONS ILLICITES

En cas d'exécution d'opérations illicites – par exemple, division par zéro – l'écran affichera **Error** suivi d'un chiffre. Pour effacer, appuyez sur la touche **CLX**. Les opérations illicites par numéro d'erreur sont les suivantes:

Error 0

- ÷** lorsque $x = 0$
- y^x** lorsque $y = 0$ et $x \leq 0$
- y^x** lorsque $y < 0$ et x non entier
- \sqrt{x}** lorsque $x < 0$
- $1/x$** lorsque $x = 0$
- LOG** lorsque $x \leq 0$
- LN** lorsque $x \leq 0$
- SIN⁻¹** lorsque $|x| > 1$
- COS⁻¹** lorsque $|x| > 1$
- STO** **÷** lorsque $x = 0$

Error 1

Dépassement de capacité en registre mémoire (sauf **Σ+**, **Σ-**)

Error 2

STO, **STO** **+**, **STO** **×**, **STO** **-**, **STO** **÷** et **RCL** lorsque le chiffre d'identification du registre est ≥ 8

Error 3

Calculs statistiques

- \bar{x}** pour $n = 0$
- S** pour $n \leq 1$
- r** pour $n \leq 1$
- \hat{x}** pour $n \leq 1$
- \hat{y}** pour $n \leq 1$
- LR** pour $n \leq 1$

Remarque: Error 3 est aussi affiché pour la division par zéro ou la racine carrée d'un nombre négatif dans un calcul avec les formules suivantes:

$$s_x = \sqrt{\frac{M}{n(n-1)}} \quad s_y = \sqrt{\frac{N}{n(n-1)}}$$

78 Opérations illicites

$$r = \sqrt{\frac{P}{M \cdot N}}$$

$$A = \frac{P}{M}$$

$$B = \frac{M \Sigma y - P \Sigma x}{nM}$$

$$\hat{x} = \frac{P \Sigma x + M(ny - \Sigma y)}{nP}$$

$$\hat{y} = \frac{M \Sigma y + P(nx - \Sigma x)}{nM}$$

où: $M = n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2$

$N = n \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2$

$P = n \Sigma xy - \Sigma x \Sigma y$

Error 4

GTO avec un nombre non autorisé

GSB avec un nombre non autorisé

Error 9

Panne en test automatique. Lorsque **Error 9** apparaît, appuyez sur une touche quelconque et un nombre apparaîtra à l'affichage. Ce nombre indique au personnel de maintenance le motif de la panne.

Pr Error (HP-33C seulement)

Mémoire permanente effacée à cause d'une panne d'alimentation.

ANNEXE C: PILE OPÉRATIONNELLE ET REGISTRE LST X

Votre calculateur a été conçu pour fonctionner de la façon qui vous est la plus naturelle. Ainsi que vous avez pu le remarquer tout au long de ce manuel, il vous suffit d'effectuer les calculs comme vous les feriez à la main, une seule opération à la fois, presque sans vous occuper de ce qui se passe dans la pile opérationnelle.

Dans certains cas, particulièrement en programmation, lorsque vous voulez effectuer une opération spéciale dans la pile, les explications et le tableau ci-dessous vous aideront.

FIN D'INTRODUCTION DE DONNÉES

La plupart des opérations, qu'elles soient exécutées comme instructions de programme à partir du clavier sont des fins d'introduction de données. Ceci signifie que le calculateur sait que tout chiffre introduit après ces opérations fait partie d'un nouveau nombre.

MOUVEMENTS DANS LA PILE OPÉRATIONNELLE

On peut considérer trois types d'opérations selon la façon dont elles affectent le contenu de la pile:

- les opérations qui interdisent les mouvements;
- les opérations qui autorisent les mouvements;
- les opérations neutres.

OPÉRATIONS QUI INTERDISENT LES MOUVEMENTS

Il y en a quatre. Tout nombre, introduit après pression de l'une d'entre elles, est écrit dans le registre d'affichage **X** sans affecter le reste de la pile.

Ces quatre opérations sont: **ENTER↑**, **CLX**, **Σ+**, **Σ-**.

OPÉRATIONS QUI AUTORISENT LES MOUVEMENTS

Ce sont la plupart des opérations disponibles sur le calculateur, y compris les fonctions mathématiques à un ou deux nombres telles que x^2 ou \sqrt{x} . Tout nombre introduit après pression d'une de ces touches déplace les contenus des registres de la pile opérationnelle d'un rang vers le haut.

OPÉRATIONS NEUTRES

C'est l'ensemble des opérations qui n'altèrent pas l'état antérieur des mouvements de la pile. Ainsi, si les mouvements de la pile ont été interdits par une pression de **ENTER**, appuyez sur **EEX** et introduisez un nombre; le contenu de la pile ne sera pas déplacé. **EEX** est neutre. De même, si les mouvements ont été autorisés par l'exécution de x^2 , par exemple, si vous exécutez un **GTO** 03 suivi d'une séquence d'introductions données, le contenu de la pile sera décalé d'un rang vers le haut.

Le tableau suivant liste toutes les opérations autorisées. Les opérations qui interdisent les mouvements sont désignées par la lettre I; celles qui les autorisent par la lettre A et les opérations neutres par la lettre N. Le tableau donne aussi la liste des opérations qui mémorisent le nombre affiché dans **LSTx**.

Opérations	Type	Mémorise X dans LST X
f LST x	A	Non
f CLEAR PREFIX	N	Non
f LN	A	Oui
f LOG	A	Oui
-	A	Oui
g →P	A	Oui
g %	A	Oui
g T	A	Non
+	A	Oui
f PAUSE	N	Non
g MANT	N	Non
f CLEAR STK	N	Non
g NOP	N	Non
f →R	A	Oui
R↓	A	Non
g RAD	N	Non
RCL 0 à 7	A	Non
RCL Σ+	A	Non
R/S	N	Non
g RTN	A	Non
g S	A	Non
f SCI 0 à 9	N	Non
Σ+	I	Oui
f Σ-	I	Oui
f SIN	A	Oui
g SIN⁻¹	A	Oui
g ABS	A	Oui
g BST	N	Non
CHS	A	Non
f CLEAR REG	N	Non
f CLEAR PRGM	N	Non
CLX	I	Non
f COS	A	Oui
g COS⁻¹	N	Non
g DEG	A	Non
f r	A	Non
÷	A	Oui
f L.R.	A	Non
EEX	N	Non
f ENG 0 à 9	N	Non

Opérations	Type	Mémorise X dans LST X
ENTER↑	I	Non
g e^x	A	Oui
g FRAC	A	Oui
f FIX 0 à 9	N	Non
g GRD	N	Non
GSB 01 à 49	N	Non
GTO 00 à 49	N	Non
f →H.MS	A	Oui
g →H	A	Oui
f →RAD	A	Oui
g INT	A	Oui
g →DEG	A	Oui
f \sqrt{x}	A	Oui
SST	N	Non
STO \div 0 à 7	A	Non
STO $-$ 0 à 7	A	Non
STO $+$ 0 à 7	A	Non
STO \times 0 à 7	A	Non
STO 0 à 7	A	Non
f \hat{x}	A	Oui
f \hat{y}	A	Oui
f TAN	A	Oui
g TAN⁻¹	A	Oui
x	A	Oui
g X=0	N	Non
g X≠0	N	Non
g X<0	N	Non
g X>0	N	Non
f X=y	N	Non
f X≠y	N	Non
f X≤y	N	Non
f X>y	N	Non
g \bar{x}	A	Non
g x^2	A	Oui
g $1/x$	A	Oui
x>y	A	Non
f yx	A	Oui
g 10^x	A	Oui

ANNEXE D: MÉMOIRE PERMANENTE (HP-33C SEULEMENT)

Lorsque vous placez le calculateur sur OFF, les informations suivantes sont conservées:

- programmes chargés en mémoire;
- contenu des huit registres de stockage;
- état de l'affichage (FIX, SCI ou ENG et nombre de décimales).

Les contenus de la pile opérationnelle, du registre Last X, l'unité d'angle et les pointeurs de sous-programmes ne sont pas conservés.

L'exécution de test automatique (**STO ENTER↑**) n'efface ni la mémoire programme, ni les registres, ni le mode d'affichage.

Quel que soit l'endroit où l'exécution a été stoppée, le pointeur retourne à la ligne 00 lors de la remise sous tension.

Le fonctionnement de la mémoire permanente requiert que la batterie soit dans le calculateur. Si l'indicateur de baisse de puissance s'allume, éteindre immédiatement le calculateur et le connecter au secteur ou remplacer la batterie le plus tôt possible. Si la batterie est complètement déchargée ou retirée du calculateur, toutes les informations contenues dans la mémoire permanente sont perdues.

Si vous faites tomber le calculateur ou si l'alimentation de la mémoire permanente est interrompue, que le calculateur soit sur ON ou sur OFF, les programmes en mémoire, le contenu des registres et le mode d'affichage peuvent être perdus. Dans ce cas, lors de la remise sous tension, le calculateur affichera **Pr Error**. Appuyez sur une touche quelconque pour annuler cet affichage.

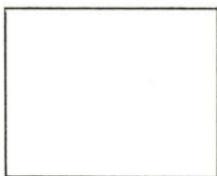
ATTENTION !

La mise hors tension du HP-33C pendant l'exécution d'un programme ou d'une fonction peut annuler ou altérer tout ou partie de la mémoire permanente.

Non _____
Adresse _____
Code postal _____
Localité _____
Pays _____
Société _____
Position _____

Cette adresse ne doit en aucun cas être utilisée pour envoyer votre calculateur en réparation.
Consultez le chapitre «Maintenance» du manuel.

HEWLETT-PACKARD S.A.
P.O. Box
CH-1217 MEYRIN 2
Switzerland



Carte de service Série E

En cas de mauvais fonctionnement de votre calculateur, reportez-vous au Manuel d'utilisation. Si une révision s'avère nécessaire, veuillez nous retourner le calculateur avec chargeur, batterie et cette carte de service dûment remplie (voir les instructions d'expédition).

Quel est votre problème?

<input type="checkbox"/> Absence d'affichage	<input type="checkbox"/> Affichage incorrect après l'autotest	
<input type="checkbox"/> Chargeur de batterie	<input type="checkbox"/> Batterie	<input type="checkbox"/> Panne intermittente

Description du problème: _____

Sous garantie:

Oui Non

Aucune garantie ne sera prise en considération sans présentation d'une preuve de la date de l'achat (facture ou carte de service remplie par le vendeur lors de l'achat).

Pour les matériels hors garantie, la carte est considérée par HP comme une acceptation de la réparation et du coût de celle-ci.

Pour toute information complémentaire concernant les coûts des réparations, contactez le revendeur le plus proche.

Carte d'enregistrement HP-33E/33C

Vous nous aiderez en nous retournant cette carte dûment remplie. Merci.

HP-33E

HP-33C

1) Pays de l'achat:

2) Date de l'achat:

Mois _____ Année 19_____

3) Lieu de l'achat:

1	Grand magasin
2	Revendeur matériel de bureau
3	Magasin radio/hifi/photo
4	Association d'étudiants
5	Directement chez HP
6	Autre : _____

4) Délai de livraison

1	Livraison immédiate
2	Moins de 2 semaines
3	Plus de 2 semaines

5) Type d'achat

1	Personnel
2	Par votre société
3	Cadeau

6) Comment avez-vous connu ce calculateur ?

1	Article de presse
2	Publicité
3	Envoi de documentation
4	Autre utilisateur
5	Mon professeur
6	J'ai déjà un calculateur HP
7	Démonstration dans un magasin
8	Visite d'un vendeur

7) Votre appréciation de la documentation des conseils

1	Excellent	11
2	Satisfaisante	12
3	Correcte	13
4	Mauvaise	14
5	Pas nécessaire	15

8) Votre expérience du calculateur

1	C'est mon premier calculateur
2	Calculateur 4 opérations
3	Calculateur scientifique
4	Calculateur financier
5	Calculateur programmable
6	Ordinateur

9) Vos calculs les plus fréquents dans l'ordre (1, 2, 3, etc.)

1	Arithmétique/%
2	Logarithmes/puissances
3	Méthodes numériques (intégration, etc.)
4	Trigonométrie
5	Nombres complexes
6	Intérêts composés
7	Statistiques générales
8	Ajustement de courbe
9	Distribution/probabilité
10	Autre : _____

10) Principaux domaines d'applications dans l'ordre (1, 2, 3, etc.)

1	Physique
2	Chimie

11) Médecine/biologie

3	Mathématique
4	Statistiques
5	Logique
6	Électronique
7	Mécanique
8	Construction
9	Autre techn. : _____

12) Votre groupe d'âge

1	Moins de 14 ans
2	15-19 ans
3	20-25 ans
4	26-35 ans
5	36-50 ans
6	Plus de 50 ans

13) Votre activité

1	Étudiant
11	Education/formation
12	Recherche et développement
13	Production
14	Organisation/planification
15	Ventes
16	Comptabilité/finances
17	Informatique
18	Gestion
19	Conseils techniques
20	Conseils gestion
21	Profession libérale

11) Votre formation ou vos études actuelles

1	Apprentissage
2	Lycée/CET

École professionnelle:

3	Technique
4	Commercial
5	Autre : _____

Université:

6	Sciences naturelles
7	Médecine
8	Mathématique
9	Ingénierie
10	Economie
11	Sciences sociales
12	Autre : _____

14) Votre position

1	Président de société/propriétaire
2	Directeur général
3	Directeur de département
4	Responsable de service
5	Spécialiste
6	Employé

Merci de nous retourner cette carte rapidement !

Calculateurs



Série E

Renseignements d'achat

(à remplir par le vendeur)

Modèle HP _____

Numéro de série _____

Date de l'achat _____

Numéro de facture _____

Vendu par _____

(Cachet et signature du revendeur)

Renseignements client

Nom _____

Rue _____ N° _____

Code postal _____

Localité _____

Pays _____

Téléphone _____



**HEWLETT
PACKARD**

Hewlett-Packard France:

Société Anonyme au capital de 55.243.000 F. régie par les articles 118 à 150 de la loi sur les sociétés commerciales. RCS. Corbeil Essônes B 709 805 030

Siège Social/Bureau de vente d'Orsay: Avenue des Tropiques. Z.I. de Courtabœuf, boîte postale n° 6, 91401 Orsay Cédex, tél. (1) 907 78 25

Bureau de vente d'Aix-en-Provence: Place Romée de Villeneuve, immeuble Le Ligourès, 13100 Aix-en-Provence, tél. (42) 59 41 02

Bureau de vente de Bordeaux: Avenue du Président-Kennedy, 33700 Mérignac, tél. (56) 97 01 81

Bureau de vente d'Evry: Tour Lorraine, boulevard de France, 91035 Evry Cédex, tél. (1) 077 96 60

Bureau de vente de Lille: Rue Van Gogh, immeuble Péricentre, 59650 Villeneuve d'Ascq, tél. (20) 91 41 25

Bureau de vente de Lyon: Chemin des Mouilles, boîte postale n° 162, 69130 Ecully Cédex, tél. (78) 33 81 25

Bureau de vente de Metz: 60, route de Metz, 57130 Jouy-aux-Arches, tél. (87) 69 45 32

Bureau de vente de Paris-Nord: Centre d'Affaires Paris-Nord, bâtiment Ampère, rue de la Commune de Paris, boîte postale n° 300, 93153 Le Blanc Mesnil Cédex, tél. (1) 931 88 50

Bureau de vente de Rennes: 2, allée de la Bourgogne, 35100 Rennes, tél. (99) 51 42 44

Bureau de vente de Strasbourg: 18, rue du Canal de la Marne, 67300 Schiltigheim, tél. (88) 83 08 10

Bureau de vente de Toulouse: Péricentre de la Cépière, 20, chemin de la Cépière, 31081 Toulouse Cédex, tél. (61) 40 11 12

Hewlett-Packard Benelux S.A./N.V.:
Avenue du Col-Vert 1, B-1170 Brussels, tél. (02) 660 50 50

Hewlett-Packard (Schweiz) AG:
Château Bloc 19, CH-1219 Le Lignon-Genève, tél. (022) 96 03 22

Hewlett-Packard S.A., pour les pays du bassin méditerranéen, Afrique du Nord et Moyen-Orient:

35, Kolokotroni Street, Kifissia, GR-Athènes, tél. 80 81 741-4

Hewlett-Packard Ges.m.b.H., pour les pays socialistes:
Handelskai 52, boîte postale n° 7, A-1205 Vienne, tél. (0222) 35 16 21 à 27

Hewlett-Packard (Canada) Ltd.:
275, Hymus Boulevard, Pointe-Claire, Québec H9R1G7, tél. (514) 697-4232

Hewlett-Packard S.A., direction pour l'Europe:
7, rue du Bois-du-Lan, boîte postale, CH-1217 Meyrin 2, Genève, tél. (022) 82 70 00

Scan Copyright ©
The Museum of HP Calculators
www.hpmuseum.org

Original content used with permission.

Thank you for supporting the Museum of HP
Calculators by purchasing this Scan!

Please do not make copies of this scan or
make it available on file sharing services.