CALCULATRICES PROGRAMMABLES: HEWLETT OU TEXAS?

Cette année, les calculatrices seront autorisées pour les examens, même le bac. De ces machines les candidats attendent une solution facile de toutes les opérations et une précision sans défaut. Devant la multitude des modèles proposés, il est intéressant de chercher quelle est la plus pratique à utiliser et de voir si les résultats affichés sont parfaitement justes.

► En principe, il n'est nul besoin d'être Jérémie pour deviner que nos lecteurs, qui par définition trouvent déjà quelque intérêt à la science, savent aussi accueillir les mathématiques avec plaisir. Mais nous ne pensions pas qu'ils seraient si nombreux à savoir apprécier les charmes des calculs astronomiques, lesquels sont pourtant difficiles, presque toujours fort complexes, et souvent même d'un niveau analytique très élevé. Or notre article du mois de novembre traitant la manière de calculer l'azimut du lever ou du coucher du soleil nous a valu un courrier très abondant.

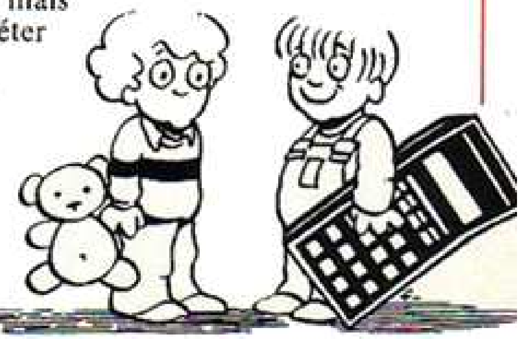
En règle générale nos correspondants, après avoir témoigné leur intérêt pour cette nouvelle rubrique, nous ont envoyé des programmes logiquement plus fermes que ceux qui avaient été proposés. Et ce dernier fait nous laisse penser que l'attrait pour les calculs astronomiques se double d'un goût prononcé pour les calculatrices programmables. De fait, certains lecteurs nous ont envoyé des schémas particulièrement denses, astucieux et concis qui témoignent d'une bonne pratique de ces étonnantes machines.

Beaucoup par contre ont commis l'erreur de croire que M. P. Kohler, auteur de la rubrique, avait une préférence pour une marque au détriment de l'autre : certains le tiennent pour un partisan des calculatrices Texas, d'autres le voient pencher nettement en faveur des Hewlett-Packard. Cette ambiguïté prouve d'ailleurs que notre collaborateur n'a en fait aucune préférence cachée, mais montre clairement que les utilisateurs, eux, se divisent en deux camps ; ceux qui apprécient les Texas et ceux qui aiment bien les Hewlett.

Il existe certes d'autres firmes produisant des calculatrices programmables, mais les deux marques citées occupant aujourd'hui ce domaine presqu'à elles seules en France, il est normal que nos lecteurs se retrouvent en deux camps seulement. Toutefois, beaucoup de gens n'étant pas encore équipés de ces machines perfectionnées, il nous a paru intéressant de faire une étude comparative entre Texas et Hewlett. D'autre part, les calculatrices étant maintenant autorisées dans la plupart des examens, il est intéressant de voir le choix qui s'offre à ces millions d'utilisateurs futurs que sont les écoliers de France. Ajoutons encore que la plupart des acheteurs utilisent les calculatrices beaucoup plus pour leur plaisir personnel que pour des motifs d'usage professionnel.

La rubrique calcul astronomique mettait en jeu la Texas 59 et la Hewlett-Packard 33 E, autrement dit, et pour abréger, la Ti 59 et la HP 33. A priori, ces machines ne sont comparables ni par le prix, ni par les performances. Un examen plus attentif des machines proposées par ces deux sociétés montre d'ailleurs qu'il n'existe pas deux modèles qui soient strictement similaires du point de vue capacités (nombre de fonctions, nombre de mémoires, lignes de programmes, etc.). Les deux plus proches par leurs performances, la Ti 59 et la HP 67, sont d'ailleurs de prix voisin ; mais il faut bien répéter qu'elle ne sont pas strictement équivalentes.

Les seules comparaisons qui puissent être éta-



blies avec équité portent sur la précision des résultats et sur les méthodes de calcul ; à un moindre degré, on peut aussi prendre en compte la présentation et l'agrément des manuels d'utilisation. C'est donc à partir de ces seuls critères que nous ferons une étude comparative entre des modèles dont les prix et les performances peuvent varier considérablement.

Chez Hewlett-Packard, trois modèles ont retenu notre attention : 33 E, 34 C et 67 ; de même pour Texas avec les 57, 58 et 59. Les prix variant dans de grosses proportions, nous indiquons les deux extrêmes rencontrés :
HP 33 E : de 480 à 565 F
HP 34 C : 965 F partout (vient de sortir)
HP 67 : de 1 900 à 2 295 F
Ti 57 : de 239 à 299 F
Ti 58 : de 595 à 745 F
Ti 59 : de 1 550 à 1 995 F

Notons qu'il existe maintenant une Ti 58 C à mémoire permanente vendue 945 F. A l'exception de certains usages professionnels, le fait de garder programmes et données en mémoire pendant des semaines ne vaut pas les 200 F d'écart. Les HP 67 et Ti 59 justifient leur prix élevé par le fait qu'elles peuvent utiliser des programmes codés sur cartes magnétiques.

Avant de voir les critères logiques du calcul et la précision des résultats, commençons par les deux aspects secondaires, présentation et manuels d'utilisation. Chez les deux firmes, tout est en plastique, mais la qualité du matériau, son montage et son impression font beaucoup plus sérieux chez Hewlett. Les calculatrices Texas, quelles que soient leurs qualités intrinsèques, gardent l'apparence désinvolte d'un article promotionnel dans un magasin à grande surface. Pour l'esthétique et l'agrément de posséder un bel engin, avantage réel aux Hewlett-Packard.

Avec les manuels d'utilisation, on entre dans un domaine déjà plus sérieux. Commençons par les HP. La 33 E est livrée avec trois petits fascicules : un manuel d'utilisation, un manuel d'applications, un manuel d'initiation générale. Aucun des trois n'est réellement satisfaisant, et il faut s'accrocher longtemps avant de bien saisir à travers la lecture de ces feuilles les possibilités réelles de la machine. Les définitions sont tantôt nettes, tantôt floues, les exemples choisis oscillent entre le niveau de la maternelle et celui des math-spé ; enfin les programmes proposés sont à la fois longs, inutilement compliqués et mal expliqués. Quant au manuel d'utilisation, il est très inférieur à celui de la HP 25, machine dont la 33 a pris la relève.

Le manuel de la HP 67, fort épais, ne vaut guère mieux ; celui de la HP 34 semble un peu plus complet. De toute manière, le talent pédagogique est totalement absent et, à la limite, on finit par utiliser intelligemment la calculatrice malgré le manuel. Il y a là une affaire à revoir entièrement de la part des fabricants, faute de quoi un acheteur peu entraîné à la logique arithmétique ne saura jamais tirer tout le parti de la machine.

Pour être juste, nous ne sommes pas plus gâtés avec Texas, et même plutôt moins. Nous n'avons pas eu entre les mains le fascicule concernant la Ti 57 ; mais nous avons longuement potassé celui des Ti 58-59. Un détail à signaler : la perte de ce livre est un rude coup pour le portefeuille : 80 F. Il est vrai qu'il est fort épais, bien que le nombre de pages reste à déterminer avec la calculatrice : chaque chapitre possède sa propre numérotation, et il faudra faire le total du lot sans se tromper pour arriver au résultat : 234 pages.

Mais le plus dur n'est pas fait, car il reste à lire ce manuel : un vrai châtiment. Pour trouver pire, il faut vraiment aller chercher un abrégé de sociologie différentielle rédigé par un collectif de psycho-animateurs engagés. On ne sait jamais très bien où on en est, ni ce qu'on peut faire, ni ce qu'il ne faut pas faire, et ainsi de suite. Les opérations sont définies sommairement dans une première partie, puis en détail dans une seconde. Certaines notions apparaissent brusquement, disparaissent au milieu des fonctions puis réapparaissent 25 pages plus loin sans que la raison en soit bien évidente.

Aucune explication claire, simple, précise ne vient soulager le lecteur. De chaque page se dégage un ennui pénétrant qui évoque irrésistiblement le jeune cadre, sec et dynamique, de l'Informatique avec un grand I. Quant aux exemples choisis, ils ne valent pas mieux que ceux de Hewlett-Packard. Ainsi le programme cité en exemple pour l'équation du second degré peut être réduit de moitié, et en se passant des « flags » qui n'ont rien à faire là-dedans. Ces flags eux-mêmes — drapeaux ou mieux, indicateurs binaires — n'ont d'ailleurs jamais été clairement expliqués, ce qui n'est pourtant pas difficile. Le reste du manuel est à l'avenant.

A force de patience et de ténacité, un esprit bien affûté finit tout de même par se débrouiller dans ces pages écrites visiblement par des têtes bien pleines, mais non bien faites. Peut-être est-ce voulu pour dissuader les tièdes d'accéder à ce savoir ésotérique qu'est la programmation.

Considérons donc nos lecteurs comme initiés, et passons maintenant à un stade plus intéressant, celui du calcul proprement dit. La méthode adoptée par chacun des deux constructeurs contribue pour une bonne part à séparer les utilisateurs en deux clans : ceux qui utilisent la notation polonaise avec HP, et ceux qui utilisent la notation algébrique avec Texas.

Les deux méthodes sont en effet radicalement différentes ; avec Hewlett-Packard, on fait les opérations comme on les ferait à la main : on commence par écrire le premier chiffre, puis le second, et enfin on additionne, ou on soustrait, ou on divise, peu importe. Autrement dit, on met le premier chiffre, on le fait entrer dans la mémoire calcul en appuyant une touche ENTER, on met le second chiffre, et enfin on appuie sur la touche de l'opération voulue (+, —, ÷ ou ×).

Pour la même addition, chez Texas, on fait le calcul comme on l'écrirait algébriquement : a + b = c. Donc on met le premier chiffre, on appuie la touche désirée (+), on met le second chiffre, et enfin on appuie la touche =. La plupart des calculatrices du commerce, scientifique ou pas, suivent ces processus.

Contrairement aux apparences, le système Hewlett est nettement plus pratique, et cela pour la raison simple que l'utilisateur sait toujours où il en est avec les chiffres sur lesquels il opère. D'une manière imagée, la machine possède quatre registres mémoire installés en pile verticale : toute opération arithmétique combine les chiffres des deux registres du bas, l'ensemble de la pile se décalant automatiquement une fois le calcul fait. L'introduction d'une nouvelle donnée, ou le rappel d'une mémoire, font de même remonter la pile d'un cran. Pour les calculs en chaîne, et d'une manière générale pour toutes les séries d'opérations, cette formule est étonnamment pratique.

Avec Texas, c'est le contraire : on ne sait jamais trop bien ce que deviennent les chiffres qu'on manipule. Au fur et à mesure des calculs, les données semblent disparaître dans une trappe d'où il est impossible de les faire ressortir — le manuel d'utilisation ferait bien justement d'expliquer où ils passent ; car ils ne sont pas perdus, Dieu merci, puisque le résultat est là pour prouver qu'ils ont servi. Prenons une simple addition, par exemple 231 778 + 445 765 ; on tape le premier chiffre, on tape +, on tape le second, et brusquement un doute vient : a-t-on bien tapé 231 778 et non 231 788 ? A notre connaissance, impossible de le savoir : seul apparaît 445 765. Idem pour toute autre opération, arithmétique et algébrique.

Avec les HP, au contraire, rien de plus facile : une touche R permet de faire défiler le contenu des 4 registres et de corriger une erreur éventuelle. De même une touche last x (contenu du dernier registre avant calcul) permet de retrouver le nombre dont on vient de calculer la tangente ou le logarithme. A notre avis, pour la simplicité logique du calcul, la Hewlett-Packard est supérieure à sa concurrente.

Restait à déterminer la précision de ces calculs arithmétiques, et la facilité avec laquelle on peut les programmer. Nous avons choisi pour cela la somme d'une série convergente classique dont la valeur limite est $\pi/4$. Cette série est la suivante :

$S = 1/1 - 1/3 + 1/5 - 1/7 + 1/9 - 1/11 + \dots$

Elle converge très lentement, c'est-à-dire qu'il faut calculer des milliers de termes, et avec la meilleure précision possible, pour avoir quelque chance d'obtenir au bout du compte la valeur de π avec plusieurs décimales exactes. Il s'agit donc ici de tester la précision de la machine, et non de chercher les décimales de π — il existe pour cela des séries de convergence beaucoup plus rapide, par exemple en faisant appel aux arc tg 1/5 et 1/239. Nous n'ignorons pas non plus certaines astuces qui permettent de tirer de toute calculatrice le résultat d'une fraction rationnelle avec des centaines de décimales.

Notre seul but ici est de voir comment la machine va traiter un calcul faisant appel à trois opérations de base : l'addition, la soustraction et la division. Avant de voir les divers programmes que nous avons testés, il nous faut faire une brève étude mathématique de la série. Notons d'abord qu'il s'agit d'une série alternée, c'est-à-dire que les termes sont alternativement ajoutés et retranchés ; les dénominateurs des fractions vont de 2 en 2 : 1, 3, 5, 7, 9... etc. ; donc, quand on a calculé 50 000 termes, on arrive à 1/100 001.

Ceci explique que la convergence soit très lente : après avoir calculé 50 000 fractions, avec toutes les décimales nécessaires, l'écart entre deux valeurs alternées de la somme — par exemple $(1/1 - 1/3 + 1/5\dots + 1/m)$ et $(1/1 - 1/3 + 1/5 \dots - 1/(m+2)$ — est encore de 1/100 000, soit 0,00001 ; or, cette somme tend vers $\pi/4$, donc l'écard sera pour π de 0,00004. On saura donc seulement que π est compris entre 3,14161... et 3,14157...

Pour améliorer le résultat, il faut faire une ou plusieurs moyennes entre les valeurs plus fortes que $\pi/4$ et celles plus faibles. Pour bien comprendre, reprenons la série $S = 1/1 - 1/3 + 1/5\dots$ Appelons S_1 la série se terminant par un terme positif, et S_2 la somme qui continue la précédente, et se termine donc par un terme négatif.

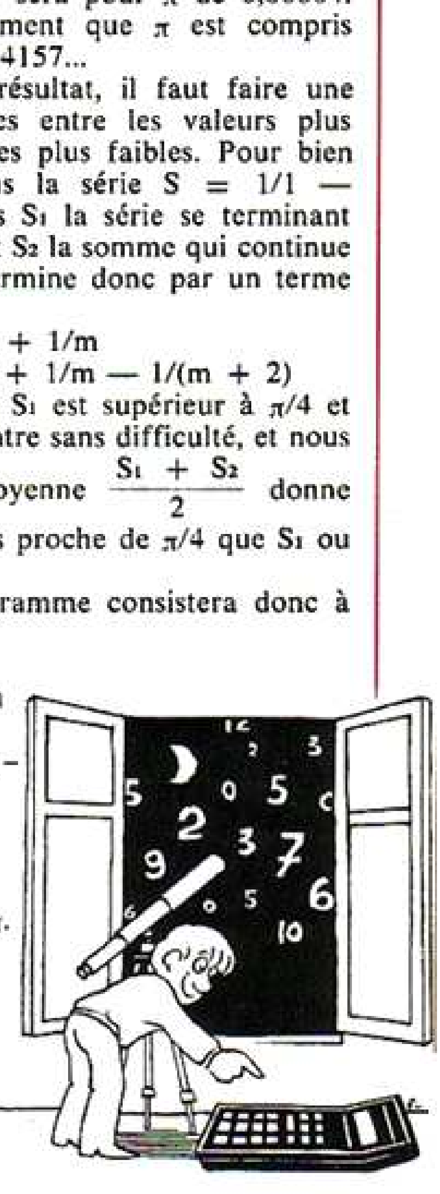
$S_1 = 1/1 - 1/3 + \dots + 1/m$

$S_2 = 1/1 - 1/3 + \dots + 1/m - 1/(m + 2)$

Il est immédiat que S_1 est supérieur à $\pi/4$ et S_2 inférieur. On démontre sans difficulté, et nous admettrons, que la moyenne $\frac{S_1 + S_2}{2}$ donne une valeur qui est plus proche de $\pi/4$ que S_1 ou S_2 pris séparément.

Notre premier programme consistera donc à faire calculer à la machine la somme 2 $(S_1 + S_2)$ pour voir au bout de combien de termes — et de temps — elle atteint la valeur souhaitée. Cette première moyenne, appelons-la M_1, est toujours supérieure à π.

On aurait pu de même faire la moyenne 2



($S_2 + S_3$) avec $S_3 = 1/1 - 1/3 + 1/5 ... + 1/m - 1/(m + 2) + 1/(m + 4)$. Appelons M_2 cette seconde moyenne, toujours inférieure à π.

On prouve sans mal que $M' = \frac{M_1 + M_2}{2}$ est une valeur plus proche de π que M_1 ou M_2. Nous ferons donc un second programme calculant cette moyenne, qui est toujours supérieure à π.

Enfin on peut considérer la somme S_4 :
$S_4 = 1/1 - 1/3 + 1/5 ... + 1/m - 1/(m + 2) + 1/(m + 4) - 1/(m + 6)$ et faire encore les moyennes comme précédemment, puis M", moyenne des moyennes, encore plus proche de π. Il est évident que :
$M' = S_1 + 2\ S_2 + S_3$
$M'' = 1/2\ (S_1 + 3\ S_2 + 3\ S_3 + S_4)$

Pour faire exécuter ces opérations à la machine, il faut commencer par lui faire débiter la suite des impairs 1, 3, 5, 7, etc. La touche 1/x permettra d'avoir 1/1, 1/3, ..., 1/7, etc. Il faudrait ensuite tirer la suite 1, —1, 1, —1, 1, etc. ; une boucle appel de mémoire, changement de signe, stockage en même mémoire fournit facilement la suite cherchée. Par exemple : 1, STO 1, RCL 1, CHS, STO 1/RCL 1, CHS, STO 1/RCL 1, CHS, STO 1/RCL 1, CHS, etc. Il ne resterait plus alors qu'à multiplier les suites 1/x par ce ± 1 et les ajouter pour avoir 1/1 — 1/3 + 1/5 — 1/7 + ... Avoir la suite des impairs ne pose pas de difficultés : ayant stocké — 1 en mémoire, on fait 2, STO +, RCL (ou 2, SUM, RCL, avec les Ti) et on obtient 1, 3, 5, 7... à mesure que les boucles se déroulent.

Et en intercalant une pause entre chaque boucle, on verrait apparaître successivement 1, 1 — 1/3, 1 — 1/3 + 1/5, 1 — 1/3 + 1/5 — 1/7, etc. Cette formule, dont le programme est très court, permettrait seulement de voir avec quelle lenteur converge la série : au bout de plusieurs heures, l'affichage oscillerait seulement entre 3,14... et 3,15... De plus, ce processus simple ne nous permet pas de séparer les sommes consécutives S_1, S_2, S_3 et S_4.

Nous allons donc procéder différemment et séparer dans le programme les termes précédés de (+) et ceux précédés de (—). Cela demande de fournir deux séries : 1,5,9..., p + 4 et 3, 7, 11..., r + 4. Pour cela, ayant stocké — 3 en mémoire 1 et — 1 en mémoire 2, nous ferons la séquence 4, STO + 1, STO + 2 (4, SUM 01, SUM 02 pour Texas). RCL 1 et RCL 2 nous donneront alors les deux suites impaires voulues.

La touche 1/x calcule l'inverse que nous ajouterons ou retrancherons alternativement dans une mémoire, par exemple la 7. Celle-ci contiendra donc à tout moment la somme de la série.

Reste maintenant à calculer les moyennes. Nous commencerons par la plus simple, soit 2 ($S_1 + S_2$). Pour cela, la valeur contenue en mémoire 7 sera rappelée et mise dans une autre mémoire à chaque boucle, après addition du terme à ajouter et avant soustraction du terme à retrancher. Nous aurons stocké S_1 ; quand à S_2, on l'obtient en rappelant la mémoire 7 juste après la soustraction. Il ne reste qu'à ajouter les deux et à multiplier par 2 pour avoir la moyenne choisie. Une PAUSE permettra de suivre la progression de cette valeur à chaque boucle.

Avant de donner les deux programmes qui conviennent à toutes les HP et Texas — sous condition parfois de modifier le départ et retour de boucle : par exemple LBL A en début, GTO A en fin pour les HP 67 — et pour en simplifier la présentation, nous n'y incluons pas le stockage en mémoires 1 et 2 des valeurs de départ (— 3 et — 1). Donc, après avoir tapé le programme, retour en mode calcul, retour en début de programme — GTO 00, RST, RTN suivant les machines — puis — 3 en mémoire 1, — 1 en mémoire 2. Puis on lance le calcul.

Voici donc les deux programmes utilisés.

Hewlett Packard	***Texas Instruments***
4	*4*
STO + 1	*SUM 01*
STO + 2	*SUM 02*
RCL 1	*RCL 01*
1/x	*1/x*
STO + 7	*SUM 07*
RCL 7	*RCL 07*
STO 4 ... S 1	*STO 04 ... S 1*
RCL 2	*RCL 02*
1/x	*1/x*
STO — 7	*INV SUM 07*
RCL 4 ... S 1	*RCL 04 ... S 1*
RCL 7 ... S 2	+
+	*RCL 07 ... S 2*
2	=
× ... *M 1*	×
PAUSE	*2*
GTO 01	= ..... *M 1*
	PAUSE
	GTO 00

Ces programmes ont été essayés sur les HP 25, 33 et 67, et sur les Ti 56, 57, 58 et 59. Les calculatrices d'une même firme n'ayant pas présenté de différences entre elles, tout possesseur de l'une de ces machines peut même reprendre ce programme et il arrivera aux mêmes résultats que nous. Précisons enfin que π = 3,141 592 653 589 793 ; les calculatrices affichant 10 chiffres, on doit voir la série converger vers 3,141 592 654.

Avec les Hewlett-Packard, on arrive à 3,141 592 665 au bout de 3 heures et demie de fonctionnement. La valeur affichée remonte ensuite lentement à 3,141 592 668, puis 670, 672, 674, le chiffre oscillant au fil des heures. Aucune des HP n'a fait mieux avec ce programme, et un observateur mathématicien retiendrait pour π la valeur 3,141 592 7.

Sur les Texas, nous n'avons testé le résultat pendant plusieurs heures qu'avec les modèles 58 et 59 ; il est donc possible que les SR 56 et Ti 57 diffèrent légèrement. Mais avec les deux machines citées nous avons obtenu les résultats suivants :
3,141 592 677 en 1 heure
3,141 592 658 en 3 heures
3,141 592 656 en 4 heures

3,141 592 655 en 4 heures 30 minutes
3,141 592 654 en 6 heures 30 minutes

La machine a alors calculé 23 000 termes environ — 46 655 en mémoire 01. Elle ne bouge plus ensuite au cours des heures suivantes. Nous arrêtons au bout de 12 heures, et 64 000 termes auront été calculés. Un mathématicien retiendra pour π la valeur affichée, soit 3,141 592 654, et il sera dans le vrai.

Par une astuce de calcul, on peut faire sortir les trois derniers chiffres qu'on ne voit jamais à l'affichage, et on trouve 3,141 592 653 716 au bout des 12 heures. Ces 3 derniers chiffres sont encore bien loin de la valeur juste qui est 590.

Avec ce premier programme, la précision des Texas s'avère donc supérieure de 2 décimales à celle des Hewlett-Packard.

Comme nous l'avons vu, on peut obtenir une moyenne plus affinée en calculant $S_1 + 2\ S_2 + S_3$. Pour cela, on ajoute une seconde mise en mémoire (STO 4) pour garder S_2. Puis on calcule la somme voulue, on calcule le terme négatif et on recommence la boucle.

Hewlett Packard	***Texas Instruments***
4	*4*
STO + 1	*SUM 01*
STO + 2	*SUM 02*
RCL 1	*RCL 01*
1/x	*1/x*
STO + 7	*SUM 07*
RCL 7	*RCL 07*
STO 3 ... S 1	*STO 03 ... S 1*
RCL 2	*RCL 02*
1/x	*1/x*
STO — 7	*INV SUM 07*
RCL 7	*RCL 07*
STO 4 ... S 2	*STO 04 ... S 2*
4	*4*
STO + 1	*SUM 01*
STO + 2	*SUM 02*
RCL	*RCL 01*
1/x	*1/x*
STO + 7	*SUM 07*
RCL 7 ... S 3	*RCL 07 ... S 3*
RCL 4 ... S 2	+
RCL 4 ... S 2	*RCL 04 ... S 2*
RCL 3 ... S 1	+
+	*RCL 04 ... S 2*
+	+
+ ... *M'*	*RCL 03 ... S 1*
PAUSE	= ... *M'*
RCL 2	*PAUSE*
1/x	*RCL 02*
STO — 7	*1/x*
GTO 01	*INV SUM 07*
	GTO 00

Sur les mêmes machines que précédemment — HP 25, 33 et 67 ; Ti 58 et 59 — nous avons obtenu :

Pour les HP : 3,141 592 654 en 7 mn ; 700 termes ont été calculés et la convergence est infiniment plus rapide que précédemment. L'affichage oscille ensuite entre ...654 et ...655, puis la valeur remonte lentement à ...660, ...661. Le mathématicien en déduira encore que π = 3,141 592 7, à la rigueur 3,141 592 65.

Avec la Texas ont atteint 3,141 592 654 en 10 mn ; 800 termes ont été calculés ; la valeur affichée ne bougera plus ensuite et, en faisant apparaître les trois derniers chiffres on aura :
3,141 592 653 595 en 1 heure (500 termes calculés)
3,141 592 653 591 en 2 heures (10 000 termes calculés)

Le mathématicien en déduira que π = 3,141 592 653 6, et il aura encore raison.

Le troisième programme que nous donnons en détail de manière explicite et sans chercher à le raccourcir calcule $S_1 + 3\ S_2 + 3\ S_3 + S_4$.

Hewlett Packard	***Texas Instruments***
4	*4*
STO + 1	*SUM 01*
STO + 2	*SUM 02*
RCL 1	*RCL 01*
1/x	*1/x*
STO + 7	*SUM 07*
RCL 7	*RCL 07*
STO 3 .. S 1	*STO 03 ... S 1*
RCL 2	*RCL 02*
1/x	*1/x*
STO — 7	*INV SUM 07*
RCL 7	*RCL 07*
STO 4 .. S 2	*STO 04 ... S 2*
4	*4*
STO + 1	*SUM 01*
STO + 2	*SUM 02*
RCL 1	*RCL 01*
1/x	*1/x*
STO + 7	*SUM 07*
RCL 7	*RCL 07*
STO 5 ... S 3	*STO 05 ... S 3*
RCL 2	*RCL 02*
1/x	*1/x*
STO — 7	*INV SUM 07*
RCL 7 ... S 4	*RCL 07 ... S 4*
RCL 5 ... S 3	+
RCL 5 ... S 3	*RCL 05 ... S 3*
RCL 5 ... S 3	+
+	*RCL 05 ... S 3*
+	+
+	*RCL 05 ... S 3*
RCL 3 ... S 1	+
+	*RCL 04 ... S 2*
RCL 4 ... S 2	+
RCL 4 ... S 2	*RCL 04 ... S 2*
RCL 4 ... S 2	+
+	*RCL 04 ... S 2*
+	+
+	*RCL 03 ... S 1*
2	=
÷ ... *M''*	÷
PAUSE	2
GTO 01	= ... *M''*
	PAUSE
	GTO 00

Bien entendu, retour en mode calcul, retour en début de programme, — 3 en mémoire 1, — 1 en mémoire 2, puis R/S.

(suite du texte page 156)

CALCULATRICES PROGRAMMABLES

(suite de la page 59)

Avec les Hewlett-Packard, on a 3,141 592 654 en 5 mn ; 325 termes ont été calculés. Ensuite, les deux derniers chiffres oscillent entre 52 et 55, puis remontent lentement : au bout de 20 mn, on est à 58 ou 59, puis 57, puis on remonte à 63 pour redescendre à 60. Poursuivre plus longtemps ne modifie pas le résultat, et le mathématicien retiendra encore pour π 3,141 592 65.

Avec les Texas on arrive à ...654 en 3 mn ; la valeur affichée ne bouge plus ensuite. En faisant apparaître les trois derniers chiffres, on obtient...653 588 en 2 h ; poursuivre plus longtemps ne permet pas un résultat meilleur, les deux derniers chiffres oscillant entre 86 et 89. Notre fidèle observateur mathématicien retiendra pour π 3,141 592 653 59, et il aura toujours raison.

Les HP fournissent donc 8 décimales exactes, et les Texas 11 ; pour la précision des opérations arithmétiques, net avantage à Texas.

Quelques remarques : nos deux derniers programmes sont extrêmement longs, mais ceci permet de suivre sans mal l'ordre logique des opérations. Sur le papier, les deux tiennent sensiblement la même place ; dans la calculatrice, il faut 43 pas avec les HP, et 75 pas avec les Ti. Ceci est général, une ligne de programme HP valant 1,5 à 2 lignes de programme Ti.

En utilisant des sous-programmes, on réduit de beaucoup l'espace nécessaire. Les deux programmes précédents deviennent alors :

Ti (A, B, SUM 03, SUM 03, A, SUM 03, SUM 03, B, RCL 03, ÷, 2, =, PAUSE, CLR, STO 03, GTO 00, LBL A, 4, SUM 01, SUM 02, RCL 1, 1/x, SUM 07, RCL 07, SUM 03, INV SBR, LBL B, RCL 02, 1/x, INV SUM 07, RCL 07, SUM 03, INV SBR) puis RST, R/S.

HP (GSB 16, GBS 25, STO + 3, STO + 3, GSB 16, STO + 3, STO + 3, GSB 25, RCL 3, 2, ÷, PAUSE, Cl x, STO 3, GTO 01, 4, STO + 1, STO + 2, RCL 1, 1/x, STO + 7, RCL 7, STO + 3, RTN, RCL 2, 1/x, STO — 7, RCL 7, STO + 3, RTN) puis GTO 00, RIS.

Toutefois notre propos n'était pas d'optimiser les programmes, mais de tester la précision sur les calculs arithmétiques. La Texas l'emporte donc ici ; pour l'établissement du programme, la Hewlett-Packard est légèrement plus simple, du moins pour le calcul d'une série. Nous ferons le mois prochain l'essai en précision des deux machines sur les fonctions algébriques avec la résolution de l'équation du 3e degré. Pour l'instant, laissons à nos lecteurs le soin de tester d'autres séries convergentes.

Renaud de LA TAILLE ■