GRANDS NOMBRES ET CALCULATRICES : LES LIMITES

Avec l'entrée des Japonais sur le marché des calculatrices programmables, il devient difficile aux amateurs de faire un choix. Ayant eu plusieurs modèles entre les mains pour traiter l'art difficile des grands nombres, nous avons pu avoir une idée plus juste des performances et des capacités de ces machines étonnantes.

● En évoquant le calcul des grands nombres sur les petites calculatrices dans notre numéro du mois d'août, nous pensions avoir touché les limites de ces machines tout en montrant que leurs possibilités étaient bien supérieures à ce que l'on croit généralement. En réponse à cet article, nos lecteurs nous ont prouvé que nous étions encore loin du compte, et que les limites arithmétiques des calculatrices programmables étaient en moyenne deux fois plus distantes que nous ne l'avions pensé.

Ceci nous amène à reprendre le sujet à la fois pour compléter les appréciations portées dans notre étude précédente et pour répondre aux nombreuses questions qui nous ont été posées. Il convient d'ailleurs de noter que les calculatrices ont apparemment trois usages souvent bien distincts :

- la résolution de problèmes scientifiques ou techniques, comme le calcul du profil des dents d'engrenage ou la détermination des positions planétaires pour une date donnée ;
- les jeux mathématiques, la calculatrice se présentant alors comme un partenaire qui peut poser des questions, apporter des réponses et gagner la partie ;
- la science des nombres, la machine permettant alors de traiter une multitude de problèmes arithmétiques comme la décomposition en facteurs premiers, la valeur limite d'une suite, l'évaluation terme à terme d'une série, etc.

Notre étude précédente concernait essentiellement ce dernier domaine avec le calcul des grands nombres, c'est-à-dire des valeurs numériques avec le plus grand nombre de chiffres possibles. Ce calcul peut s'appliquer à toutes sortes de valeurs : constantes mathématiques, logarithmes, exponentielles, racines, quotients, sommes de séries et ainsi de suite.

Tout l'art consiste à trouver la bonne formule, à rédiger un programme simple et court et à utiliser le plus grand nombre de mémoires ; à titre d'exemple, nous avions cité le calcul des deux constantes mathématiques les plus importantes, e et π. Nous étions arrivés à plus de 600 chiffres avec une Texas 59 et nous pensions qu'il était fort difficile, voire impossible, d'aller plus loin.

Or, nous nous étions trompés de moitié : sur une TI 59 on peut évaluer π avec 1 287 chiffres, ce qui bat de fort loin le résultat affiché dans la rotonde du Palais de la Découverte, à Paris. Mais il faut dire tout de suite que nous ne serions pas arrivés à des résultats aussi élevés sans l'aide de nos lecteurs.

Il nous faut citer en particulier M. Labat de Paris, M. Brombeck de Marckolsheim, M. Colmont de Brive-la-Gaillarde et M. Molinaro de Nantes. Grâce aux connaissances qu'il nous ont apportées, nous avons pu rédiger les programmes qui figurent dans cet article et qui permettent d'aller fort loin dans le calcul de π. Les records sont alors les suivants :

- 250 chiffres sur la HP 67 par P. Molinaro ;
- 576 chiffres sur la TI 58 par B. Brombeck ;
- 1 287 chiffres sur la TI 59 par D. Colmont.

Par ailleurs, le programme que nous avons rédigé pour la HP 41 C permettrait d'atteindre 3 600 chiffres mais le temps de calcul approche alors les 4 mois, ce qui est énorme.

Pour atteindre ces nombres immenses, il fallait partir de la série $\pi/2 = 1 + 1/3 + 1.2/3.5$

+ 1.2.3/3.5.7 + 1.2.3.4/3.5.7.9 + ... Donc $\pi/2$ est égal à la somme de la série k !/1.3...(2k + 1) depuis k = 0 jusqu'à k = x. Cette série peut facilement se mettre en facteurs selon la méthode de Hörner, ce qui donne $\pi = ((...((2n/2n + 1) + 2)(n - 1)/(2n - 1) + 2)(n - 2)/(2n - 3) + 2)(n - 3)/...)1/3 + 2$.

On évite ainsi l'addition du terme de rang x à la somme précédente, le programme ne comportant plus qu'une multiplication et une division. On reconnaîtra facilement dans ceux que nous publions la boucle multiplication et la boucle division, les autres parties, beaucoup plus courtes, faisant passer de n à 2n + 1, puis ramenant à n − 1 après avoir ajouté 2 et ainsi de suite.

Certains de nos correspondants ont rédigé des programmes basés sur le même principe, mais beaucoup plus subtils, ce qui permet en général de gagner du temps. La palme en ce domaine revient à M. Molinaro qui a réussi à diminuer de moitié le temps de calcul sur la HP 67 en remplaçant les retours aux labels, forts longs, par des retours commandés par GSB, et en augmentant le nombre de mémoires nécessaires au fur et à mesure du calcul.

D'autres font dans la même boucle la multiplication et la division, ce qui, là encore, réduit le temps de calcul. Enfin, on gagne beaucoup de mémoires en utilisant des codes HIR sur les Texas. Rappelons que ces codes permettent d'avoir accès aux mémoires internes réservées aux suites de parenthèses, mais ils ne figurent pas sur le clavier standard. Aussi faut-il recourir à une astuce : pour faire HIR 46 par exemple, dont le code machine est 82 46, on tape SUM 82 SUM 46, puis avec BST et DEL on efface les deux codes 44 de SUM et il reste 82 46.

Il y a 8 mémoires accessibles par HIR ; nous avons pris ici la mémoire 6, le chiffre qui précède correspondant à l'opération faite sur cette mémoire : 06 = STO 6 16 = RCL 6 36 = SUM 6 46 = Prd 6 56 = INV SUM 6 66 = INV Prd 6, le tout précédé à chaque fois par le code 82.

Le programme ne comportant qu'un niveau de parenthèses, il reste encore de disponibles les mémoires 3, 4, 5, 7 et 8 ; c'est ainsi que M. Brombeck a pu arriver à 576 chiffres avec une Texas 58.

Bien entendu, les mêmes procédés peuvent être appliqués à tout calcul arithmétique ; le nombre π, la plus importante des constantes mathématiques, nous a simplement servi d'exemple. Mais on pourrait aussi bien calculer e, ce qui est encore plus facile (il n'y a qu'une division), une racine cinquième, les facteurs premiers d'un grand nombre, et ainsi de suite.

Ce qu'on recherche dans ce genre de problème, c'est un programme court et un grand nombre de mémoires. Notons que l'idéal consiste à rédiger un programme complet, qui comporte l'entrée des données sans manipulations superflues, et la sortie des résultats sous une forme simple et directe. En ce sens, dans les programmes que nous publions, seul est complet celui de la HP 67 : on a seulement à entrer le nombre de chiffres qu'on désire (de 10 à 250, par tranches de 10) et la touche D permet de ramener toutes les décimales sans confusion ni oubli possible.

On aurait pu faire des programmes similaires pour la HP 41 C, pour les Texas ou pour la Sharp, mais on perd alors sur le nombre de chiffres puisque ces machines ont une partition mobile entre mémoires-programme et mémoires de données. Ajoutons que les grands nombres qu'on peut tirer du calcul de π ne sont pas toujours faciles à manipuler, et il faut se méfier, à la sortie des données, de ne pas oublier les zéros en tête de groupe, et de ne pas en ajouter à la fin.

Seul le programme de la HP 67 ramène les décimales de π sous la forme 0,abcde où on ne retient que les 5 chiffres suivant la virgule, même s'ils s'écrivent 00357 ou 23040. Mais ceci évite de mettre 357 au lieu de 00357. On fera donc attention au fait que, sauf pour les Texas, les nombres sont emmagasinés sous la forme xyztu,abcde et qu'il faut impérativement prendre 5 chiffres avant la virgule, 5 chiffres après. Or, pour 04567,23450 la machine peut ne sortir que 4567,2345, ou au contraire 4567,234500. Seule la forme adoptée pour la HP 67 évite toute ambiguïté.

Sur les Texas les nombres sont au format xyztuv,abcdefg et il faut prendre 6 chiffres avant la virgule et 7 après ; au besoin on rajoute des zéros en tête pour bien avoir 6 chiffres à chaque fois.

En fait, chaque machine a ses propres particularités et, à force d'avoir manipulé plusieurs modèles, nous avons pu nous faire une idée plus précise des possibilités qu'elles offrent. Les prix que nous indiquons sont les plus bas que nous ayons pu rencontrer ; il y a donc intérêt à faire plusieurs magasins avant de se décider, les différences atteignent facilement 20 %, et même 30 %. Les appréciations que nous portons sont purement personnelles et elles concernent avant tout le calcul arithmétique et éventuellement la résolution de problèmes mathématiques. Nous examinerons successivement les Texas, les Hewlett-Packard et les Sharp.

La Texas 58 (595 F) : pour le prix, c'est celle qui offre, et de fort loin, le plus de possibilités : très grand nombre de mémoires, toutes les fonctions utiles en mathématiques, précision élevée grâce aux 13 chiffres de chaque mémoire. Elle est également très complète pour la programmation avec les tests, les contrôles de boucles, les sous-programmes, l'adressage symbolique ou direct, les touches utilisateurs, etc.

C'est aussi une machine subtile dont les capacités dépassent les indications du manuel : c'est ainsi qu'il est possible de faire des boucles (DSZ) à partir de n'importe quelle mémoire et pas seulement de 0 à 9 ; de même on peut utiliser les mémoires réservées aux parenthèses en utilisant le code 82.

(suite du texte p. 58)

QUATRE MACHINES, QUATRE PROGRAMMES POUR ATTEINDRE LA HAUTE PRÉCISION MATHÉMATIQUE

Sharp PC 1211 — 1650 chiffres

La calculatrice japonaise est fort différente des trois autres machines américaines puisqu'elle se programme en langage informatique, en l'occurrence un basic très simplifié. Elle possède une grande capacité mémoire puisqu'on peut aller jusqu'à 1650 chiffres (en 38 jours), les 1000 chiffres se faisant en 14 jours. Là encore, si on ne désire que quelques centaines de chiffres, on modifiera le nombre qui commande les boucles FOR...NEXT. La programmation est d'ailleurs très commode à faire et à contrôler, l'instruction MEM permettant à tout moment de savoir combien il reste de pas et de registres mémoires mobiles. Pour un prix assez bas, c'est une machine aux performances étonnantes.

π 1650 chiffres

Sharp PC 1211

```
10: FOR A = 170 TO 6 STEP -1
20: B = (A(A) - INT A(A))E + D/Exp 5 :
    C = (INT A(A)*E + INT B)/Exp 5 :
    D = INT C : A(A) = (C-D)*Exp 5 + (B - INT B)
30: NEXT A : E = 2E + 1
40: FOR A = 6 TO 170
50: B = INT ((D*Exp 5 + INT A(A))/E) :
    D = (D*Exp 5 + INT A(A)) - BE
51: C = INT (((D+(A(A) - INT A(A)))*Exp 5)/E) :
    D = (D+(A(A) - INT A(A)))*Exp 5 - CE :
    A(A) = B + C/Exp 5
60: NEXT A : F = F + 2 Exp4 : E = (E-3)/2 : D = 0
70: IF E PAUSE E : GOTO 10
80: FOR A = 6 TO 170
90: PRINT A(A) : NEXT A                (272 pas)
```

- faire CL. Enter, E = 5488 Enter, R. Enter -
- Le nb de termes restant apparaît à chaque PAUSE
- Arrêt sur 31415,92653, rappel des décimales
- par groupes xxxxx,xxxxx par Enter
- Durée : 38 jours !

Hewlett-Packard 67 — 250 chiffres

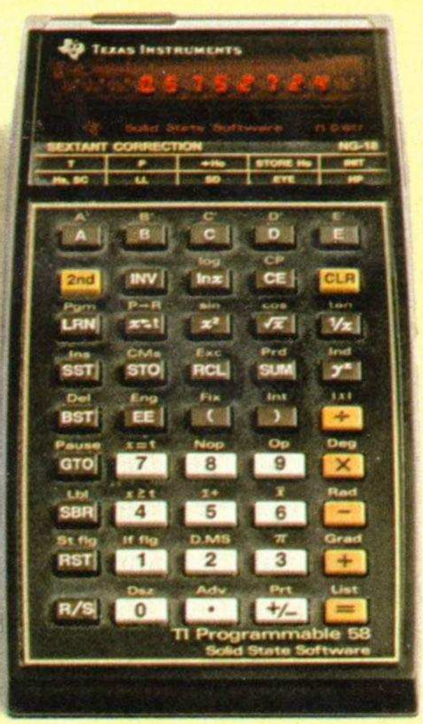
Sur cette machine où la mémoire-programme est vaste, mais fixe, nous avons rédigé un programme simple et complet, c'est-à-dire qu'il suffit d'introduire le nombre de chiffres voulu (entre 10 et 250 par tranches de 10) d'appuyer la touche A et d'attendre patiemment la fin du calcul ; le rappel de la suite des décimales se fait ensuite par la touche D. Le nombre de mémoires étant modeste (26) on ne peut dépasser 250 chiffres dans le calcul de π mais la HP 67 garde l'avantage d'être simple à programmer tout en ayant des performances de calcul scientifique élevées. Elle est relativement lente, mais on peut apprécier sa solidité et la parfaite qualité de fabrication.

HP 67

```
001 * LBL A
      CL REG
      P⇄S
      CL REG
      ↑
      CF 0
      1 0
      ÷
      1
      −
      2 4
014   x = y
      SF 0
      R↓
      STO E
      R↓
      2
020   log
      ÷
      Int
      5
      +
025 * LBL 0
      ISZ
      0
      ↑
029 * LBL 1
      DSZ
      SPACE
      R↓
      lst x
      +
      RCL i
      Int
      x⇄y
      lst x
      frac
040   R↑
      x
      lst x
043   R↓

044   +
      ↑
      frac
      STO i
      −
      x⇄y
050   R↑
      x
      +
      EEX 5
      ÷
      Int
      lst x
      frac
      EEX 5
061   x
      STO + i
      R↓
      RCI
      x ≠ 0
      GTO 1
      R↑
      2
      x
070   1
      +
      R↑
073 * LBL 2
      EEX 5
      x
      x⇄y
      RCL i
      frac
      lst x
      Int
      R↑
      +
      ↑
      R↑
      ÷
087   lst x

088   R↓
      Int
      STO i
      R↑
      x
      lst x
      R↓
      −
      +
      EEX 5
      x
100   ↑
      R↑
      ÷
      Int
      EEX 5
      ÷
      STO + i
      lst x
      x
110   R↑
      x
      −
      RCL E
      2 4
      F 0 ?
      x⇄y
      CL x
      RCI
120   x = y
      GTO 3
      ISZ
      R↓
      R↓
      GTO 2
126 * LBL 3
      R↑
      2 EEX 4
      STO + 0
      x⇄y
133   3

134   −
      2
      ÷
      x = 0
      GTO 4
      PAUSE
      GTO 0
141 * LBL 4
      STI
      DSP 9
      RCL 0
      EEX 4
      ÷
      R/S
149 * LBL D
      DSP 5
      ISZ
      RCL i
      Int
      EEX 5
      ÷
      R/S
158 * LBL D
      RCL i
      frac
161   R/S
```

π 10 à 250 chiffres (n)

- Introduire n
- faire A
- arrêt sur 3,14...
- rappel des déc 0,xxxxx par touche D



Texas 58/59 — 500 à 1 300 chiffres

Les mémoires-programme se partageant ici avec les mémoires-données, nous avons fait un programme aussi court que possible de façon à garder le maximum de registres pour les chiffres. De ce fait, on arrive à 507 chiffres (en 87 h) avec la TI 58, et à 1 287 (en 24 jours) avec la TI 59. Les 1 000 chiffres sont atteints en 15 jours. Mais il faut introduire au départ le nombre de termes à calculer en fonction du nombre de chiffres voulu (nombre de termes > nombre de chiffres divisé par log 2). On ajuste alors le chiffre qui commande le nombre de registres à utiliser.
Les Texas sont plus délicates à programmer que les HP, et il faut faire attention à l'ordre des opérations.

```
000  HIR 06
     Op 20
004] CLR
     CP
     HIR 16
     PAUSE
     x = t
     149
012] RC * 00
     x ≶ t
     ÷
     1 EE 7
     +
     RC * 00
     INV Int
     ×
     HIR 16
     —
     INV Int
     ST * 00
     +
     x ≶ t
     Int
     ×
     HIR 16
     =
     ÷
     1 EE 6
     —
     Int
     ×
     x ≶ t
     1
     =
     ×
     1 EE 6
     =
     SM * 00
     DSZ 0
     012

     2
     HIR 46
     1
     HIR 36
     x ≶ t
067] Op 20
     ×
     1 EE 6
     +
     RC * 00
     Int
     —
     (
     CE
     ÷
     HIR 16
     )
     Int
     ×
     x ≶ t
     HIR 16
     +
     x ≶ t
     EX * 00
     INV Int
     =
     ×
     1 EE 7
     —
     (
     CE
     ÷
     HIR 16
     )
     Int
     ×
     x ≶ t
     HIR 16
     =

     x ≶ t
     ÷
     1 EE 7
     =
     SM * 00
     RCL 00
     x ≶ t
     +
     39
     x = t
     136
     ×
     0
     =
     GTO 067
136] 3
     HIR 56
     2
     HIR 66
     EE 5
     SUM 01
     GTO 004
149] fix 7
     STO 00
     * LBL D
     Op 20
     RC * 00
159  R/S
```

TI 58

π 507 chiffres (1287 TI 59)
faire :
4 Op 17, CMS, CLR
1690, RST, R/S.
nb de termes restant à calculer à chaque PAUSE
arrêt sur 314159,2653
faire —, Int → noter
= → noter
puis D, —, Int → noter
puis D = D … D jusqu'à 0 → noter

Hewlett-Packard 41C — 1 000 à 3 600 chiffres

Le programme que nous avons rédigé pour cette calculatrice permet d'atteindre 1 000 chiffres en 9 jours ce qui est rapide. En ajoutant les modules-mémoires et en modifiant les contrôles de boucles, on pourrait arriver à 3 600 chiffres, ce qui est un record enviable. Mais le temps de calcul devient long : 5 semaines pour 2 000 chiffres, des mois pour 3 600. En équipement standard (3 mémoires + lecteur), la HP 41 est chère, mais ses capacités de traitement sont immenses ; elle peut de plus afficher des messages alphabétiques. Par contre, la recherche des programmes enregistrés et le contrôle de la capacité mémoires sont très malcommodes et même ambigus dans de nombreux cas.

```
01  LBL PI
    CL RG
    FIX 0
04  LBL 00
    1
    —
    x = 0
    GTO 03
    VIEW X
10  (100)
    STO 00
    CL X
13  LBL 01
    RCL IND 00
    FRC
    x ≶ 4
    EEX 5
    ÷
    x <> Z
    ×
    +
    INT
    LST X
    FRC
    x <> IND 00
    INT
    R↑
    ×
    +
    EEX 5
    ÷
    INT
    LST X
    FRC
    EEX 5
    ×
    ST + IND 00
38  R↓

39  DSE 00
    GTO 01
41  (1,1)
    STO 00
    R↑
    2
    ×
    1
    +
    R↑
    CLD
50  LBL 02
    x ≷ 4
    RCL IND 00
    INT
    EEX 5
    R↑
    ×
    +
    ↑
    R↑
    ÷
    INT
    x <> IND 00
    FRC
    x <> Z
    MOD
    +
    EEX 5
    ×
    ↑
    R↑
    ÷
    INT
    EEX 5
    ÷
    ST + IND 00
    R↓
    x ≶ 4
78  MOD

    ISG 00
    GTO 02
    x ≶ 4
    1
    —
    2
    ÷
    2 EEX 4
    STO + 01
    x ≶ 4
    GTO 00
90  LBL 03
    BEEP
    FIX 5
93  (1,1)
    STO 00
    LBL 04
    RCL IND 00
    R/S
    ISG 00
    GTO 04
100 GTO 03
```

HP 41C

π 1000 chiffres
① SIZE 101
② 3330 EXQ PI
après 9 jours
arrêt sur 3,141592653
puis rappel des décimales par R/S, R/S, …, R/S
Le nb de termes restant à calculer apparaît pendant la (X)^m: LBL 01

(suite de la page 55)

Pour les calculs, un usage judicieux des parenthèses et une bonne connaissance des ordres de priorité dans les opérations permettent de rédiger des programmes très courts — mais presque impossibles à suivre par une personne autre que celle qui a fait le programme.

Par comparaison avec d'autres machines, on vérifiera sans peine qu'elle est la plus rapide à donner le résultat d'une fonction mathématique, ou d'une formule faisant appel à ces fonctions, genre log, cosinus, exponentielles, etc. Elle a aussi l'avantage de dérouler les programmes assez vite : ainsi, le calcul de 500 chiffres sur TI demande 87 h, soit à peu près 3jours 3/4, ce qui est très honnête.

En contrepartie, elle n'est pas très facile à programmer car il faut faire très attention aux ordres de priorité dans les opérations ; l'exécution pas à pas n'affichant pas l'instruction il est souvent difficile de repérer à quel niveau se fait l'erreur. Ajoutons que le programme continue à se dérouler quand même, à moins d'utiliser l'indicateur 8.

Autres causes d'erreur ; les touches INV log, EE et INV EE qui, dans certains cas, peuvent mener à des résultats tout à fait aberrants ; nous avions déjà signalé le fait dans nos études précédentes. Ajoutons qu'il est de plus presque impossible de contrôler les données introduites à la file pour les calculs arithmétiques.

On regrettera enfin la présentation très sommaire et la pauvreté pédagogique du manuel d'instructions.

La TI 59 (1 300 F) : C'est une 58 avec deux fois plus de mémoires (120 contre 60 à partager entre programme et données) et un enregistrement sur cartes magnétiques. Cet appareil est maintenant d'une bonne fiabilité, et la possibilité de garder sur cartes les programmes ou les données constitue un atout de premier ordre. Celuici revient à près de 1 000 F, mais c'est une dépense valable dès qu'on utilise beaucoup la machine.

Comme la 58, la 59 reçoit un bloc de mémoires-programme pré-établies dont l'intérêt est surtout évident pour les utilisateurs professionnels. Ce bloc est amovible et peut être remplacé par d'autres couvrant toutes sortes de domaines : mathématiques, électricité, bâtiment, etc.

Signalons enfin un dernier point fort commun aux deux calculatrices 58 et 59 : les dix chiffres affichés à la fin d'un calcul, si complexe soit-il, sont presque toujours justes car la machine travaille en fait sur 13chiffres dont elle ne fait apparaître que les dix premiers.

Hewlett-Packard 67 (2 100 F) : elle est chère, mais c'est la seule qui donne la sensation d'avoir un bel objet entre les mains ; solide, massive, bien dessinée et très bien réalisée, elle possède, comme la TI 59, un lecteur de cartes incorporé dont la partie électromécanique est sans défaut.

Comme toutes les Hewlett, elle est plutôt facile à programmer grâce à la notation polonaise associée à une pile de 4 registres auxquels on peut avoir accès à tout moment. Elle a de plus l'avantage d'avoir 224 lignes de programme, ce qui permet en pratique de résoudre les problèmes les plus difficiles car chaque ligne peut correspondre à des instructions complexes qui réclameraient deux ou trois lignes sur d'autres machines.

Elle possède toutes les fonctions mathématiques utiles, mais n'a que peu de mémoires (26), et une seule d'entre elles peut servir à l'adressage indirect. D'autre part, il manque la possibilité d'échanger le contenu de l'affichage avec un registre quelconque. En pratique, elle est donc limitée à 250 chiffres pour les calculs sur les grands nombres ; par contre, on peut rédiger des programmes très complets vu le nombre de lignes disponibles.

Elle est relativement lente dans les calculs : sans astuces particulières, il lui faut 28 h pour calculer les 250 chiffres de π quand une Texas n'en met que 21. Il est vrai que ce temps a pu être ramené à 14 h par M. Molinaro grâce à des procédés subtils qui demandent de très bien connaître la machine.

HP 41 C (1 750 F) : des possibilités immenses, surtout si on ajoute quelques accessoires. Telle quelle, la HP 41 est déjà intéressante, mais elle ne trouve sa pleine valeur qu'à condition de lui ajouter 3 modules mémoires (3 × 270 F) et un lecteur de cartes (1 270 F) : elle revient alors à 3 830 F.

Ceux qui auraient la patience de retaper les programmes à chaque fois pourront se passer du lecteur et ajouter une quatrième mémoire, le prix de la machine ainsi équipée atteignant encore 2 830 F. Mais on pourrait alors évaluer des nombres de 3 600 chiffres ! Dans la version précédente, avec lecteur de cartes, on pourrait calculer π avec près de 3 000 chiffres, ce qui constitue déjà un record étonnant.

Pour le calcul proprement dit, elle a l'avantage sur la 67 de posséder l'adressage indirect ou le contrôle de boucles (DSG) à partir de n'importe quelle mémoire, et de permettre l'échange du registre d'affichage avec toute mémoire, y compris celles de la pile opérationnelle. Ceci simplifie beaucoup la mise au point des programmes.

Elle possède par ailleurs un affichage alphabétique, ce qui permet d'insérer des messages d'appel, d'indiquer la nature d'un résultat (par exemple CHARGE = 217), d'assigner un code chiffré à un nom, etc. D'autre part, les instructions du programme apparaissent en toutes lettres, comme ENTER, SIN, STO 04, etc. C'est fort pratique pour contrôler ce qu'on a mis dans la calculatrice, mais aussi très fastidieux car la

(suite du texte p. 170)

(suite de la page 53)

plupart des instructions ne figurent pas au clavier. Normalement, il faut donc se mettre en mode alphabétique, écrire l'instruction, se remettre en mode programme, et ainsi de suite. Par chance, on peut assigner la plupart des touches aux fonctions dont on se sert le plus souvent, ce qui évite d'avoir à les écrire à chaque fois. On conçoit aussi l'intérêt de l'enregistrement magnétique qui évite de même d'avoir à retaper tout un programme. En échange, elle calcule très vite — deux fois plus vite qu'une 67.

Dans l'ensemble, c'est une machine très puissante dont les capacités de traitement, qu'il s'agisse de problèmes scientifiques, mathématiques, techniques et autres sont énormes. On peut toutefois regretter qu'il s'agisse d'un engin composite, avec des éléments en plastique qui s'emboitent les uns dans les autres dans un style qui fait assez bricolage peu solide. Toute la machine est d'ailleurs faite d'un plastique qui couine dès qu'on le serre un peu, comme les jouets bon marché à usage des tout petits.

Notons enfin que l'autonomie assurée par les piles normalement installées dans la calculatrice ne permet pas les calculs de longue durée (plus de deux jours). Deux solutions : acheter un chargeur avec les accus idoines (350 F), ou faire un petit montage permettant d'alimenter la machine à partir de 4 grosses piles rondes (11 F les 4 au Prisunic) montées en série (6 V). C'est la solution que nous avons utilisée : elle assure des centaines d'heures de fonctionnement continu et permet de se servir sans retenue du lecteur de cartes qui épuise les petites piles d'origine en très peu de temps.

Sharp PC 1211 (1 300 F) : on entre ici dans un autre domaine. C'est à la fois une calculatrice numérique très pratique car les données et les opérations apparaissent à la file sur un écran large (24 caractères), comme sur la Sharp EL 5100, et un petit micro-ordinateur se programmant en langage Basic. Disons tout de suite que le vocabulaire s'en apprend très vite, et que la programmation est beaucoup plus simple qu'avec les instructions des machines précédentes — lesquelles s'apparentent en fait à un langage machine.

Ajoutons que nous n'avions la calculatrice que depuis deux jours, et à peu près aucune connaissance de Basic, quand nous avons rédigé le programme permettant de calculer π avec 1 650 chiffres (en 38 jours). Nos lecteurs habitués aux micro-ordinateurs trouveront certainement des solutions plus fines et plus rapides.

La Sharp offre le gros atout d'être pratique à utiliser pour tous les calculs courants — sans toutefois les attraits de la EL 5100 qui traitait directement les formules algébriques les plus complexes telles qu'on les écrivait — et de permettre une véritable initiation aux grosses machines. Ses possibilités en programmation sont très vastes, mais elle n'a que peu de fonctions pré-enregistrées : trigonométrie et exponentielles, c'est tout. Pour le reste (moyenne statistique, changement de coordonnées, etc.) il faut rédiger un programme mais par chance on peut l'affecter à une touche, et disposer ainsi d'un clavier à son goût comme sur la HP 41.

Comme beaucoup de calculatrices, une mémoire permanente des programmes et données

Avec 178 mémoires mobiles qu'on peut répartir entre données et programme, 48 mémoires de réservation et 26 mémoires fixes, elle permet de résoudre les problèmes les plus complexes. L'affichage, avec des lettres et chiffres par points sur un canevas 5 × 7 est particulièrement net et bien réussi ; par contre, comme tous les affichages à cristaux liquides, il doit être bien éclairé pour être facilement lisible.

La Sharp n'est pas très rapide au calcul, se situant au niveau des Texas, mais bien en dessous de la 41 C. Elle est de même alimentée avec des piles qui assurent 12 jours de calcul, ce qui est honnête. Elle ne peut être branchée sur le secteur mais on peut allonger de beaucoup son autonomie avec un montage fait de trois piles rondes montées en série (4,5 V).

Il n'y a pas de lecteur sur cartes incorporé, mais il existe un boîtier intermédiaire qui se connecte sur la PC 1211 et qu'on relie à un magnétophone standard ; les programmes sont alors enregistrés sur cassettes ou sur bandes. Le système est sans doute moins pratique que celui des Texas ou des Hewlett, mais il est aussi moins coûteux. Avec un peu d'entraînement, on obtient des résultats tout à fait sûrs.

Un inconvénient toutefois : les connections sont aux normes américaines, alors que la plupart des magnétophones européens ont des prises rondes aux normes DIN. Il faut donc souhaiter que les sorties de l'adaptateur soient modifiées en conséquence.

De toute manière, et comme beaucoup de calculatrices maintenant (TI 58 C, HP 34 C, HP 41 C, etc.), la Sharp possède une mémoire permanente qui conserve indéfiniment programmes et données, même quand la machine est éteinte. C'est un avantage essentiel quand on travaille longtemps sur un programme tout en se ménageant des intervalles de détente d'un jour sur l'autre ; pendant ce temps, la machine se repose aussi, mais elle garde toujours ses rêves en mémoire.

Renaud de LA TAILLE ■