

MARC FERRETTI

LES ORDINATEURS : CES MINIS QUI IMITENT LES GRANDS

PROLIFÉRATION... Les petites machines à calculer électroniques ont envahi le dernier Sicob. Partout étaient présentes ces « minis », capables d'effectuer instantanément les quatre opérations usuelles, et celles, plus évoluées, travaillant avec des fonctions logarithmiques, exponentielles, hyperboliques, trigonométriques, possédant éventuellement une mémoire, capables d'être programmées.

Maints constructeurs de minis furent présents au Sicob 1974 : Bowmar, Sperry Remington, Texas Instruments, Triumph, Adler, Victor, ... et les sociétés japonaises y furent largement représentées : Toshiba, Canon, Sanyo, Sharp, entre autres, montrèrent de nombreux modèles plus ou moins évolués pouvant tous être emportés dans une poche de veston.

Un phénomène tout aussi frappant est l'apparition de nombreux modèles scientifiques : Remington Rand, Sanyo figurent parmi les nouveaux venus sur ce marché, exploité jusqu'alors essen-

tiellement par Hewlett-Packard et Compucorp.

Le prix des machines dépend, certes, des possibilités de calcul : on trouve déjà sur le marché des calculatrices toutes simples — certaines vendues en kit — à moins de 300 F. Certains calculateurs permettent d'effectuer des racines carrées, en plus des quatre opérations de base, d'autres disposent d'une ou de deux mémoires... Leur prix se situe au voisina-

ge de 600 F. Si vous désirez plus de possibilités, il faudra alors déboursier au moins 1 000 F.

UN GRAND PARMIS LES MINIS

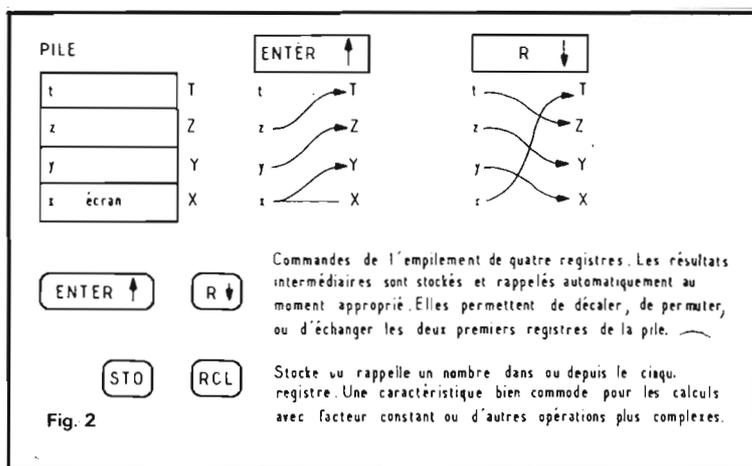
Le premier constructeur ayant lancé sur le marché un petit calculateur évolué fut Hewlett-Packard avec le HP35. A l'époque, le prix était relativement élevé :

3 600 F TTC ; à ce taux, le HP35 restait encore difficilement abordable... même pour un ingénieur désireux de remplacer sa règle à calcul par un outil plus performant et plus souple d'emploi. Certes, il faut rendre justice à Hewlett-Packard : le HP35 était alors moins cher que toutes les autres machines à calculer de bureau (même des « japonaises » réputées bon marché), et il était plus performant.

L'histoire du HP35 fut marquée par une anecdote : il butait sur une opération et, dans un cas de calcul, unique, faisait une erreur..., erreur certes très vite réparée alors par une modification de circuit intégré.

Aujourd'hui, le HP35 est le pilier de la gamme des calculateurs de poche commercialisés par Hewlett-Packard. C'est aussi une référence pour les autres constructeurs : tel constructeur commercialise des machines plus ou moins performantes que le HP35, à des prix plus ou moins élevés...

Le prix du HP35 a considérablement chuté puisqu'il valait, en



avril dernier, moins de 1 500 F (TTC)!

Le calculateur HP35 pèse seulement 250 g et tient dans une poche intérieure (7,5 x 15 x 2,5 cm). Il fonctionne sur batterie (incorporée), exécute les quatre opérations de base, toutes les fonctions trigonométriques et logarithmiques, la racine carrée, ainsi que l'élevation à une puissance non-entière, et le calcul des inverses, à l'aide d'une simple pression sur une touche. Le nombre « pi » s'obtient aussi par une simple pression de touche.

Le HP35 affiche jusqu'à dix chiffres significatifs et place automatiquement la virgule dans son intervalle opératoire de 200 décades (de 10^{-99} à 10^{99}). Cet affichage contient des diodes électroluminescentes; les résultats de calcul supérieurs à 10^{-2} et plus petits que 10^{10} sont affichés en notation décimale ordinaire avec pose automatique de la virgule; pour les valeurs situées en dehors de cet intervalle, les résultats sont affichés en notation scientifique; l'exposant de la puissance de 10 est situé à droite de l'affichage. Les chiffres significatifs sont affichés à partir de la gauche, les zéros non-significatifs sont supprimés automatiquement pour une lecture plus aisée de l'affichage.

Le calculateur HP35 est muni d'une « pile opérationnelle » de quatre registres de mémoire et d'un cinquième registre spécial.

Cette pile retient les résultats intermédiaires appropriés et, le moment venu, les restitue automatiquement pour leur traitement (Fig. 2).

L'historique du HP35 remonte au mois de mars 1968, lors du lancement d'un calculateur de table programmable, le 9100 A. A l'époque, William Hewlett, président de la société, envisageait déjà la génération suivante de calculateurs comme étant dix fois plus petits et dix fois moins chers que le 9100 A. Les études de développement ont démarré au début 1970, c'est-à-dire à l'époque où l'industrie japonaise dominait le marché du calculateur de table.

Au cœur du HP35 se trouvent des circuits intégrés LSI en technologie MOS: trois mémoires à « lecture seulement » de 2560 bits chaque, une unité arithmétique contenant également sept registres de mémoires, enfin un circuit de contrôle; il convient de leur adjoindre trois circuits intégrés bipolaires destinés exclusivement à l'affichage numérique sur diodes électroluminescentes.

Pour la réalisation des circuits MOS, Hewlett-Packard fit appel à deux fabricants de circuits intégrés, Mostek Corp., et American Microsystem Inc. Tous deux proposent une technologie MOS à canal p, réalisée par implantation d'ions, pour l'obtention de circuits de grande densité, et à faible consommation d'énergie.

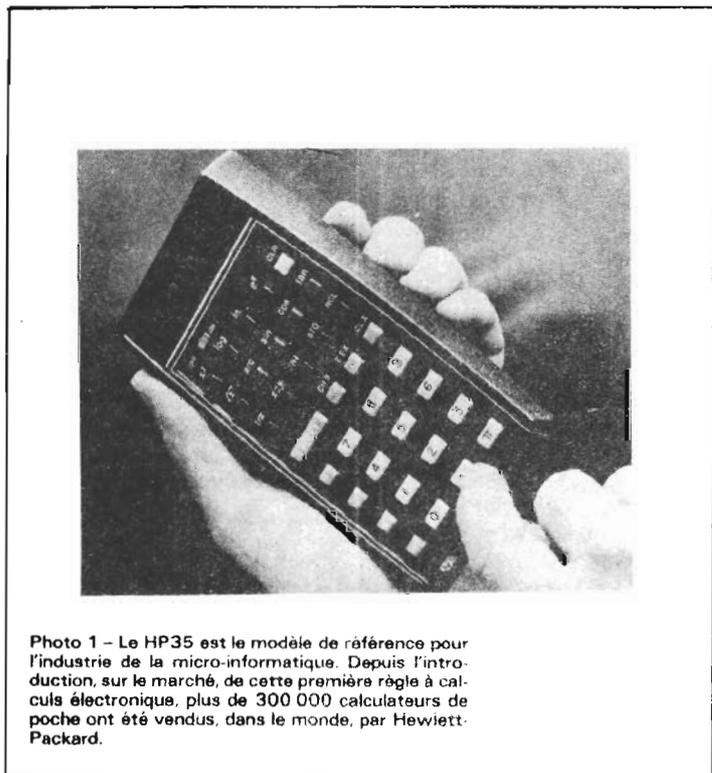


Photo 1 - Le HP35 est le modèle de référence pour l'industrie de la micro-informatique. Depuis l'introduction, sur le marché, de cette première règle à calculs électronique, plus de 300 000 calculateurs de poche ont été vendus, dans le monde, par Hewlett-Packard.

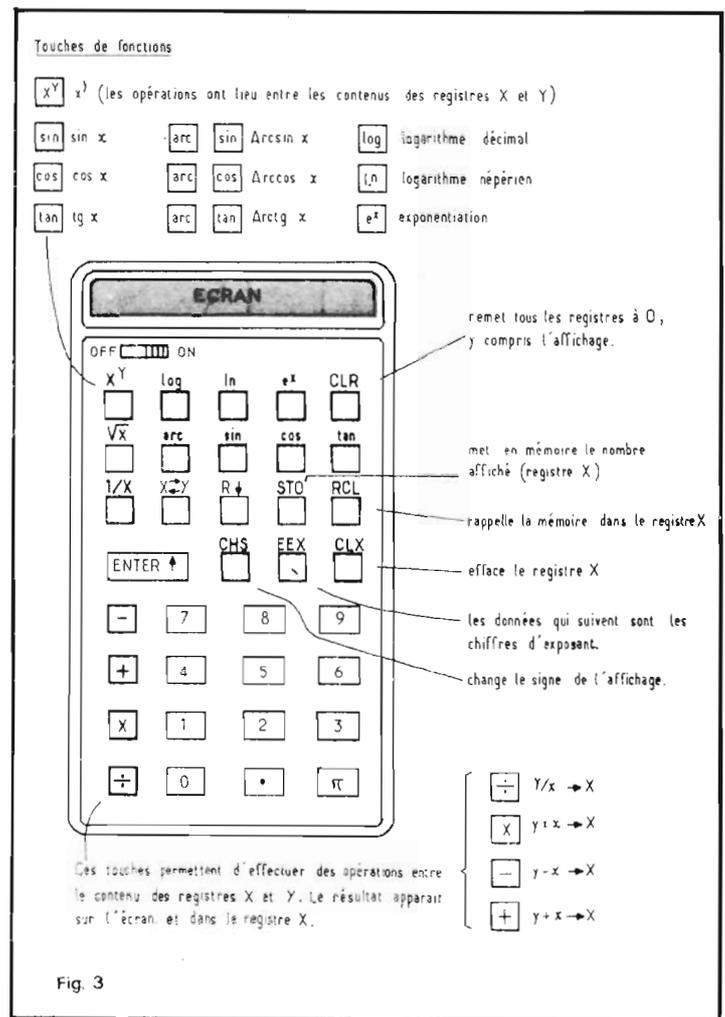


Fig. 3

DU HP-35 AU HP-81

Depuis près de trois ans, Hewlett-Packard a commercialisé une gamme complète de « minis », à vocation scientifique ou financière.

Juste au-dessus du HP35 vient le HP45 dont le prix, au mois d'avril 1974, était de 2 340 F (TTC).

Une version « calculateur de table » du HP45 existe également. C'est le modèle HP46 dont le prix est voisin de 5000 F (TTC). Il est livré avec une imprimante alphanumérique et un affichage électroluminescent (ce dernier constitue une option).

Les modèles HP45 et HP46, tout comme le HP35 (et le modèle financier HP80) sont dotés d'une pile de quatre registres. Ils comportent, en plus de la pile, neuf registres de stockage; un dixième registre dénommé « last X » conserve automatiquement la dernière donnée introduite: il permet ainsi la correction d'une erreur, lors d'un calcul assez long, sans avoir à le recommencer.

Normalement, le HP45 affiche automatiquement deux décimales; toutefois, au moyen de la touche dénommée « fix », puis des touches 1 à 9, on peut spécifier le nombre de décimales à afficher.

HP45 et HP46 disposent tous deux d'une touche spéciale, dite « shift », de couleur jaune dans le modèle de poche, orange dans le modèle de table. Cette touche augmente les possibilités des deux modèles sans en accroître l'encombrement. Ainsi, en appuyant sur « shift » puis sur la touche « fix », on passe automatiquement en notation dite scientifique: dans ce mode d'affichage, chaque nombre est représenté par sa mantisse et un exposant de puissance de 10. Dans les deux modes d'affichage, la précision totale est toujours conservée dans le calculateur, quel que soit le nombre de décimales à afficher.

Au début 1974, Hewlett-Packard complétait sa gamme par le HP65, premier calculateur de poche entièrement programmable, à cartes magnétiques.

La programmation, ici, consiste à décrire la suite des opérations

la touche "shift" double les fonctions des autres touches

avec la touche "fix" on peut spécifier le nombre de décimales, ainsi que le type d'affichage (scientifique ou non)

registre stockant la dernière donnée introduite.

conversion polaire/décimal

calculs statistiques: cumul, somme des carrés, de l'écart type, de la moyenne, enfin d'écarts (en pour-cent)

conversion des centimètres en pouces, des kilogrammes en livres ou des litres en gallons.

rappel de la valeur se trouvant dans le registre de mémoire désigné.

stockage du contenu de X dans un registre de stockage (de 0 à 9)

conversion de degré/minute/seconde en équivalent décimal (et vice versa)

ECRAN

PRI OFF PAPER

SHIFT FIX CLEAR

LINE

1/X SIN LAST X

ASIN COS R ↓

√x ACS TAN x ← y

LOG ANT 10 PDL REC

10^x % I+ n!

Δ% Σ- DEG

CHS EEX CLX

RAO GRD CLR

7 8 9

C/L V/L L/V

4 5 6

1 2 3

0 . π

÷ LIST

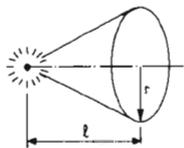
× RCL

- DM

+ PRINT

DM

Photo 9 - Le HP45 et sa version « calculateur de table », le HP46.



$$Q = 2\pi \left(1 - \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{r}{l}\right)^2 + 1}}\right)$$

avec $r = 2,5 \text{ cm}$
 $l = 10,3 \text{ cm}$

solution HP-35

- 2.5 } on place $r = 2,5$ dans le registre Y
 - ↓
 - 10.3 } le contenu de Y (soit r) est divisé par 10.3
 - ÷
 - ↓
 - le résultat de la division r/l est placé dans Y (mais est conservé dans X)...
 - X
 - ↓
 - 1 } on calcule le dénominateur $1 + (r/l)^2$
 - +
 - ↓
 - 1/2 } ... que l'on inverse ...
 - √
 - ↓
 - CHS } ... puis dont on prend la racine carrée ...
 - ↓
 - 1 } ... et que l'on change de signe ...
 - +
 - ↓
 - 2 } ... avant de stocker dans le registre Y
 - X
 - ↓
 - 1 } on termine le calcul de l'expression entre parenthèses ...
 - +
 - ↓
 - 2 } ... que l'on multiplie par le facteur constant.
 - X
 - ↓
 - X
- ↓
- .1772825509 — On obtient la réponse en 10 secondes, avec 10 chiffres significatifs.

mathématiques et logiques qui résolvent un problème. Il suffit d'introduire dans le HP65 la carte magnétique qui correspond au programme de calcul désiré; Hewlett-Packard dispose en outre de bibliothèques de programmes pré-enregistrés.

Le calculateur HP65 a les mêmes performances scientifiques que le HP45: 51 fonctions de calcul et traitement de données accessibles directement au clavier. La présentation du clavier, cepen-

dant, est différente (fig. 6): la touche jaune « shift » est remplacée par deux touches jaunes « f » et « f⁻¹ », qui servent de « préfixe ». Pour exécuter une fonction, il convient d'abord d'appuyer sur l'une ou l'autre des deux touches, puis d'appuyer sur la touche « suffixe » qui désigne un type de fonction. Par exemple, si l'on désire calculer le sinus d'un angle, on tapera successivement sur les touches « f », « SIN », tandis que pour le calcul de l'arc-

sinus, il suffit de frapper « f⁻¹ » puis « SIN ». Ainsi la touche « f⁻¹ » permet d'exécuter la fonction inverse de la fonction « f »: selon la touche préfixe utilisée, on aura ainsi, avec la touche suffixe « LN » soit le logarithme, soit l'exponentielle; avec la touche suffixe « COS » soit le cosinus, soit l'arc-cosinus; avec la touche « TAN » soit la tangente, soit l'arc-tangente, etc.

Pour les fonctions qui ne nécessitent pas de calcul d'inverse (par

exemple le calcul des factorielles), il est prévu une autre touche préfixe, dénommée « g ».

LE HP-65 EST PROGRAMMABLE

Le modèle HP65 coûtait, au mois de juillet 1974, 5 940 F (TTC). La différence de prix avec le modèle HP45 est liée aux possibilités de programmation du calculateur HP65.

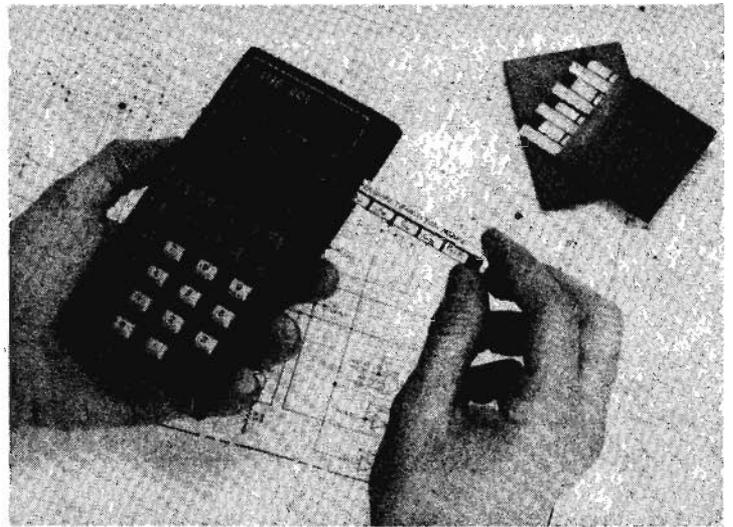
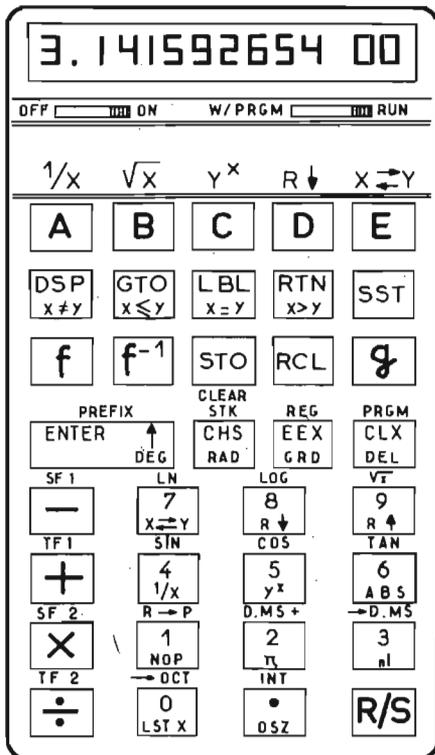


Photo 10 - En haut de la gamme, le HP65 est un calculateur scientifique.

Pour programmer, il faut tout d'abord placer le commutateur « W/PRGM-RUN » en position « W/PRGM » (Write-program). Au fur et à mesure de l'introduction en mémoire des instructions du programme, le code de celles-ci apparaît sur l'écran, sous forme d'un nombre représentant leurs coordonnées (ligne-colonne) sur le clavier (sauf les touches numériques qui sont codées telles quelles). Lorsque la tête de lecture, incorporée au HP65, est utilisée en mode programme, le programme est enregistré sur une carte magnétique pour utilisation ultérieure.

Deux familles de touches permettent d'effectuer des sauts, au sein d'un programme.

Pour les sauts inconditionnels, la touche « GTO » correspond au « GO TO » du langage Fortran. Lorsque le calcul parvient à cette instruction, il ne se poursuit plus en séquence, mais continue à l'instruction désignée par l'instruction de saut. La désignation de l'instruction à laquelle le calcul se poursuit s'effectue au moyen d'une « étiquette » qui, ici, est un

nombre compris entre 0 et 9 ou l'une des lettres A à E. Ainsi, on frappera « GTO » et « 8 » pour que le calcul se poursuive à l'instruction dont l'étiquette est le numéro 8.

Il convient d'introduire au sein du programme une étiquette. Pour cela, on dispose d'une touche d'étiquetage (en anglais, étiquette se dit « label ») : « LBL ». Cette touche immédiatement suivie d'un suffixe (ici le numéro 8) constitue une adresse dans un programme.

Des touches A à E sont disponibles sur le clavier du HP65 pour l'étiquetage des instructions. Ces touches permettent aussi à l'utilisateur de créer ses propres fonctions. Ainsi, pour définir une fonction A, on appuie sur les touches « LBL » et « A », puis sur les touches correspondant à la fonction à calculer.

Deux autres touches de saut inconditionnel sont prévues. Depuis le clavier, la touche « RTN » (pour « return ») renvoie au début de la mémoire programme ; si cette instruction de retour est la dernière instruction d'une fonc-

tion définie par l'utilisateur, cette touche arrête le calcul en cours et libère le clavier. Dans un programme, la touche « R/S », enfin, stoppe ce programme lors de son exécution ; cette touche a une autre fonction, puisqu'elle permet de continuer l'exécution d'un programme, jusqu'à la rencontre d'un autre « R/S », ou d'un « RTN ».

Le HP65 peut aussi exécuter des sauts conditionnels. Prenons un exemple, celui du calcul des racines d'une équation du second degré (fig. 7). Le tracé de l'organigramme, c'est-à-dire du schéma logique qui décrit la suite des opérations à exécuter, fait apparaître de nombreux tests : le coefficient a du terme du second degré est-il nul ?

- si oui, le coefficient b du terme du premier degré est-il nul ?
- si non, il faut calculer le discriminant de l'équation et poser la question : quel est le signe de ce discriminant ? S'il est positif ou nul, et seulement dans ce cas, on a deux racines réelles.

Pour que le calculateur puisse répondre à ces nombreuses ques-

tions, on dispose de « flags » (drapeaux en anglais). On posera un « flag » lorsque, par exemple, une réponse est oui.

Il faudra pouvoir également tester l'état d'un « flag » : suivant son état, le programme reprend directement au pas qui suit le test ou, au contraire, saute les deux pas de programme qui suivent le test, avant de reprendre l'exécution du programme en séquence ; ces deux pas offrent la possibilité, à l'utilisateur, d'insérer une instruction de saut inconditionnel.

La pose d'un « flag » est commandée par les touches « SF1 » et « SF2 » (le HP65 permet d'insérer deux « flags »), que l'on fait précéder de l'un des préfixes « f ». Pour enlever un « flag », on appuie d'abord sur « f⁻¹ », puis sur la touche du flag « SF1 » ou « SF2 ».

Pour tester la présence, ou l'absence de l'un des flags, on dispose des touches « TF1 » et « TF2 », avec le préfixe « f » ou « f⁻¹ » (selon que l'on désire tester la présence, ou l'absence).

Pour qu'un flag soit posé ou enlevé, il convient de disposer de

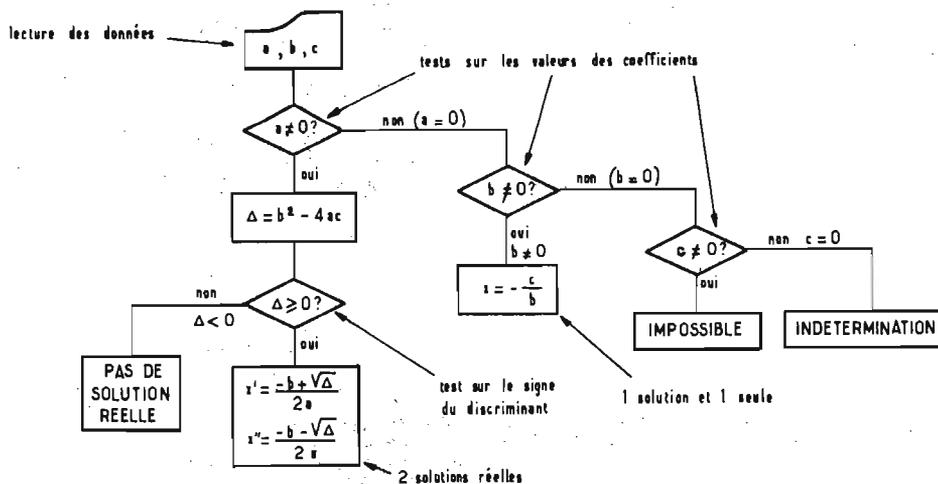


Fig. 7

tests tels que : « Deux nombres sont-ils égaux ? », « Le nombre x est-il plus grand que le nombre y ? », « x est-il plus petit que y ? », « x est-il différent de y ? ». Quatre touches sont prévues sur le HP65 pour permettre de composer les valeurs contenues dans les registres X et Y de la pile opérationnelle. Si la relation est vérifiée, le programme continue l'exécution séquentielle ; sinon, il saute les deux pas qui suivent le test, avant de reprendre séquentiellement. Ces deux pas permettent, comme précédemment, d'insérer un ordre de saut inconditionnel, ou encore de poser — ou d'enlever — un « flag ».

Le HP65 offre une autre possibilité de saut conditionnel, au moyen des touches « g » et « DSZ », ainsi que de la mémoire n° 8. Lorsque l'on appuie sur les deux touches précédentes, le calculateur soustrait le chiffre 1 du contenu de la mémoire n° 8 ; si, alors, ce contenu devient nul, le programme saute les deux pas suivants. On dispose ainsi d'un compteur automatique au sein du HP65.

Enfin, le HP65 offre à son utilisateur des possibilités de correction d'un programme : suppression d'un pas, lecture pas-à-pas, exécution pas-à-pas.

(à suivre)

Marc FERRETTI

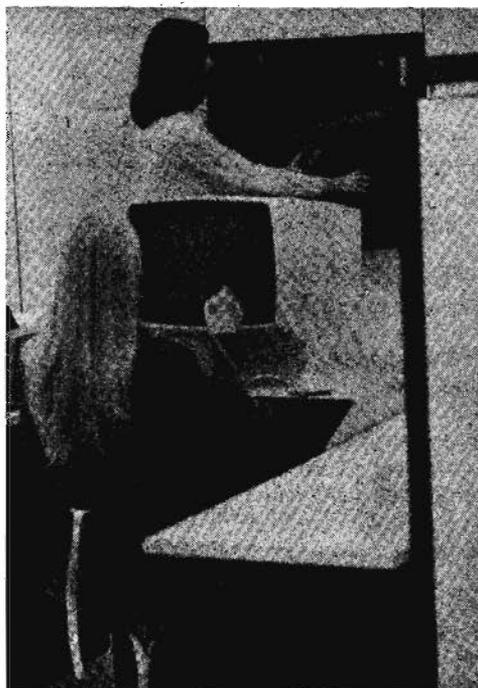


Photo 11 - « Innovations... Informatique ». - Le système de stockage des informations IBM 3850 assure la gestion automatique d'une bibliothèque de cartouches de bandes magnétiques. Les données sont enregistrées sur un ruban magnétique contenu dans une cartouche en plastique ; ces cartouches sont rangées dans des alvéoles hexagonales disposées en « nid d'abeille ». Lors de l'exploitation du système, un mécanisme extrait la cartouche désirée de son alvéole, et la dirige vers une unité de lecture-écriture. Les informations recherchées sont alors transférées sur un disque IBM 3330. Lorsque le traitement est terminé, de nouvelles données peuvent être enregistrées dans la cartouche et celle-ci est automatiquement replacée dans son alvéole d'origine.

BIBLIOGRAPHIE

- « The HP-35 : a tale of teamwork with vendors », par Gerald M. Walker. — *Electronics*, 1^{er} février 1973.

PETIT DICTIONNAIRE D'INFORMATIQUE

J

Job : travail. — Carte « Job » : carte sur laquelle on enregistre des informations générales relatives à l'exécution d'un programme (temps maximal d'exécution par exemple).

Jump : branchement, saut. — « Jump instruction » : instruction de branchement.

« Conditional jump » : saut conditionnel.

« Unconditional jump » : saut inconditionnel.

« To jump into a subroutine » : se brancher sous un sous-programme.

K

Key : 1. touche (de clavier). — 2. code, critère.

Keyboard : clavier. « Keyboard entry » : introduction par clavier.

Keypunch : poinçonneuse. — « Keypunch center » : atelier de perforation.

« Keypunch machine » : perforatrice à clavier.

Keyword : mot-clé.