



MARC FERRETTI

## CES MINIS QUI IMITENT LES GRANDS

# DES « CHIPS » CALCULATEURS

**A**U Sicob 75, parmi les innovations, figure un calculateur électronique de poche imprimant : le modèle 5050 de Texas Instruments ne pèse que 800 g et imprime par l'intermédiaire d'une tête d'impression électronique entièrement silencieuse. Il est commercialisé depuis le mois de juin dernier au prix de 1 495 F (TTC).

D'une capacité de 9 chiffres, l'impression se fait sur papier thermique de 5 cm de large. Une mémoire-tampon permet la mise en mémoire transitoire des données

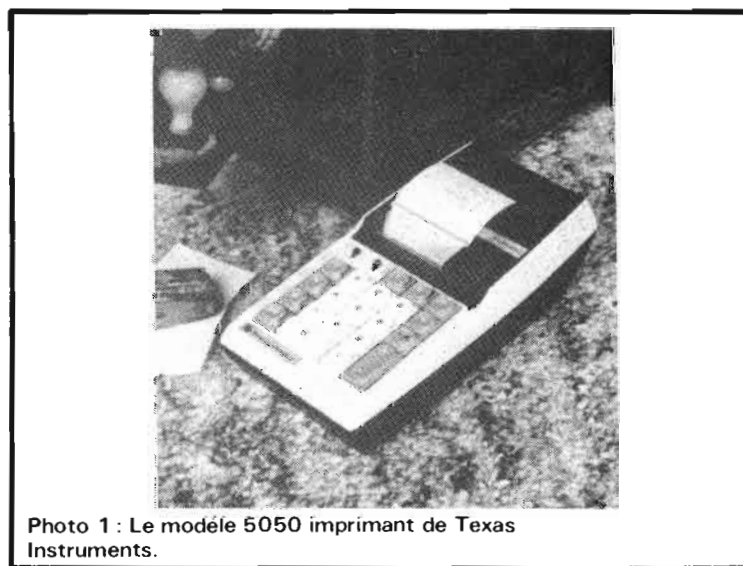


Photo 1 : Le modèle 5050 imprimant de Texas Instruments.

entrées au clavier pendant l'impression. Le T.I. 5050 effectue les 4 opérations, les calculs en chaîne, les pourcentages, les calculs avec facteur constant, la programmation du nombre de décimales ou de la virgule flottante.

Ce calculateur fonctionne sur batteries rechargeables incorporées dont l'autonomie minimale est de 5 heures.

Texas Instruments a également commercialisé un nouveau calculateur de poche « 4 opérations - 8 chiffres », le modèle TI 200 (fig. 1), au prix de 165 F TTC (valeur : juin 1975).

## DES « CHIPS » AU SEIN DES CALCULATEURS

Si vous ouvriez un calculateur de poche, vous seriez étonné du peu de composants électroniques qu'il contient : peu ou pas de composants discrets ; essentiellement des « chips », c'est-à-dire des circuits intégrés réalisant chacun une fonction bien précise (fig. 2 à 5). C'est ainsi que l'on pourra reconnaître le « chip » calculateur, véritable unité centrale du calculateur ; le « chip » programmeur, mémoire dans laquelle peuvent être stockées, séquentiel-

lement, la succession des instructions de programmes réalisés par l'utilisateur lui-même ; le « chip » mémoire, qui sert au stockage des données ; le « chip » d'affichage qui sert d'interface entre le « chip » calculateur et l'écran d'affichage électro-luminescent ou fluorescent. Bien entendu, chaque constructeur possède sa propre conception du calculateur et la fonction des « chips » utilisés pourra être différente des modèles précédents.

Texas Instruments, Rockwell, National Semi-conductor, MOS Technology, American Microsystems Inc, Electronic Arrays, ce sont là les

quelques grands noms des producteurs de circuits intégrés utilisés dans les calculateurs de poche.

En 1974, ces divers constructeurs proposaient des ensembles contenant deux ou trois chips, suffisants pour assurer le bon fonctionnement d'un calculateur de poche. Il suffit de connecter les chips au moyen d'une plaque de circuit imprimé, de leur associer un clavier et un écran d'affichage, enfin d'habiller le tout pour réaliser un calculateur prêt à être commercialisé.

Par exemple, chez Electronic Arrays Inc, les ensembles EA S-141 et EA S-145 sont

des ensembles de trois circuits intégrés MOS permettant de réaliser un calculateur imprimant travaillant avec des nombres de douze chiffres. L'impression s'effectue au moyen d'une imprimante Seiko-104. Le plus récent de ces ensembles, l'EA S-145 peut additionner, soustraire, multiplier, diviser, calculer des pourcentages, des racines carrées, des inverses ; il possède deux mémoires adressable ; il est enfin pourvu d'un compteur qui sert à la détermination de moyennes de N nombres : en appuyant sur une touche « AVG » (pour « average », c'est-à-dire « moyenne »), le calculateur

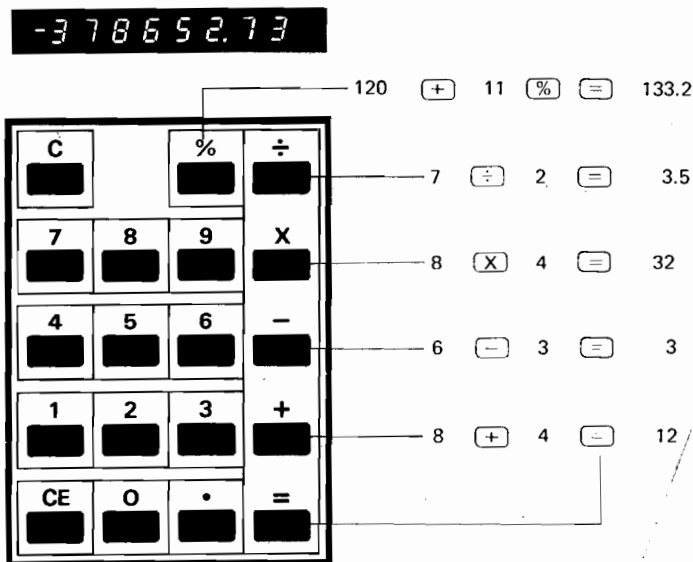


Fig. 1. - Le TI 1200 est le dernier-né des calculateurs « 4 opérations - 8 chiffres » de Texas-Instruments. Il fonctionne sur pile de 9 volts et son autonomie de calcul est de 15 heures environ.

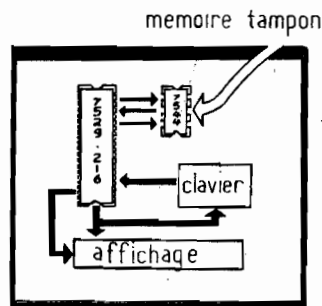


Fig. 3. - Ajoutez au « chip » calculateur 7529 de MOS Technology Inc., une mémoire-tampon type « 7544 » : vous aurez alors un calculateur ayant 10 mémoires adressables. Cinq niveaux de parenthèses sont maintenant disponibles.



Fig. 2. - Avec un seul circuit intégré, tel que le 7529-07 (introduit en juin 1975) de MOS Technology Inc., il est possible de réaliser un calculateur ayant 18 fonctions scientifiques, une mémoire adressable (les 4 opérations arithmétiques y sont réalisées directement), capable d'afficher 12 chiffres, et travaillant en notation scientifique (avec 2 niveaux de parenthèses).

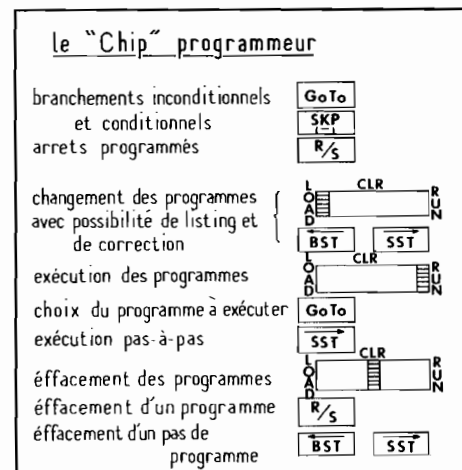


Fig. 4. - Ajoutez au « chip » calculateur 7529 un « chip » programmeur type 7543 : vous obtiendrez un calculateur programmable, à 12 chiffres affichés, 18 fonctions scientifiques et 2 niveaux de parenthèses.

divise la somme de ces nombres contenue dans l'accumulateur ou dans l'une des mémoires par la valeur du compteur (soit N). Dans cet ensemble EA S-145, le premier chip (EA 7301) sert à l'introduction des données par le clavier ; il est également utilisé pour le chargement des mémoires, et le contrôle des nombres introduits (signe ; « overflow », c'est-à-dire dépassement de capacité) ; le second chip (EA 5053) sert au traitement des données ; enfin, le troisième chip est utilisé pour l'impression (fig. 6).

On trouve, également chez Electronic Arrays Inc., un ensemble (EA S-146) de deux « chips » permettant de réaliser un calculateur de 12 digits, imprimant au moyen de l'imprimante Seiko-310. Il réalise les 4 opérations arithmétiques et les calculs de pourcentage et il est pourvu d'une mémoire.

D'autres firmes disposent d'ensembles semblables : par exemple, chez American Microsystems Inc., on trouve les deux ensembles S9650/S9511 et S9510/S9511 qui permettent chacun de réaliser un calculateur imprimant à mémoire à 12 digits, compatible avec l'imprimante Seiko 104 (fig. 7).

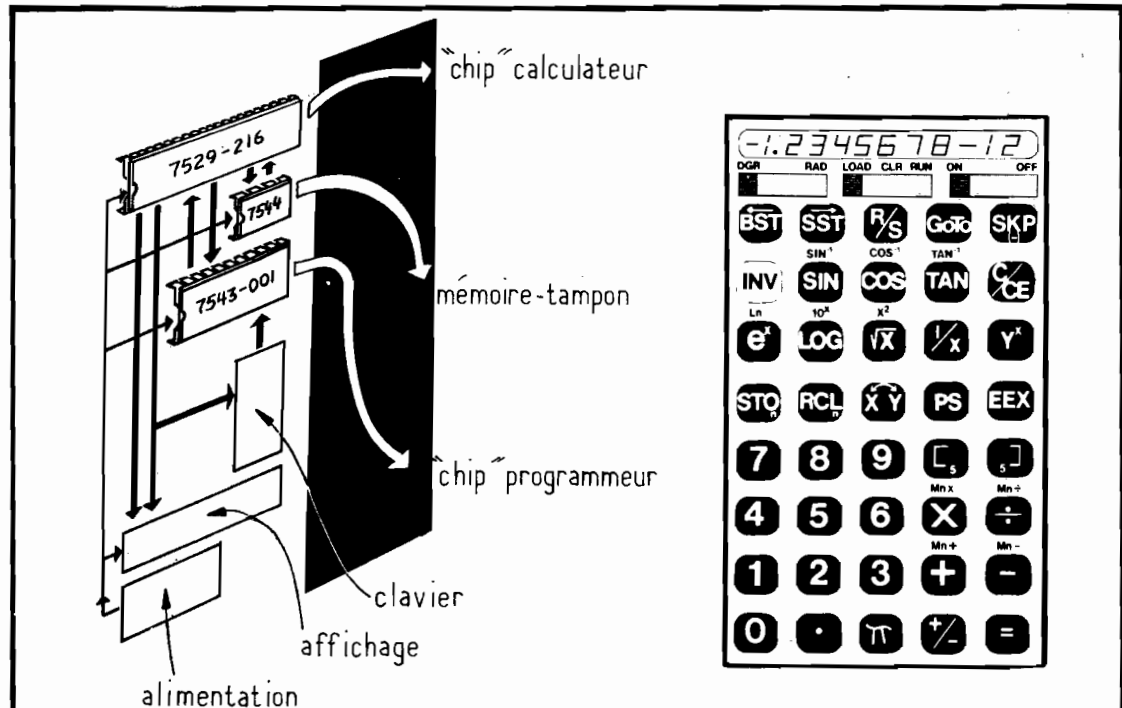


Fig. 5. - Voici enfin le calculateur le plus complet, programmable, et disposant de 10 mémoires adressables (et 5 niveaux de parenthèses).

Photo 2. - Les « chips » pour calculateurs de poche sont de plus en plus intégrés. Les futurs calculateurs pourraient ne fonctionner qu'avec un seul « chip » (cliché Electronic Arrays).

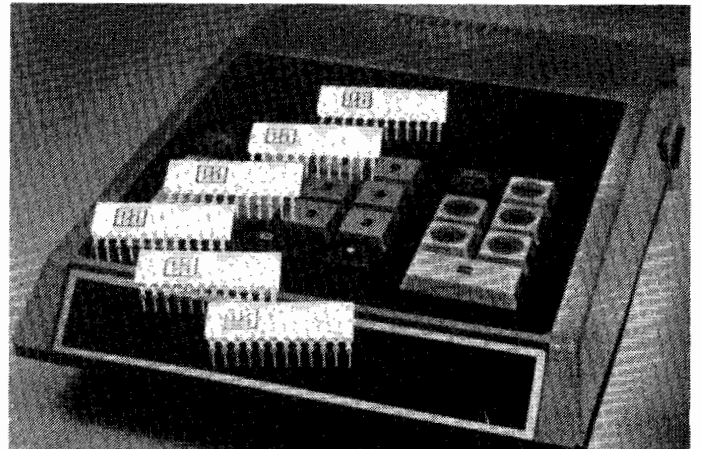


Fig. 4b.

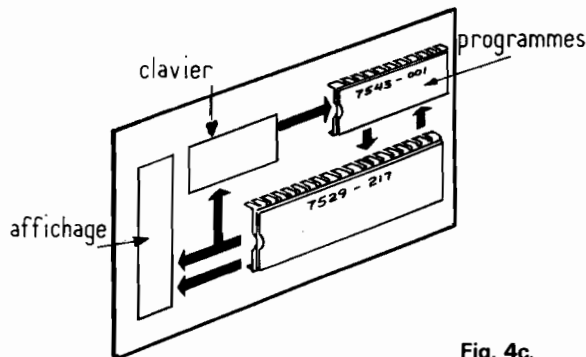


Fig. 4c.

Depuis peu, Electronic Arrays dispose d'un « chip » (le modèle EA 5058/5059) qui peut être utilisé, seul, dans un calculateur imprimant. Ce « chip » réalise les quatre opérations arithmétiques courantes effectue les calculs de pourcentage et imprime le résultat (constitué de 8 chiffres au plus) sur une imprimante thermique conçue par Facit A.B. Le « chip » calculateur travaille en virgule flottante.

### UN « CHIP » POUR LES CALCULATEURS

On trouve sur le marché d'autres circuits intégrés capa-

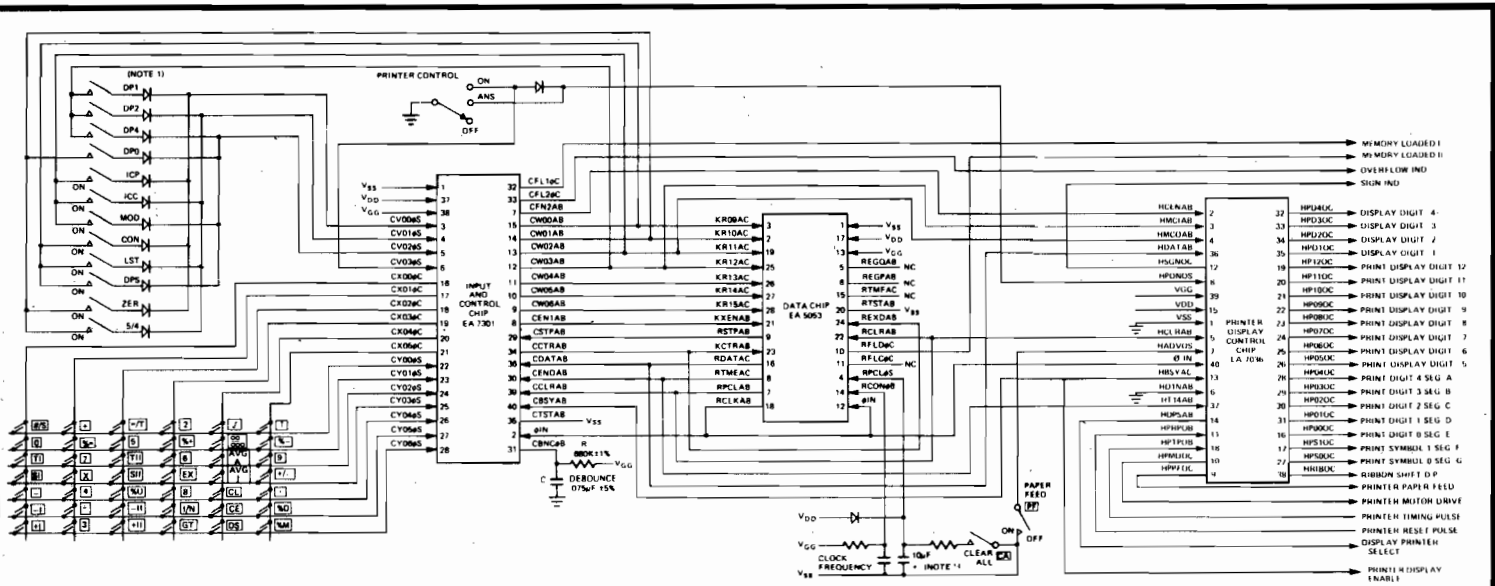


Fig. 6. - L'ensemble EA S-145 permet de réaliser un calculateur imprimant à 12 digits (document Electronic Arrays).

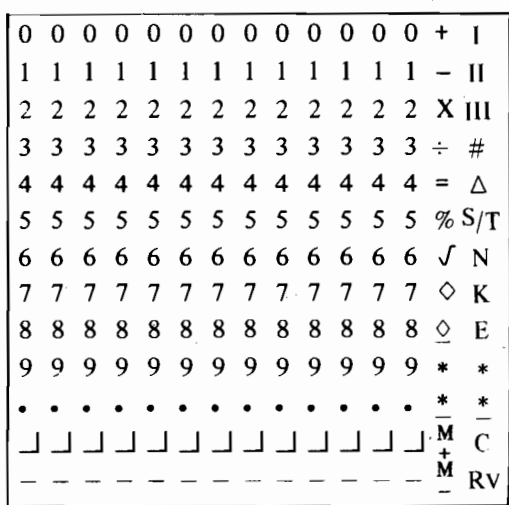


Fig. 7. - Développé de la tête d'impression de l'imprimante Seiko-104.

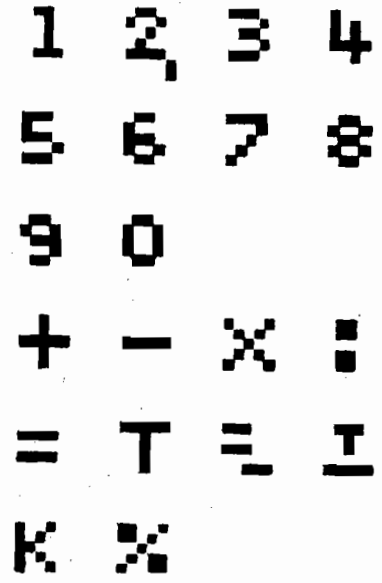


Fig. 9.

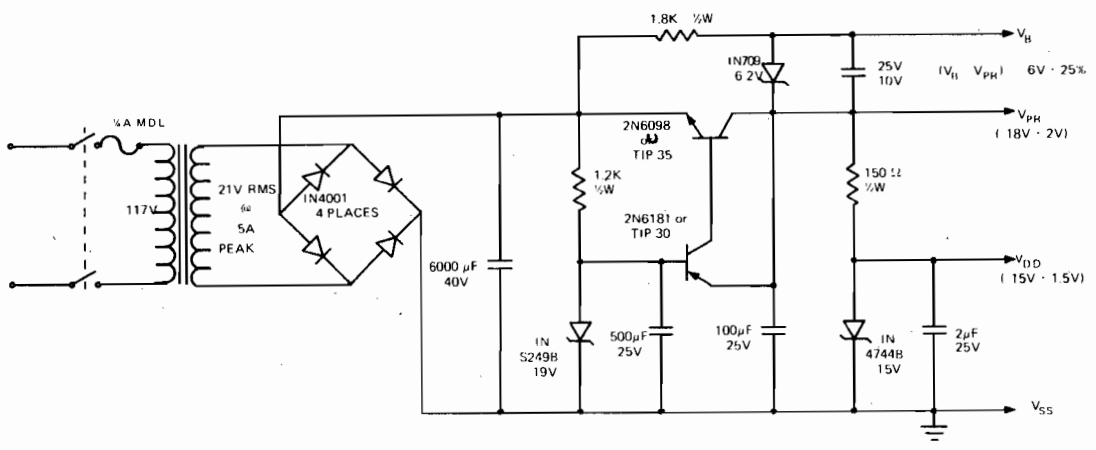


Fig. 8. - Modèle d'alimentation électrique pour calculateur électronique (document A.M.I.).

bles de piloter, seuls un calculateur : c'est le cas des « chips » EA7051 et EA7055 d'Electronic Arrays Inc., ou encore du S9411 d'American Microsystems Inc. Tous ces circuits sont pourvus de la logique nécessaire au fonctionnement d'un calculateur « 4 opérations - 8 chiffres », affichés sur un écran à diodes électro-luminescentes ou sur tubes fluorescents (« Digi-tron »); ils peuvent en outre réaliser les calculs de pourcentage.

Le « chip » S9412 de American Microsystems Inc., peut afficher également 8 chiffres : en version A, il est comparable au S-9411 avec, en plus, une mémoire adressable. Les

versions B et C sont plus élaborées. En effet, le S9412 B calcule les racines carrées, connaît la valeur du nombre « pi », peut effacer le contenu de sa mémoire sans modifier l'affichage; avec le S9412 C, on dispose en outre de conversions d'unités américaines en unités métriques : litres/gallons, kilogrammes/livres, centimètres/pouces. Les « chips » EA7231 et 7232 d'Electronic Arrays réalisent des opérations similaires : ils sont tous deux pourvus de neuf types de conversions d'unités; le modèle EA7231 fonctionne avec les affichages électro-luminescents seulement, tandis que l'EA7232 peut être utilisé éga-

lement avec des affichages fluorescents; pour ces deux circuits, la consommation électrique moyenne est de 30 mW, avec pour maximum, 45 mW; un système d'effacement de l'affichage après 20 secondes est prévu : la valeur ayant été ainsi effacée automatiquement peut être de nouveau affichée en appuyant sur n'importe laquelle des touches du clavier.

### LES « CHIPS » SCIENTIFIQUES ET FINANCIERS

Pour les calculateurs scientifiques et financiers, des

« chips » spécialisés ont été développés et commercialisés.

Que peut-on attendre d'un « chip » scientifique? Opérations, fonctions, commandes qu'il doit pouvoir réaliser sont à classer en trois catégories; dans la première catégorie figure l'inventaire de toutes les possibilités opératoires: introduction des nombres en virgule flottante ou en notation scientifique; suite des calculs en notation algébrique ou en notation polonaise inversée; deux (ou moins) niveaux de parenthèses, traitement de nombres formés d'une mantisse à dix chiffres (par exemple), d'un exposant de deux chiffres, d'un signe de mantisse et d'un signe

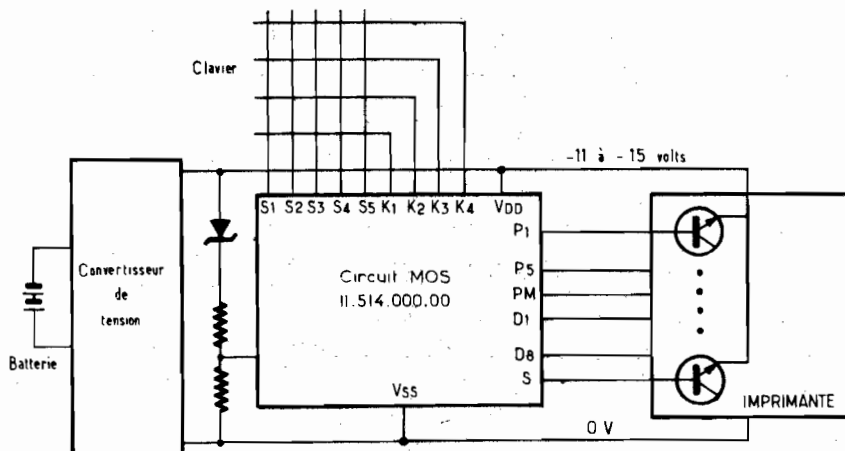


Fig. 10. - Montage électrique de calculateur imprimant à un « chip » EA 5058/5059.

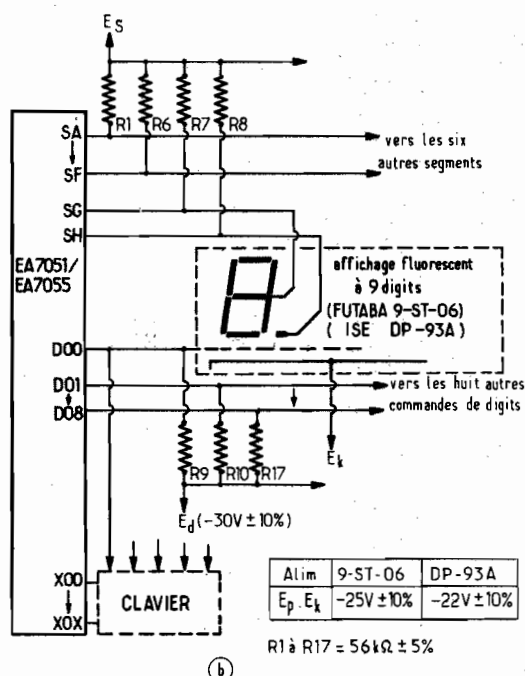


Fig. 11. - Calculateur « 8 chiffres - 4 opérations » à un seul « chip ».  
a) Montage à diodes électroluminescentes (affichage rouge).  
b) Montage à affichage fluorescent (affichage vert).

d'exposant, possibilité de calculs en chaîne ; disponibilité d'un registre de mémoire, au moins.

L'aspect fonctionnel du « chip » apparaît dans la seconde catégorie de caractéristiques d'un « chip » scientifique. Celui-ci doit pouvoir traiter des fonctions à deux variables : addition ( $x + y$ ), soustraction, multiplication, division, exponentiation ( $y^x$ ) ; des fonctions à une seule variable : fonctions trigonométriques (sin, cos, tg, Arc sin, Arc cos, Arc tg), fonctions logarithmiques et exponen-

tielles ( $\log_{(10)} x$ ,  $\log x$ ,  $10^x$ ,  $e^x$  et parfois les fonctions hyperboliques : shx, chx, thx, Arg shx, Argchx, Argthx) ; fonctions utilitaires ( $1/x$ ,  $x^2$ , racine carrée) ; disponibilité du nombre « pi » ; commande au clavier de (ou des) mémoire(s) ; sélection de l'unité trigonométrique : degrés, radians, parfois grades ; détection automatique des erreurs ; effacement aisé d'une opération, de l'affichage, du contenu des mémoires, et remise à zéro générale. Certains chips disposent en outre de tables de conversions : conversions utili-

litaires : degrés/radians ; coordonnées polaires/coordonnées rectangulaires ; degrés centésimaux/d degrés, minutes, secondes ; conversion d'un nombre octal (ou hexadécimal) en un nombre décimal ; les conversions d'unités peuvent également être envisagées.

Dans la troisième catégorie des caractéristiques d'un « chip » scientifique (et des autres « chips » spécialisés), on doit placer les performances électriques : consommateur minimale de puissance, effacement de l'affichage

(après 20 secondes par exemple), indication de faible charge des batteries.

La production de la firme MOS Technology Inc, est particulièrement significative du développement des « chips » spécialisés. Parmi les premiers circuits qu'elle produit figurent deux paires de « chips » calculateurs : MPS 2525-001/MPS 2526-001 et MPS2525-004/MPS2526-004 ; la différence essentielle entre ces paires réside dans la présentation du clavier qui leur est adapté : la première paire est destinée à un clavier à 36

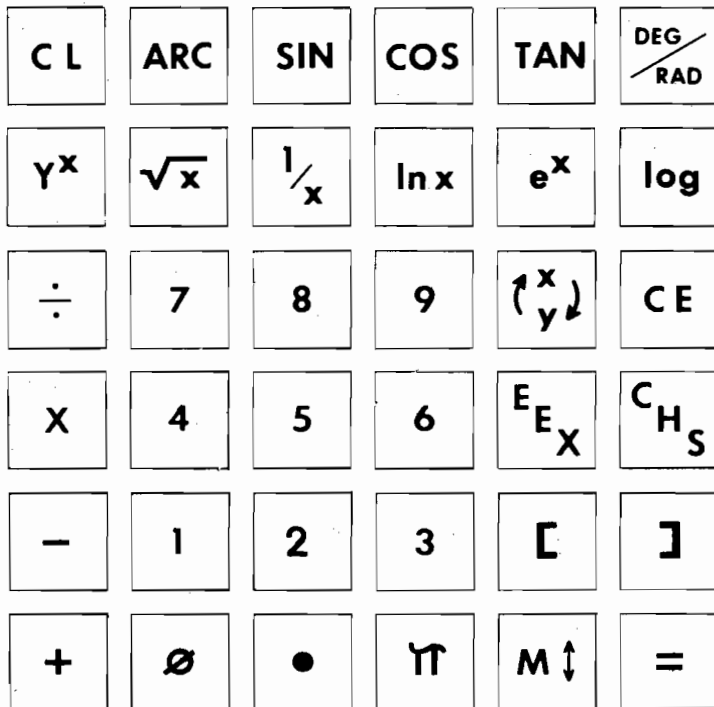


Fig. 12. - La définition du clavier pour la paire MPS 2525-001/MPS 2526-001.

a) Géométrie d'un clavier-type à 36 touches.

b) Les touches se trouvent au croisement de lignes et de colonnes conductrices connectées aux circuits intégrés.

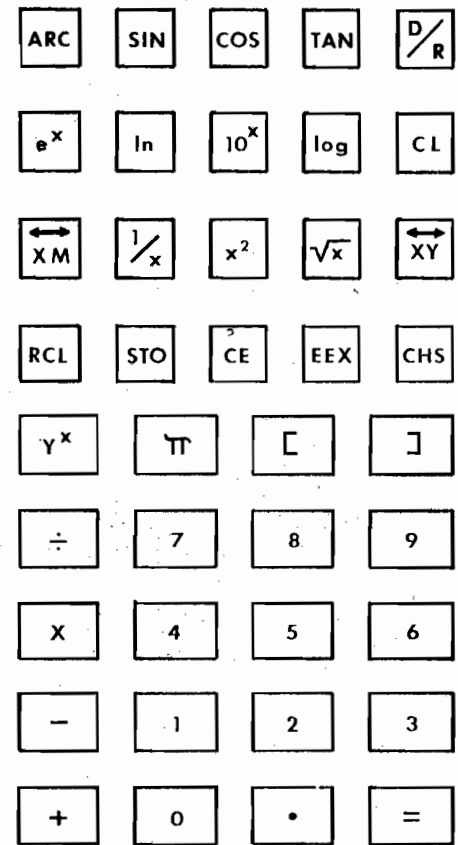
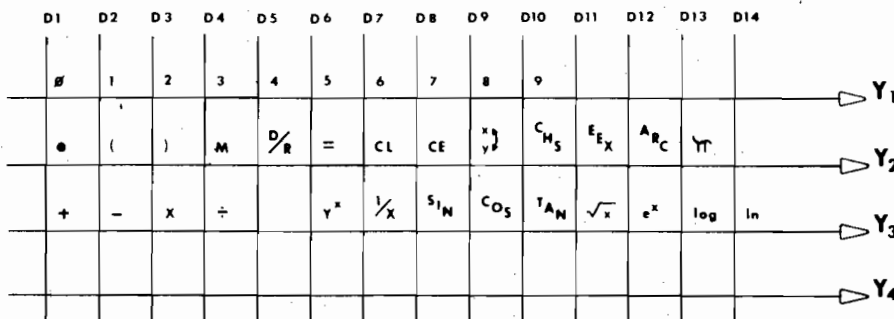


Fig. 13. - Clavier-type à 40 touches pour la paire de « chips » MPS 2525-004/MPS 2526-004.

touches (fig. 12), la seconde à un clavier à 40 touches (fig. 13). Ces deux paires de « chips » travaillent en mode algébrique, sont pourvues de deux niveaux de parenthèses, exécutent les opérations arithmétiques et transcendantes et peuvent afficher sur un écran électro-luminescent, des nombres de 14 digits. Chaque touche du clavier se trouve au croisement de deux systèmes de fils disposée en une matrice de lignes et colonnes ; le « chip » MPS2526 (dénommé « circuit esclave ») génère des impulsions dans les colonnes de cette matrice (fig. 14) ; lorsqu'une touche du clavier est pressée, une connexion (au moins) est réalisée entre une colonne et une ligne de la matrice : des impulsions traversent cette

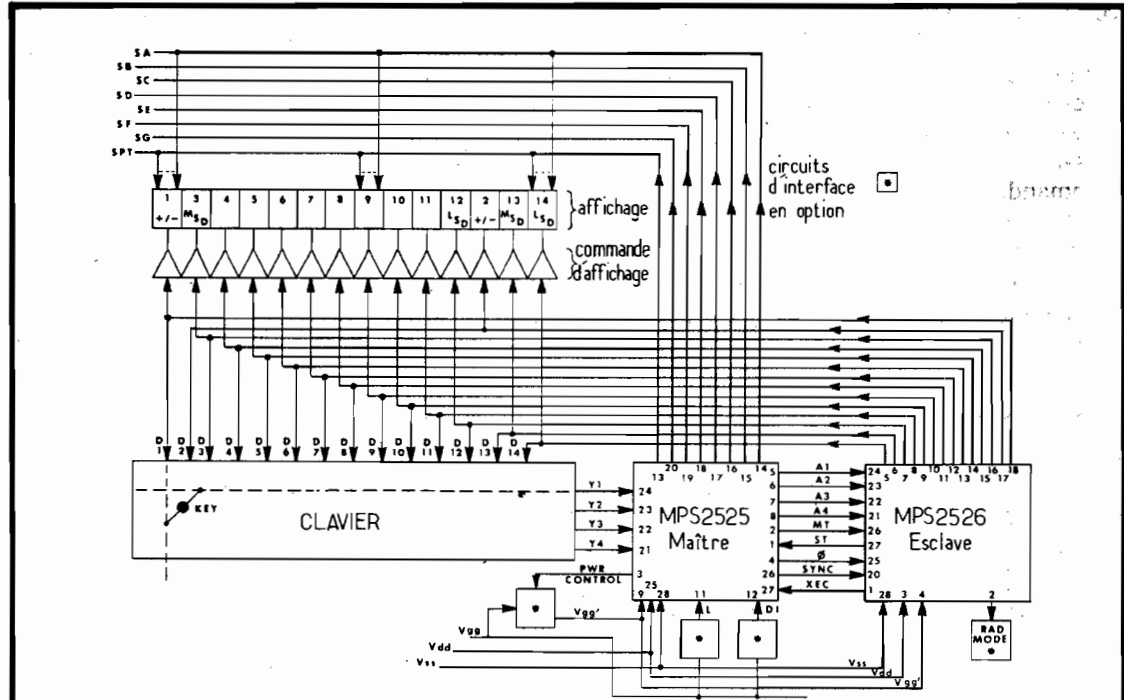


Fig. 14. - Schéma synoptique du calculateur à maître-esclave développé par MOS Technology Inc.

(a) clavier type.....

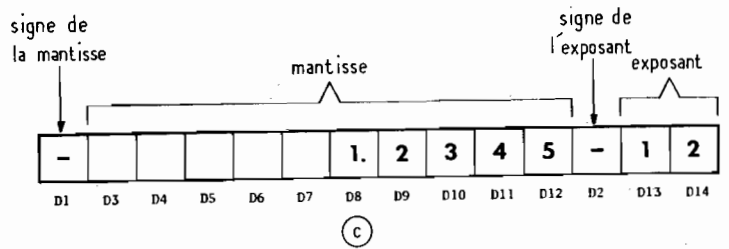
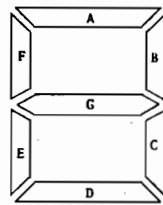
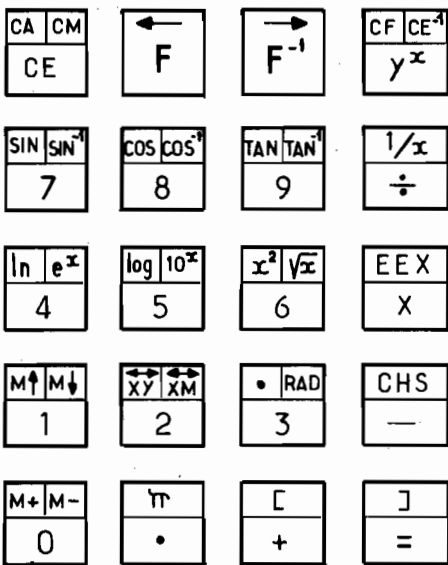
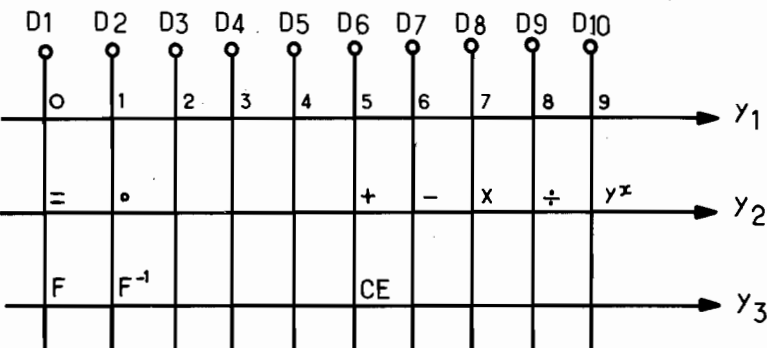


Fig. 15. - Définition de l'affichage.

a) L'affichage électroluminescent est formé de diodes en forme de barres judicieusement disposées que le circuit maître MPS 2525 excite...

b)... et qui permettent de réaliser tous les nombres de 0 à 9.

c) Avec la paire de « chips » MPS 2525 / MPS 2526, voici le format d'un nombre affiché. Chaque position D1 à D14 correspond à une colonne de la matrice du clavier et au circuit esclave.



(b).... et k matrice correspondante

Fig. 16. - Avec la paire de « chips » MPS 2525-002/ MPS 2526-002, un clavier à 20 touches suffit. Les deux touches « shift » permettent d'accéder aux diverses fonctions remplies par les autres touches.

connexion et vont alimenter le « chip » MPS2525 (circuit « maître »). La logique interne du circuit-maître détermine la touche qui a été pressée et met en œuvre la commande correspondante ; pendant que cette commande s'exécute, aucune autre commande au clavier ne sera prise en compte. Un système de réduction de la puissance d'alimentation est incorporé

dans les circuits.

On peut accroître l'efficacité du clavier en allouant à chaque touche plusieurs fonctions : ainsi avec la paire de « chips » MPS 2525-002/MPS 2526-002, chaque touche remplit jusqu'à trois fonctions différentes, que l'on définit au moyen de deux touches « shift » : c'est ce que l'on appelle aux États-Unis le « double shifting ». Le clavier

ne comporte plus dès lors, que vingt touches seulement (fig. 16).

MOS Technology Inc., a développé un « chip » (MPS 2529-103) pouvant être utilisé seul dans un calculateur scientifique, avec un clavier à 40 touches (similaire à celui de la paire MPS2525/MPS2526 ; une différence provient de l'affichage : le MPS2529/103

travaille avec un affichage à douze digits (au lieu de quatorze), dont neuf servent à la mantisse, deux à l'exposant et les deux derniers aux signes de la mantisse et de l'exposant.

Le circuit MPS2529-103 est connecté, comme précédemment, à une matrice de lignes et de colonnes (fig. 17), dont les nœuds correspondent aux touches du clavier. Ce circuit

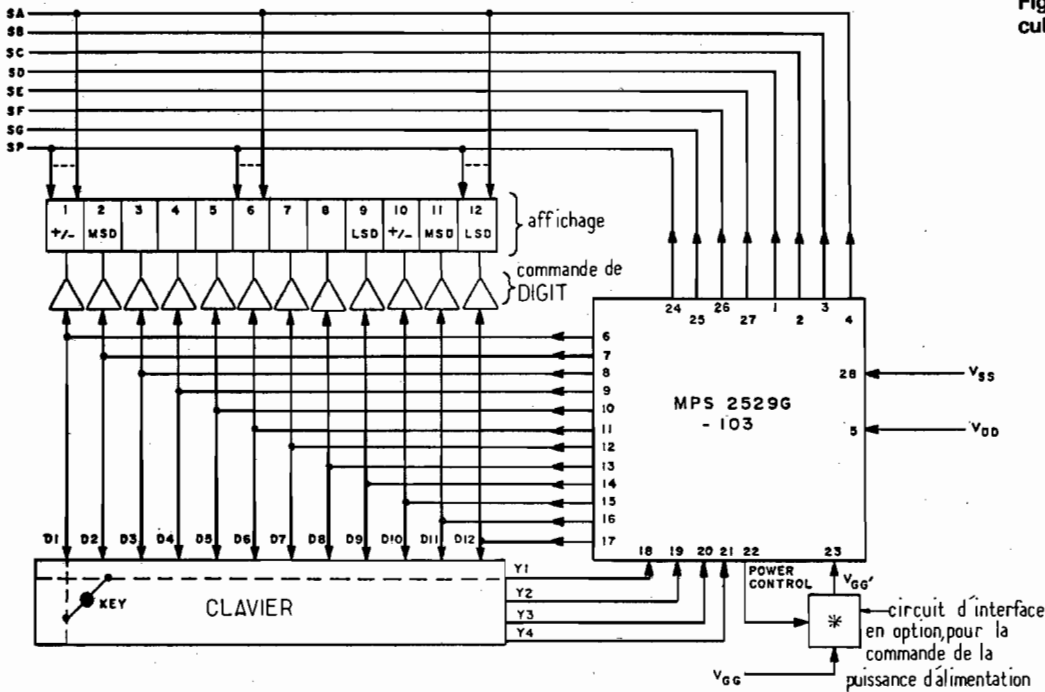


Fig. 17. - Schéma synoptique du calculateur scientifique à un seul « chip ».

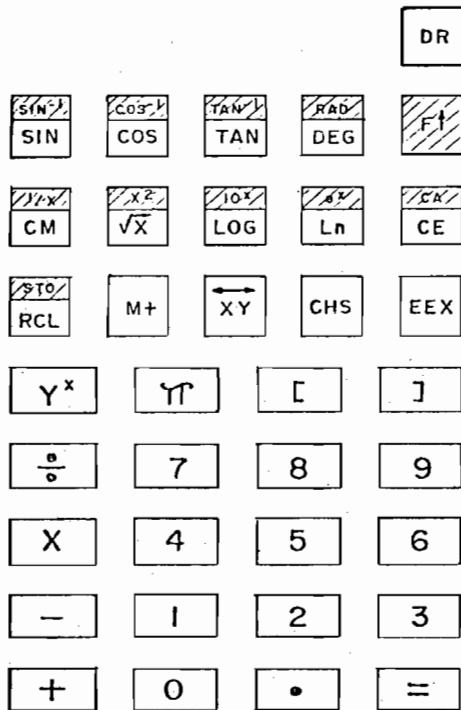


Fig. 18. - Clavier-type pour « chip » MPS 2521-007. La touche « DR » (« Display Restore ») permet de faire réapparaître sur l'écran un nombre préalablement affiché : l'affichage d'un résultat ne dure que 20 à 60 secondes ; l'écran s'étant ensuite automatiquement : on économise ainsi de l'énergie.

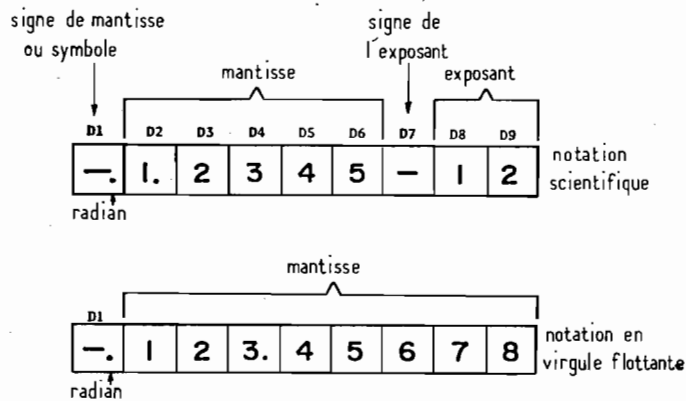


Fig. 19. - Affichage adapté au « chip » MPS 2529-007. Le calculateur peut travailler en virgule flottante ou en notation scientifique. La digit D1 sert à afficher des symboles : le signe de la mantisse ou des indications d'erreur, de dépassement de capacité, de faible capacité de batterie... lorsque le calculateur travaille en radians, un point s'allume sur ce digit.



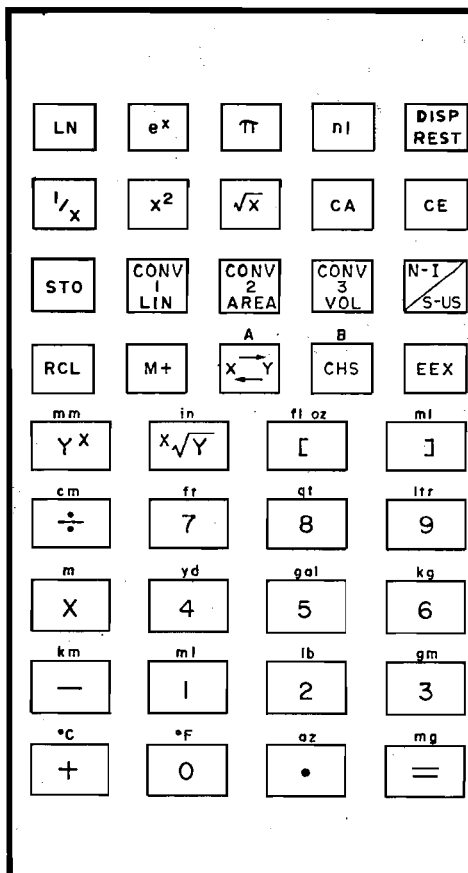


Fig. 20. - Clavier-type pour chip MPS 2529-104. Celui-ci possède trois mémoires que l'on « active » en appuyant sur l'une des touches « STO » (mise en mémoire), « RCL » (rappel d'un nombre en mémoire) ou « M+ » (accumulateur en mémoire), puis sur le numéro de la mémoire correspondante. Deux de ces mémoires (M2 et M3) sont partagées avec les deux niveaux de parenthèses : lorsqu'on utilise des parenthèses, le contenu précédent de ces deux mémoires est effacé.

remplit maintenant toutes les fonctions réservées précédemment au maître et à son esclave.

Une version simplifiée (le « chip » MPS2529-007) sert avec un clavier à 36 touches (fig. 18) et un affichage à neuf digits (fig. 19) ; c'est la notation scientifique qui est utilisée à l'affichage lorsque l'utilisateur introduit un nombre avec exposant (en pressant la touche « EEX ») ou lorsque le résultat ne peut pas être affiché en virgule flottante (c'est-à-dire lorsqu'il est supérieur à 99999999 ou inférieur à 0,0000001) ; dans les autres cas, le nombre est affiché en virgule flottante. Lorsque l'affichage se fait en notation scientifique, seuls les cinq premiers digits de la mantisse sont présentés, bien que le calcul s'effectue sur des nombres contenant 10 digits ; il est possible d'afficher huit digits de la mantisse en appuyant sur la touche « CONV » (l'exposant disparaît alors) ; une nouvelle pression sur cette touche fait réapparaître le résultat dans la notation scientifique normale.

Toujours avec un seul « chip » (MPS2529-104), il est possible de réaliser un calculateur à 40 touches au clavier, 12 digits affichés (8 pour la mantisse, 2 pour l'exposant) effectuant toutes les opérations arithmétiques, algébriques, transcendants classiques (même le calcul des factorielles et celui de la puissance  $1/x$  d'un nombre  $y$ ), et également 20 différentes conversions d'unités. Le calcul peut se faire avec deux niveaux de parenthèses ; le « chip » est pourvu de trois mémoires à accumulateur ; enfin trois conversions d'unités programmables sont possibles avec ce calculateur (fig. 20).

Les trois mémoires M1, M2, M3 du « chip » précédent peuvent servir à stocker des résultats intermédiaires ; elles peuvent aussi servir à stocker des facteurs constants qui serviront dans les conversions d'unités programmables ; deux touches A et B sont prévues à cet effet : une conversion programmée d'unités se fait au moyen de ces deux touches et de l'une

| Tableau I  |   |
|--|---|
| Voici la table des constantes de conversion intégrée dans le « chip » MPS 2529-104 |   |
| 1 millimeter   | = $10^{-3}$ meter                       |
| 1 centimeter   | = $10^{-2}$ meter                       |
| 1 kilometer  | = $10^3$ meter                          |
| 1 inch   | = $2.54 \times 10^{-2}$ meter           |
| 1 foot   | = $3.048 \times 10^{-1}$ meter          |
| 1 yard   | = $9.144 \times 10^{-1}$ meter          |
| 1 nautical mi  | = $1.852 \times 10^3$ meter             |
| 1 statute mi   | = $1.609344 \times 10^3$ meter          |
| 1 milliliter   | = $10^{-3}$ liter                       |
| 1 fluid ounce  | = $2.957352956 \times 10^{-2}$ liter    |
| 1 quart (liquid)   | = $9.46352946 \times 10^{-1}$ liter     |
| 1 gallon (liquid) (US)   | = $3.785411784$ liter                   |
| 1 gallon (liquid) (IMP)  | = $4.546092$ liter                      |
| 1 milligram  | = $10^{-6}$ kilogram                    |
| 1 gram   | = $10^{-3}$ kilogram                    |
| 1 ounce-mass (avdp)  | = $2.834952312 \times 10^{-2}$ kilogram |
| 1 pound-mass (avdp)  | = $4.5359237 \times 10^{-1}$ kilogram   |
| 1 gallon (liquid) (Imper, UK)  | = $4.546092$ liter                      |

des touches « CONV 1 », « CONV 2 », « CONV 3 » selon que le facteur de conversion se trouve dans la mémoire M1, M2 ou M3. Par exemple, si l'on stocke le nombre 365 dans la mémoire M1, puis si l'on frappe successivement « 1460 », « CONV 1 », « A », « B », on transformera 1460 jours en nombre d'années (on divise ainsi le nombre affiché : « 1460 » par le contenu de la mémoire M1) ; par contre si l'on frappe « 4 », « CONV 1 », « B », « A », on transforme 4 années en son équivalent en nombre de jours (on multiplie le nombre « 4 » affiché par le contenu de la mémoire M1).

D'ailleurs, dans tous les cas de conversion d'unités, il convient de conditionner le « chip » en lui précisant la nature de la conversion qui sera utilisée, en appuyant sur l'une des touches « LIN » (pour « linear units »), « AREA » (unités de surface), « VOL » (unités de volume). Ces trois touches sont les mêmes que celles utilisés pour les conversions programmables (CONV 1,

CONV 2, CONV 3) ; elles servent d'ailleurs aussi au traitement de nombres en mémoire (stockage, rappel, accumulateur). Lorsque l'on désire effectuer une conversion, on frappe successivement sur le clavier : la valeur à convertir, la touche de conditionnement, l'unité dans laquelle le nombre est connu, enfin l'unité à laquelle on désire connaître ce nombre : par exemple, pour convertir 32 degrés Fahrenheit (°F) en degrés Celsius (°C), on tape successivement : « 32 », « LIN », « OF », « °C » (tableau I).

La plupart des touches du clavier adapté au chip 2529-104 possèdent des fonctions doubles. Une touche spéciale fait la conversion de miles nautiques impériaux en US statute miles : à chaque pression de cette touche, le calculateur passe automatiquement d'une unité à l'autre ; un point s'allume sur le côté gauche de l'écran, lorsque le calculateur se trouve dans le mode « miles nautiques impériaux ».

Marc FERRETTI

(à suivre)