

# Démontons l'imprimante des TI 58 et 59 : le PC-100

Notre dernière incursion dans la TI 59 nous avait permis de décortiquer le lecteur de cartes magnétiques. Aujourd'hui nous quittons la calculatrice pour explorer son seul véritable périphérique : l'imprimante PC-100.

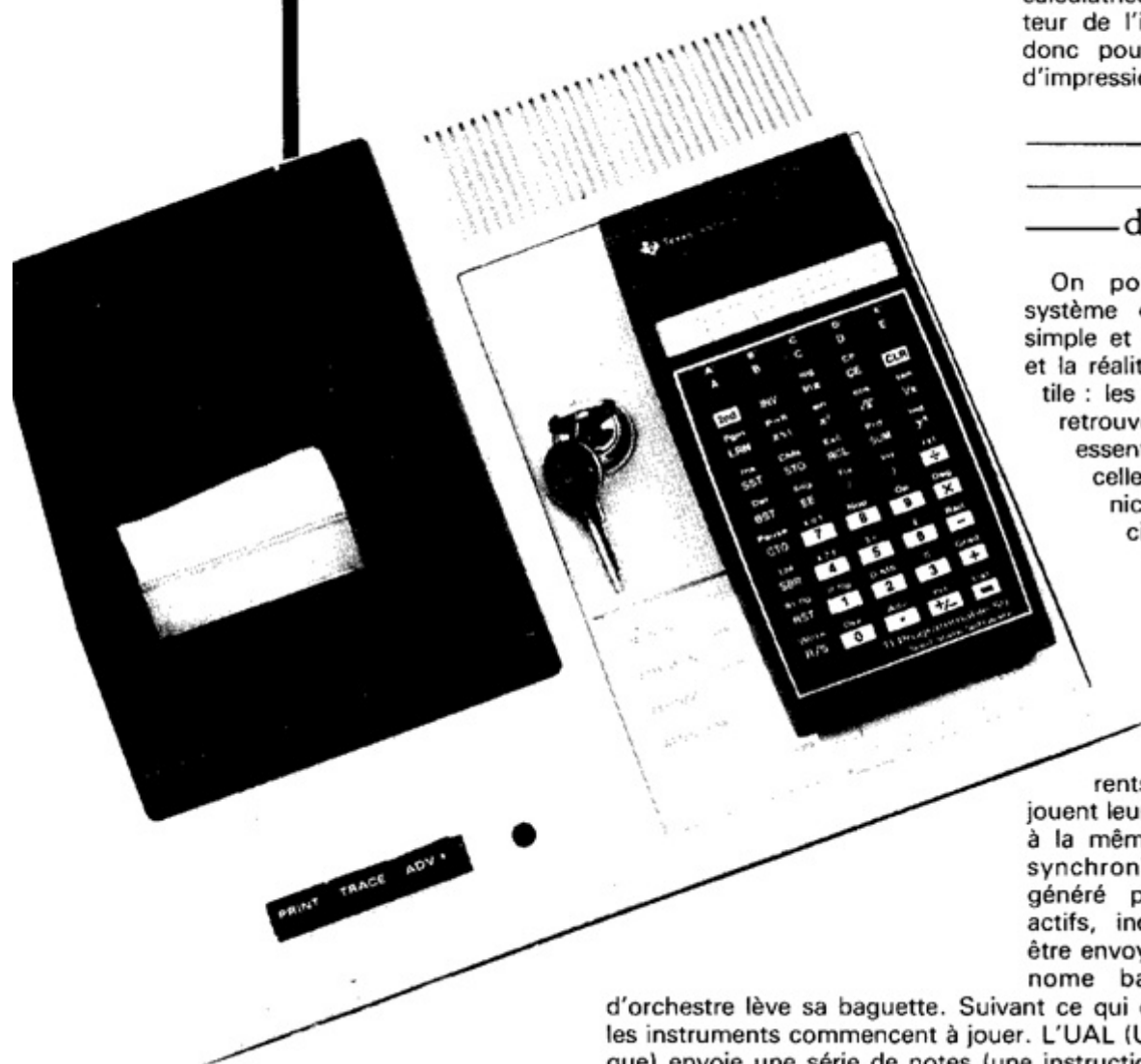
■ La voie que nous empruntons passe par le logement des accus où apparaissent douze plots de contact sur le circuit imprimé et deux languettes métalliques. Ces dernières assurent l'arrivée à la calculatrice de la tension d'alimentation qui lui est fournie par l'imprimante, lorsque les batteries sont enlevées (voir photos 1 et 2). Restent douze contacts côté calculatrice, moins un sur le connecteur de l'imprimante, onze liaisons donc pour transmettre les ordres d'impression et les données.

\_\_\_\_\_ Une \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ drôle \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ de musique... \_\_\_\_\_

On pourrait s'attendre à un système de transmission parallèle simple et classique. Il n'en est rien et la réalité est beaucoup plus subtile : les lignes de liaison que l'on retrouve sur le connecteur sont essentiellement les mêmes que celles qui assurent la communication entre les différents circuits de la calculatrice et permettent le dialogue en synchronisant les actions. Deux signaux d'horloge produits par le générateur de fréquence de la TI 59 battent la mesure afin que les différents instruments (les circuits)

jouent leur partition (les instructions) à la même cadence. Un signal de synchronisation, qui peut être généré par chacun des circuits actifs, indique qu'un message va être envoyé : pendant que le métronome bat la mesure, le chef

d'orchestre lève sa baguette. Suivant ce qui est écrit sur leur partition, les instruments commencent à jouer. L'UAL (Unité Arithmétique et Logique) envoie une série de notes (une instruction) vers la mémoire morte qui lui répond, puis s'adresse à la mémoire vive...





Et l'imprimante dans tout cela ? Elle a été programmée pour reconnaître plusieurs mélodies qui la concernent : ses instructions propres. Lorsqu'elle entendra une de ces mélodies, elle accomplira une action. En fait, elle n'a à surveiller que six mélodies différentes comportant chacune seize notes, traduisez : longues de seize bits chacune. Une de ces actions consiste à surveiller une autre ligne musicale sur laquelle sont transmises d'autres mélodies plus courtes (sept notes). Ces notes représentent les caractères qui seront stockés dans une mémoire spéciale jusqu'à ce

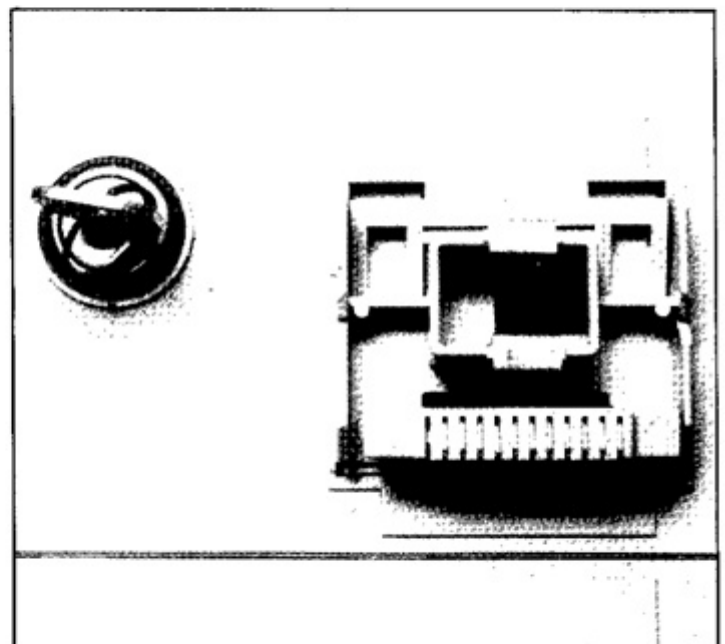
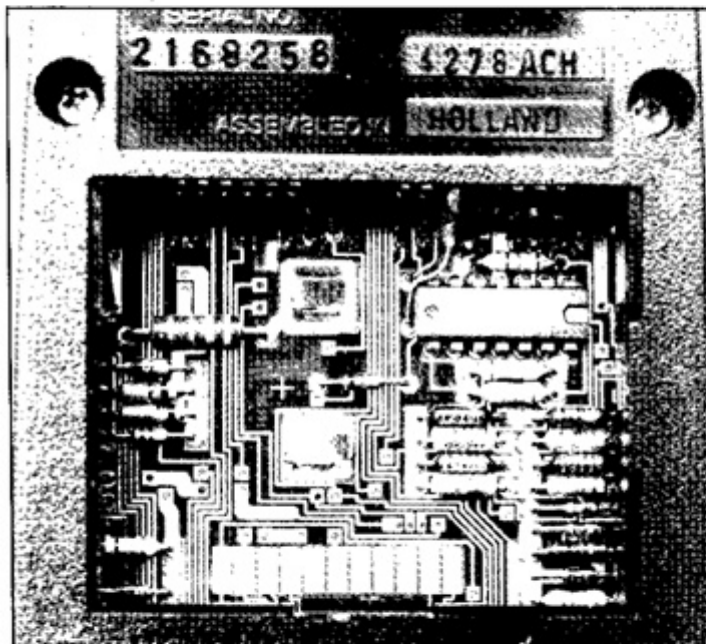
d'alimentation. Celle du dessus, encadrée par une résistance et le circuit de préamplification de lecture (LM 324), reçoit le contact de l'alimentation -3,8 volts. L'autre, notée + sur le circuit imprimé, est de 0 volt (la masse de la calculatrice). En dessous, on distingue les 12 contacts de liaison avec l'imprimante.

Nous allons les numéroter de gauche à droite, pour les repérer. Les bornes 4 et 10 véhiculent les deux signaux d'horloge. La 8 transmet le signal de synchronisation. L'apparition d'un front négatif par rapport à la masse sur ce contact sera le signal annonçant l'arrivée imminente

d'une instruction sur la borne 7 : l'instruction commencera à être transmise trois battements d'horloge après l'établissement du signal de synchronisation. Elle y sera délivrée séquentiellement, bit de poids faible en tête (à l'envers donc), et commencera toujours par trois 0 successifs. Les 0 sont représentés par une tension négative de 10 volts, les 1 par une tension nulle.

Les données sont transmises sur le neuvième contact du connecteur. Elles ont sept bits de long et sont aussi envoyées avec le bit de poids faible en premier. La borne 1 peut être mise à la masse par l'imprimante pour indiquer à la calculatrice qu'elle est occupée : « je travaille, ne pas déranger ». Les cinq contacts restants (le 12 n'est pas connecté) sont reliés à l'UAL, aux MEM de contrôle 582-583 et sont utilisés avec les commandes de l'imprimante PRINT, TRACE et ADVANCE.

Parmi toutes les instructions générées par la calculatrice, nous avons vu que six sont reconnues par l'imprimante. Elles ordonnent le chargement ou l'effacement de la mémoire d'impression, l'exécution de l'écriture d'un message préalable-



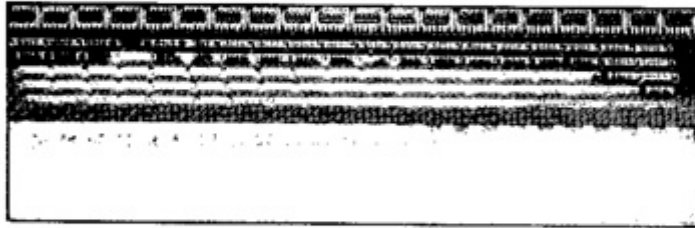
qu'arrive l'instruction ordonnant l'exécution de l'impression.

Cette description assez imagée nous a aidés à dégrossir un peu le principe des transmissions entre la TI 59 et son imprimante. Essayons de regarder d'un peu plus près maintenant. On peut distinguer dans le logement des piles de la calculatrice (photo 1) les deux languettes

**Photos 1 et 2.**  
**Le système de connexion côté calculatrice (à gauche) et côté imprimante (à droite) : un système de verrouillage par étai solidarise les deux éléments.**

ment chargé ou l'avance du papier. Deux autres instructions sont utilisées pour raccourcir les temps de transfert d'information. Ainsi, la commande FONCTION permet à l'imprimante de reconnaître les sept bits de données transmis sur la ligne 9 comme des ensembles de caractères représentant les fonctions les plus couramment utilisées (SIN,

## Démontons l'imprimante de la TI 58 et 59 : le PC-100



**Photo 3.**  
Un alignement de vingt groupes comptant chacun cinq éléments chauffants compose la tête d'impression.



**Photo 4.**  
Gros plan sur un ensemble de cinq éléments chauffants.

COS, RCL, GTO...). Quarante chaînes de caractères sont ainsi accessibles et transmises aussi rapidement que le serait un seul caractère. Cela permet entre autres de raccourcir le temps d'exécution d'un programme en mode trace puisque l'imprimante est moins occupée.

Si cette commande de fonction n'est pas utilisée, les sept bits transmis sur la ligne 9 sont considérés comme représentant l'un des 64 caractères que l'imprimante peut écrire. Le bit de poids fort étant toujours à 0, cela laisse bien  $2^6 = 64$  possibilités. Une simple conversion octal/binaire permet d'ailleurs de retrouver leur code d'introduction dans les registres d'impression. Ainsi le caractère  $\Sigma$  dont le code d'introduction est 77 (octal) est transmis sous la forme 0111111 à l'imprimante,  $\pi$ , codé 76, donnera 0111110, etc.

Nous connaissons maintenant les principaux signaux que la TI 59 peut envoyer à son imprimante. Voyons comment celle-ci peut les digérer et les transformer en écriture sur le papier.

Il convient de noter, tout d'abord, que le PC-100 est une imprimante thermique. Ce mode d'impression est le plus ancien sur ordinateur de poche et il est encore très répandu. Il présente en effet l'avantage d'être mécaniquement simple à réaliser et de permettre une bonne miniaturisation (ce n'est pourtant pas vraiment le cas pour le PC-100). Il est, de plus, relativement silencieux. Mais ce procédé ne va pas sans inconvénient : le prix du papier thermosensible est relativement élevé, et la trace écrite qu'il supporte est assez

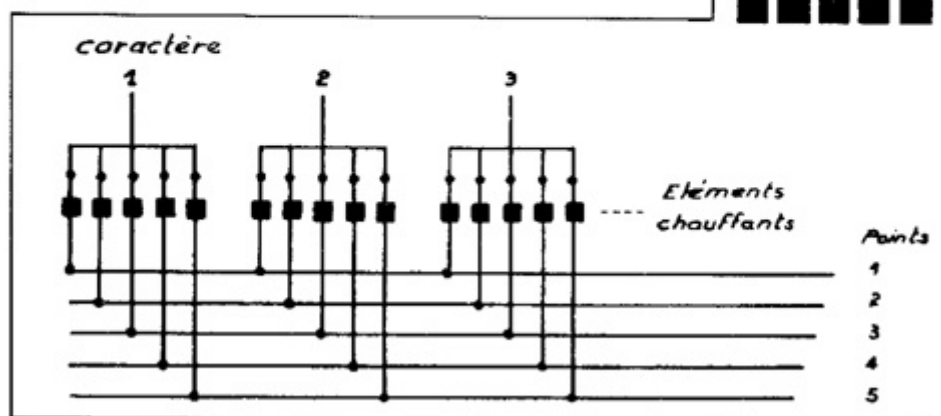
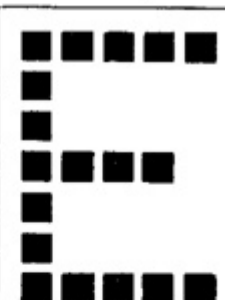
fragile (le soleil, la chaleur, certains adhésifs l'effacent à la longue).

Pour noircir du papier thermique et donc y imprimer des caractères, il suffit de le chauffer. La tête d'écriture est composée de minuscules points de chauffe capables d'atteindre très rapidement une température suffisante pour impressionner le papier ; ces points de chauffe ayant une inertie thermique faible, ils refroidissent assez vite pour ne pas laisser de trace pendant l'avance du papier.

Sur PC-100, la tête d'impression est disposée horizontalement et elle est fixe (photo 3). C'est le déplacement vertical du papier qui assure le matricage nécessaire à l'écriture des caractères. Pour chacun de ces caractères, il y a cinq éléments chauffants (photo 4) qui écrivent les points horizontaux, et sept déplacements successifs du papier permettent de placer les points au bon endroit. Pour écrire un E, les cinq éléments de chauffe sont tous allumés sur la première ligne, puis le papier avance d'un pas et seul le point de gauche (n° 1) est allumé sur la deuxième ligne de même que sur la troisième. En 4ème ligne, les points 1, 2, 3 et 4 chauffent. En 5ème et 6ème lignes, seul le point 1 est allumé. A la 7ème ligne enfin, tous les points sont allumés.

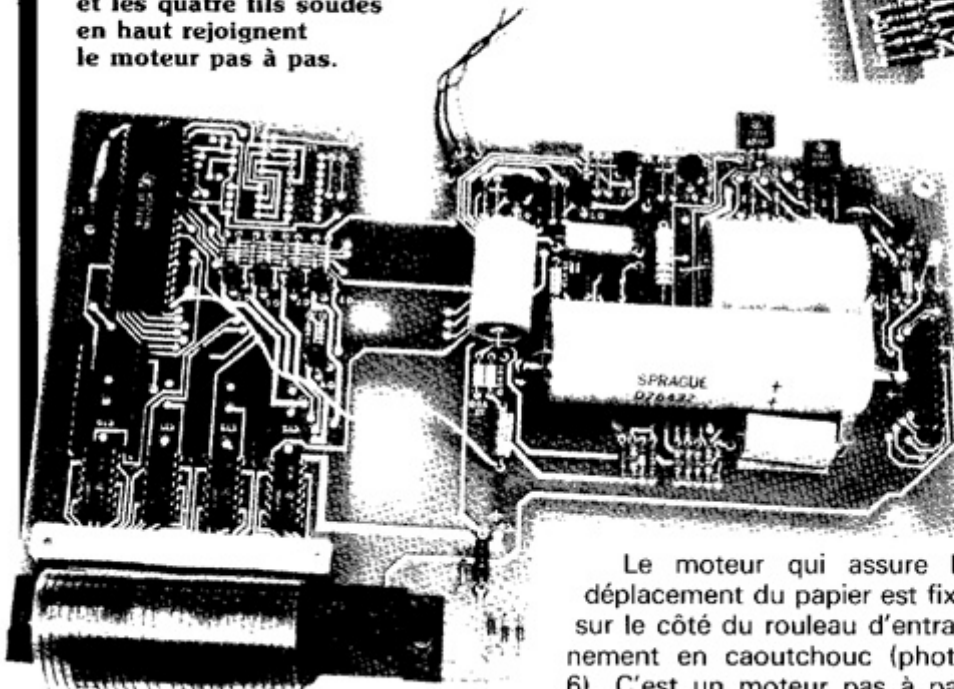
Vingt caractères peuvent être ainsi écrits par ligne, ce qui suppose donc 100 éléments chauffants sur la tête d'impression et, théoriquement, 200 fils de liaison électrique. Heureusement, ici encore, comme pour le clavier et l'afficheur de la calculatrice, le constructeur a eu recours à un « multiplexage » des commandes de points si bien que 25 connexions seulement sont utilisées. Les cinq cathodes de tous les éléments chauffants sont montées en parallèle sur les cinq lignes de commande des points. Toutes les anodes d'un même ensemble de cinq points (il y en a vingt) sont montées également en parallèle réalisant ainsi la commande de chaque caractère (voir schéma ci-dessous).

Les cinq lignes d'alimentation des points sont commandées par des thyristors 2N 5060 dont le courant de gachette est fourni par le circuit principal de l'imprimante, le TMC 0251.



Ce gros composant de 40 pattes ressemble beaucoup à un microprocesseur (photo 5), mais il ne mérite pas cette appellation. C'est un circuit spécialisé ayant quelques points communs avec le TMC 594 qui gère le lecteur de cartes. Un registre à décalage y reçoit les données transmises par le calculateur et les charge dans une mémoire tampon. Lorsqu'arrive l'ordre d'impression, le TMC 0251 organise la répartition des points et des caractères, puis il imprime la première rangée de points et commande l'avance du moteur d'entraînement du papier. La seconde rangée de points est imprimée, le papier avance et ainsi de

**Photo 5.**  
Vue d'ensemble du circuit imprimé. La nappe de conducteurs est reliée à la tête d'impression et les quatre fils soudés en haut rejoignent le moteur pas à pas.



suite, jusqu'à la 7<sup>e</sup> rangée. Un saut de ligne est alors demandé au moteur.

L'alimentation des vingt caractères est commandée par le circuit dont nous venons de parler. Mais les sorties ne délivrent pas un courant suffisant pour permettre l'échauffement des points. Trois circuits ULM 2002 jouent le rôle d'interface de puissance pour assurer une intensité convenable.

Le PC-100 B que nous avons photographié n'a pas exactement les mêmes circuits que le PC-100 C que nous venons de décrire : quatre SN 96912 y remplacent les trois ULM 2002, et chacun commande cinq caractères.

Le moteur qui assure le déplacement du papier est fixé sur le côté du rouleau d'entraînement en caoutchouc (photo 6). C'est un moteur pas à pas qui répond lui aussi aux ordres du circuit TMC 0251.

Contrairement à un moteur électrique classique qui tourne continuellement tant qu'il est alimenté, un moteur « pas à pas » peut faire tourner son arbre par à-coups puis se bloquer dans la nouvelle position jusqu'à la commande de rotation suivante.

Reste à parler des alimentations qui permettent le fonctionnement de tout ce petit monde. Un transformateur délivre deux tensions alternatives de 10 à 24 volts. Elles sont redressées par des ponts de diodes 1N 4002 puis régulées par des circuits 796 C (PC-100 C) ou des transistors TIP 31 (PC 100 B). De gros

**Photo 6.**  
Seuls éléments mobiles de l'imprimante avec les interrupteurs : le tambour en caoutchouc et son moteur.



condensateurs assurent le filtrage (4700  $\mu$ F ou 2200  $\mu$ F).

Les dix volts alternatifs deviennent, après redressement et régulation, 3,8 volts continus qui alimentent la calculatrice et chargent la batterie, si elle est placée dans son logement, sur l'imprimante. Une résistance de 68  $\Omega$  limite le courant de charge. Les 24 volts alternatifs produits au deuxième enroulement du transformateur fournissent les trois tensions continues nécessaires au fonctionnement de l'imprimante : -10 v, -17v, -18v (masse à 0 volt).

### — Des bricolages — — sur l'imprimante ? —

Certains sont possibles, mais malheureusement ils nécessiteraient une description encore plus longue que cet article.

On peut par exemple utiliser les commandes de caractères des ULM 2002 ou de points des thyristors 2N 5060 pour gérer des automatismes. Il faut, bien entendu, réaliser des interfaces convenables capables de piloter des relais, thyristors ou triacs. Les signaux de commande des moteurs pas à pas sont aussi exploitables en complément. Si toutefois vous n'avez pas trop peur pour votre PC-100...

□ Xavier de La Tullaye