

# INITIATION AU CALCUL ELECTRONIQUE

## LES PÉRIPHÉRIQUES D'ORDINATEURS

(Suite et fin, voir n° 1 308, 1 313, 1 316 et 1 318)

LES chercheurs de l'université de l'Utah aux Etats-Unis, ont mis au point un ensemble informatique capable de représenter, en perspective, des images en couleur et en demi-teintes. Celles-ci pourront être modifiées de manière continue, en temps réel. Voilà, en somme, l'équivalent du cinéma en couleur et en relief. Ces mêmes chercheurs perfectionnent également un dispositif de visualisation d'images tridimensionnelles, créées par un ordinateur : le dispositif se place sur la tête, comme un casque, et les images en perspectives apparaissent sur de petits écrans cathodiques ; ces dernières changent d'aspect lorsque l'observateur bouge la tête.

Ces travaux font partie d'un programme de recherches sur le « dialogue graphique » homme-machine : il faut mettre au point des unités de visualisation liées à l'ordinateur, facilement utilisables par chercheurs et ingénieurs travaillant sur machine à calculer.

### CONVERSER AVEC LES MAINS...

Un autre système de communication avec l'ordinateur a été étudié au Royal Radar Establishment à Malvern, en Grande-Bretagne : il s'agit du système dénommé « Touch-Display », qui est actuellement fabriqué par deux firmes britanniques : Marconi et Plessey.

Touch-Display, initialement, fut conçu pour les contrôleurs de trafic aérien, afin de leur permettre de prendre très rapidement des décisions, transmises directement à un ordinateur. Dans ce système, le tube cathodique est recouvert d'un masque contenant un ensemble de fils, sensibles au toucher du doigt grâce à une variation de capacité lorsque l'opérateur a pointé l'écran.

Un code est transmis à l'unité centrale qui détermine quelle zone de l'écran est indiquée par l'utilisateur.

### ... ET LIRE ELECTRONIQUEMENT

Une autre innovation récente a été introduite par les Bell Telephone Laboratories : il s'agit d'un circuit intégré capable de lire les graphiques et schémas, et de communiquer cette lecture électronique directement à un ensemble de calcul. Le circuit intégré est une pastille de silicium sur laquelle ont été déposées 288 électrodes. Ces électrodes sont regroupées par paquets de trois et chacun des groupes de trois électrodes constitue une cellule de lecture.

L'une des électrodes d'un groupe de trois est reliée à un conducteur commun sur lequel est branchée une des électrodes de chacun des autres groupes. C'est, en somme, une sorte d'élément de polarisation des cellules de lecture.

Lors de la lecture, une lentille optique envoie l'image sur le circuit intégré (Fig. 11). Le flux lumineux crée des porteurs minoritaires (ici des électrons) au sein du silicium. Or, dans chaque groupe d'électrodes, l'électrode centrale est la plus positive : c'est sous cette électrode que vont se rassembler les électrons induits par le flux lumineux. Lorsque la lecture a été

réalisée, la pastille de silicium contient des paquets d'électrons qui reflètent le flux de lumière ayant frappé chaque groupe d'électrodes.

La lecture est terminée en 2,5 millisecondes. Il faut maintenant transférer les paquets d'électrons vers l'unité de traitement de l'information graphique : pour cela, on modifie la distribution de tension des électrodes pour augmenter la tension de la 3<sup>e</sup> électrode. Les paquets d'électrons sont ainsi déplacés pas à pas vers l'électrode la plus positive, et de proche en proche, vers l'électrode collectrice, à l'extrémité de la pastille de silicium. En 96 millisecondes, tout est pratiquement terminé.

La technique est dite de « lecture à couplage de charges ».

### LA CATHODOLUMINESCENCE AFFICHE LES RESULTATS...

Ainsi qu'on peut le constater, le domaine des périphériques d'ordinateurs est en pleine crise de croissance. Le lecteur électromécanique, l'imprimante à impact s'avèrent chaque jour dépassés. Une autre preuve de ce besoin d'innover est apportée par la N.C.R. : les chercheurs N.C.R. travaillent à la mise au point d'un système basé sur le phénomène dit de « cathodoluminescence ».

La cathodoluminescence fait intervenir des substances phosphorescentes pouvant devenir lumineuses sous l'effet d'impulsions électriques.

Afin de démontrer l'extrême pouvoir séparateur et la « remarquable » luminosité caractérisant ce type d'écran, la N.C.R. a réalisé le plus petit écran de télévision du monde. C'est ainsi, qu'à l'aide d'un appareil optique grossissant, on peut regarder une émission télévisée « en direct », sur un écran donnant des images à peine plus grandes qu'une tête d'épingle, mais dont la qualité est nettement supérieure à celle des images des téléviseurs ordinaires.

Vue à l'œil nu, l'image présente l'aspect d'un point lumineux vacillant, mais, observée à travers l'optique grossissante, s'y révèlent les moindres détails de la scène projetée : l'écran du micro-téléviseur N.C.R. (2,5 mm de côté) comporte un revêtement de substances phosphorescentes qui, bombardé par des électrons, permet de réaliser des images d'une « incomparable » uniformité sans aucun grain.

C'est un composant des périphériques de demain.

### L'ELECTROLUMINESCENCE EGALEMENT !

Parallèlement au développement des écrans cathodiques pour péri-

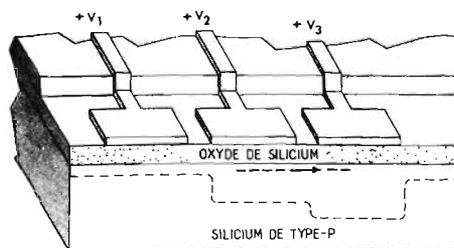


Fig. 11. — Lecture par couplage de charges.

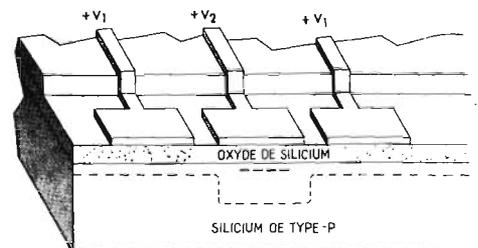


Fig. 12. — Transfert de l'information dans la cellule à couplage de charges.



Today, with more than 100 million telephones in the United States the Bell System and other members of the telephone industry are prepared to make millions of connections so that a conversation can be held between any two telephones.



Photo 27. — Ces trois images ont été lues par la cellule à couplage de charges, puis mises en mémoire dans un ordinateur. La reconstitution des images apparaît excellente. (Cliché Bell Telephone Lab.)

phériques d'ordinateurs, d'autres études ont été poursuivies afin d'utiliser le phénomène d'électroluminescence dans de nouveaux produits industriels. Actuellement, les diodes électroluminescentes paraissent devoir déboucher sous forme d'écrans ultra-plats.

La diode électroluminescente consiste, dans sa forme la plus simple, en une structure sandwich contenant une électrode transparente, une couche de phosphore et une seconde électrode, souvent métallique (Fig. 13). Lorsque l'on applique une tension électrique suffisante sur les électrodes, le phosphore, entre les électrodes, émet un rayonnement lumineux. Le phosphore est obtenu par dépôt sous vide ; son épaisseur est de l'ordre de 2 microns. En général, les électrodes sont en oxyde d'étain.

La plupart du temps, les diodes sont disposées sous forme de barrettes et sept barrettes sont associées pour former la figure du « 8 ». En excitant l'une ou l'autre des barrettes, on peut afficher tous les chiffres décimaux compris entre 0 et 9.

Les laboratoires de recherches de Marconi ont apporté une première innovation en miniaturisant les dispositifs d'affichage électroluminescents. Ici, chaque caractère est relié au générateur de caractères alphanumériques par 12 fils, alors qu'usuellement, il en faut 36. Chacun des caractères est formé par une matrice de 35 diodes de phosphore-arséniure de gallium, réparties en 5 colonnes de 7 diodes. Le générateur de caractères est capable de générer toutes les lettres de l'alphabet, tous les chiffres de 0 à 9 et jusqu'à 28 symboles spéciaux, sur deman-

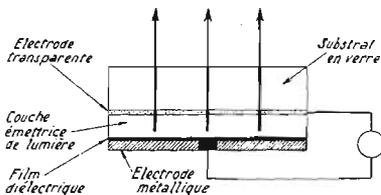


Fig. 13. — Une diode électroluminescente : un rayonnement lumineux est émis lorsque l'on applique une tension électrique convenable sur les électrodes.

de ; ce générateur est constitué d'une mémoire à « lecture seulement » de 2 240 bits, réalisée en technologie MOS.

L'innovation la plus récente provient du Research & Development Center de la General Electric. Les diodes deviennent minuscules : un panneau d'affichage contient 7 000 diodes électroluminescentes, capables d'afficher simultanément quelque 200 caractères alphanumériques. Le nombre d'interconnexions est très faible : 1 200 seulement. Une future variante du panneau ne contiendra plus que 200 interconnexions.

Dans le panneau d'affichage General Electric, chaque caractère est également formé par l'excitation d'une matrice de 5 fois 7 diodes électroluminescentes, dont la hauteur totale n'excède pas 3 mm.

L'écran ultra-plat est donc réalisé en laboratoire et gageons que les managers de General Electric seront suffisamment éloquents et influents pour détrôner les tubes à rayons cathodiques, beaucoup plus encombrants.

### LES PLASMAS ENTRENT EN JEU

Les dispositifs d'affichage à décharges dans des gaz, plus connus sous la dénomination de panneaux d'affichage à plasma, sortent subitement des laboratoires de recherches pour devenir un produit industriel. Au mois de mai dernier, des terminaux d'affichage à plasma furent livrés à l'université de l'Illinois aux U.S.A., par Magnavox Corp., pour être reliés à l'ordinateur local. Si ces terminaux donnent pleinement satisfaction, 250 autres unités similaires pourraient être livrées à cette université !

Les prix de ces unités sont fort intéressants : les 10 terminaux Magnavox sont revenus à 5 000 dollars pièce ; dans deux ans, si le produit est industrialisé en série, le prix pourrait être divisé par deux ; un terminal à tube cathodique, revient, quant à lui, à 8 000 dollars, soit 60 % plus cher du prix actuel de l'affichage à plasma !

Les Américains sont suivis par les Japonais : Fujitsu vient de pré-

senter un prototype très perfectionné de console d'affichage à plasma. Ce prototype sera testé au sein même de la société avant d'être commercialisé.

En soi, le tube d'affichage à plasma consiste en trois feuilles de verre : la feuille centrale est percée de trous, tandis que les deux feuilles extrêmes sont recouvertes d'un réseau d'électrodes : l'assemblage se fait de telle sorte que les électrodes de l'une des feuilles de verre, soient perpendiculaires aux électrodes de l'autre feuille (Fig. 14). L'ensemble est scellé, mis sous vide pour que la zone interélectrode se comporte comme une région favorable aux décharges électriques. Chaque cellule de décharge se situe devant les trous de la feuille de verre intermédiaire.

Chaque cellule de décharge est bistable : de sorte qu'en appliquant un signal électrique sur une électrode, on crée une décharge électrique entre électrodes, qui se per-

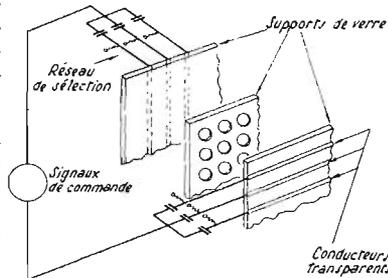


Fig. 14. — L'unité d'affichage à plasma.

pétue même lorsque le signal créateur a disparu. Vue de l'extérieur, la présence d'une décharge dans une cellule se traduit par un point lumineux sur l'écran. En excitant un certain nombre de cellules séparément, on fait apparaître lettres, signes ou images sur l'écran.

En plaçant sur l'écran, divers phosphores, on est à même de disposer de plusieurs couleurs : c'est sur ce principe que fonctionne le Digivue mis au point par Owens-

Illinois ; trois phosphores sont utilisés pour obtenir un tube d'affichage en couleurs.

### VERS L'ORDINATEUR QUI PARLE ET ECOÛTE

La parole donne une dimension nouvelle aux ordinateurs ; mais les unités de réponse vocale n'ont pas encore trouvé une grande diffusion sur le marché et cela est dû essentiellement à trois raisons :

- une telle unité ne permet pas encore de créer un dialogue ; en effet, les techniques de reconnaissance de la parole ne sont encore qu'au stade de la recherche et la communication homme-machine doit être effectuée par des moyens conventionnels ;
- elle ne permet pas, par ailleurs, de garder un document matériel de la réponse, document qui, dans bien des cas, s'avère nécessaire ;
- enfin, une telle unité à réponse vocale a un vocabulaire encore limité.

Ainsi les ordinateurs à réponse vocale ne sont-ils pas prêts à ressembler à « Hal », le supercomputer du film « 2001 ». Cependant les spécialistes sont prêts à parier que le vocabulaire, limité encore aujourd'hui à environ 400 mots, atteindront 10 000 mots en 1975.

Imaginons une entreprise de distribution, ayant pour tâche de desservir un grand nombre de détaillants, à partir d'un ensemble d'entrepôts régionaux. Un ordinateur assure la gestion du stock, c'est-à-dire qu'il connaît, à tout moment, l'état des disponibilités du magasin. Le détaillant, de son côté, à besoin de savoir où il peut se procurer l'article dont il veut assurer la vente. Il faut donc lui permettre d'avoir accès à l'information que seul connaît un ordinateur souvent fort éloigné. Le poste téléphonique est l'outil le mieux



Photo 28. — Les diodes électroluminescentes fournissent l'affichage électronique par excellence (Cliché Marconi.)

adapté à ce genre de communication : il est en effet, de tous les terminaux connus, le moins cher et le plus répandu. Ayant posé sa question sous forme codée, soit à partir du cadran, soit à partir d'un clavier associé au poste, l'utilisateur reçoit immédiatement une réponse vocale.

D'autres applications concernent les machines à enseigner. Là, l'élève assis devant un pupitre, communique personnellement avec la machine. Le texte, parlé, plus souple dans ses intonations, permet de mieux nuancer les observations qu'une simple phrase dactylographiée.

♦♦

Dans un autre domaine, considérons les problèmes de la surveillance des avions en vol : le contrôleur au sol n'agira bientôt plus comme traducteur : il lui sera seulement demandé de lire des messages écrits reçus d'un ordinateur, pour les communiquer, par radio, au pilote. Pourquoi s'embarrasser d'un intermédiaire humain ralentissant les communications au pilote et engendrant des erreurs ? L'ordinateur pourrait parler au pilote directement ; le contrôleur, débarrassé de tout travail mécanique, aura à résoudre certains problèmes exceptionnels.

### COMMENT FAIRE PARLER UN COMPUTER ?

Certaines machines conservent leur vocabulaire sous forme analogique, sur des supports magnétiques ou optiques. La dernière en date est le Voicepac-2000 commercialisé par Periphonics : les bribes de mot sont enregistrées sur un disque, selon une technique de codage semblable à la technique de

modulation par impulsions codées employée depuis peu pour les télécommunications. Voicepac-2000 pourrait bientôt stocker 2 000 mots de vocabulaire et, dans un avenir proche — en 1975 — son lexique contiendra 10 000 mots. Les centres d'études I.B.M. ont fait appel également à des techniques de compressions analogiques de la voix, qui, appliquées avant la quantification permettent de diminuer le taux d'informations contenues dans le signal analogique : l'outil utilisé est connu sous le nom de Vocoder. Cet appareil permet d'extraire de la voix, ses paramètres fondamentaux, caractéristiques du son pendant un intervalle de temps de quelques dizaines de millisecondes.

Les sons vocaux peuvent être divisés en deux grandes catégories suivant qu'il y a, ou non, vibration des cordes vocales du larynx. Un premier paramètre concerne donc l'existence de cette vibration. Lorsqu'elle est présente (c'est le cas dans les voyelles), il faut en mesurer la fréquence. Cette information, appelée mélodie, donne la hauteur, au sens musical, de la voyelle. Le timbre du son est donné par les cavités résonnantes du système phonatoire humain, qui renforcent ou atténuent les divers harmoniques du son fondamental produit par les cordes vocales. Dans le cas des sons non laryngés (consonnes sourdes), tout se passe comme si une source de bruit était modulée par ces mêmes cavités résonnantes. Par suite, une dernière série de mesures donne le troisième groupe de paramètres qui définit la forme du spectre d'énergie du signal en fonction de la fréquence. Finalement, un analyseur de Vocoder comprend :



Photo 30. — Cecil H. Coker, à la console d'un ordinateur des Bell Telephone Laboratories, tape un texte au clavier ; la machine lit oralement le texte frappé, tandis que sur l'écran cathodique apparaît une bouche humaine qui reconstitue les mouvements des organes sonores humains.

- un détecteur de présence de mélodie ;
- un dispositif de mesure de mélodie ;
- un système d'analyse spectrale.

Ces trois groupes de paramètres sont conservés en mémoire. Pour parler, l'unité logique transmet ces informations à un synthétiseur, constitué par un jeu de filtres, couvrant tout le spectre à reproduire. Le jeu de filtres est alimenté, en parallèle, soit par des impulsions créées à la fréquence de la mélodie, soit par un générateur de bruit utilisé dans le cas des sons non laryngés. A chaque impulsion de commande, les filtres résonnent pendant quelques périodes, chacun à sa fréquence propre. En modulant le signal entrant dans chaque filtre par le niveau d'énergie mesuré à l'analyse dans la bande correspondante, on lui fait restituer une partie du spectre vocal d'origine.

La difficulté majeure réside dans la mesure de la mélodie, il est possible de tourner ce problème en faisant appel à d'autres techniques de Vocoder, comme par exemple, le Vocoder à excitation vocale, appelé hybride.

A signaler que d'intéressants travaux sur la synthèse de la parole ont été entrepris par un groupe de chercheurs grenoblois : ceux-ci ont montré que l'appareil réalisé par leurs soins pouvait être commandé à partir d'une quantité réduite d'informations de l'ordre de 1 000 bits par seconde, alors que la quantité d'informations sonores transmises par téléphone est voisine de 56 000 bits par seconde.

### L'HOMME REPOND A LA MACHINE

A la Belle Epoque, l'image de marque du phonographe était ce fameux chien écoutant la voix de son maître. Bientôt, les marchands d'ordinateurs pourront remplacer le chien par un computer pour

donner une image de marque nouvelle à leurs produits.

En 1969, déjà, les Britanniques exposèrent un Votem (Voice Operated Typewriter Employing Morsecode), machine à écrire qui tape directement sous la dictée. Il suffit de dicter le texte en code morse, les traits étant prononcés « dah » et les points « di », pour que la machine à écrire frappe correctement le texte dicté. Son vocabulaire apparaît cependant bien sommaire...

Le Voice Command System est doué d'un lexique plus large, puisqu'il reconnaît 128 mots. Ce système, qui vient d'être annoncé par la Scope Electronic Inc., de Reston aux U.S.A., comprend un analyseur vocal relié à un convertisseur analogique digital qui envoie ses signaux à une unité centrale ; les signaux de référence (le dictionnaire de la machine) sont contenus dans une mémoire à 1 024 mots de 8 bits.

L'application la plus immédiate de ce système sera trouvée dans le contrôle du vol des avions.

### UN BRILLANT AVENIR

Si l'on en croit les experts américains de l'organisation Diebold, spécialistes en étude de marchés, les systèmes vocaux sont promis à un très brillant avenir. En informatique bien sûr, mais aussi dans d'autres domaines industriels. Citons par exemple la vérification de l'identité d'un interlocuteur par son empreinte vocale, application d'un intérêt majeur lorsque l'on recherche l'accès téléphonique à une information de nature confidentielle.

Les systèmes mis en œuvre actuellement ne sont que les premiers balbutiements de techniques récentes ; l'importance et la variété des applications que l'on peut envisager justifient pleinement la poursuite d'efforts d'études et de développements dans ces domaines.

Marc FERRETTI.

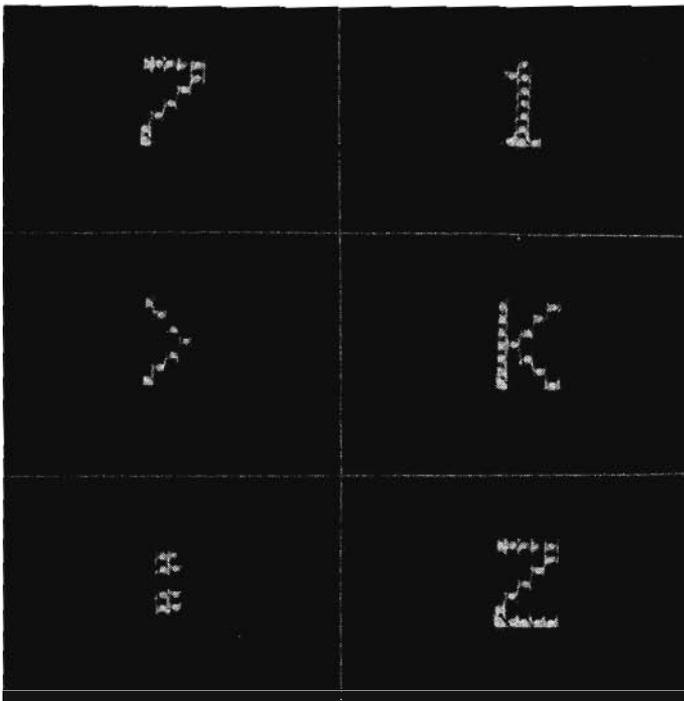


Photo 29. — Chacun de ces caractères a 3 mm de haut. Ils sont formés sur une minuscule matrice de 35 diodes électroluminescentes. (Cliché General Electric.)