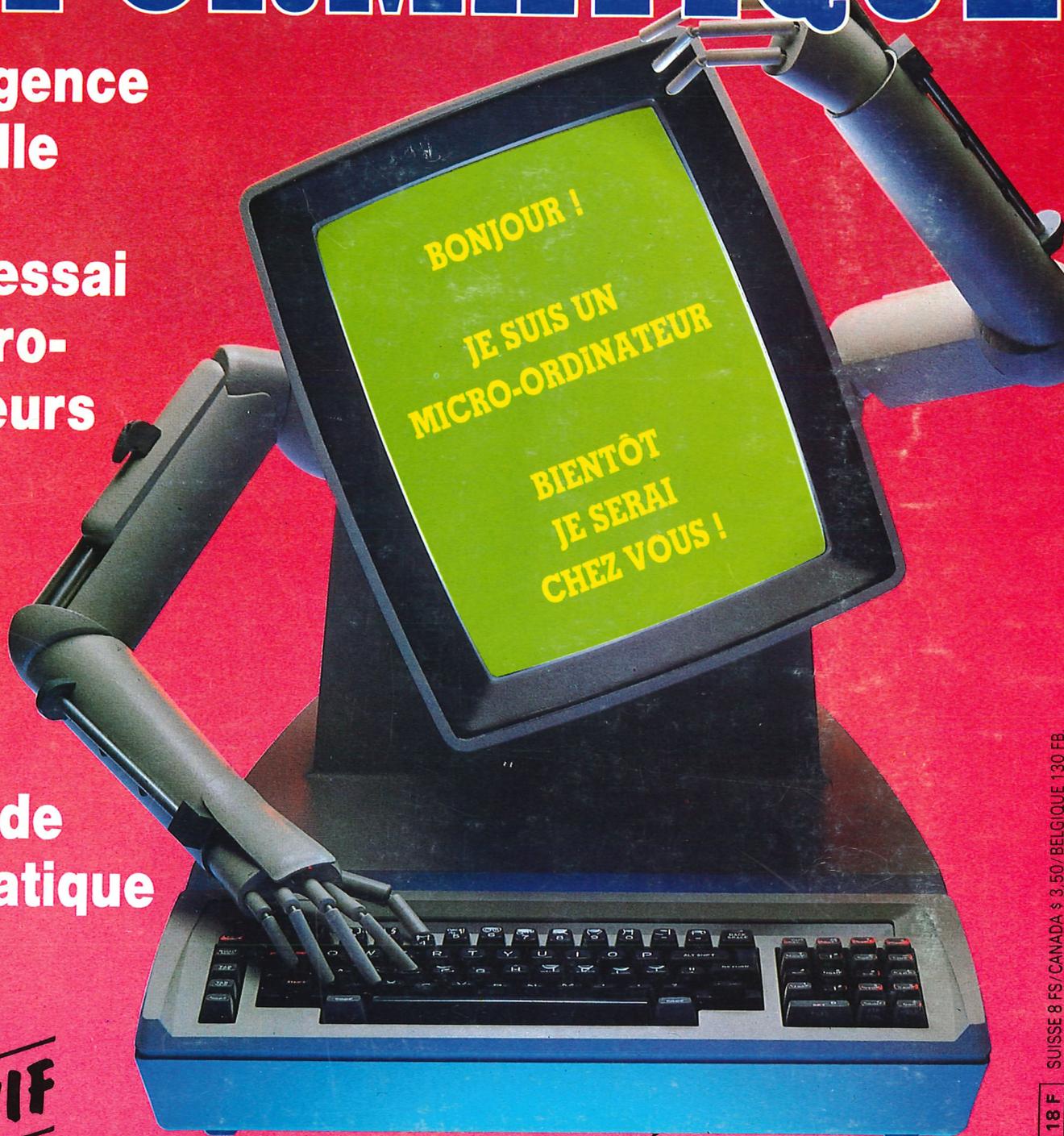


LA RÉVOLUTION INFORMATIQUE

L'intelligence artificielle

Banc d'essai des micro-ordinateurs

Les métiers de l'informatique

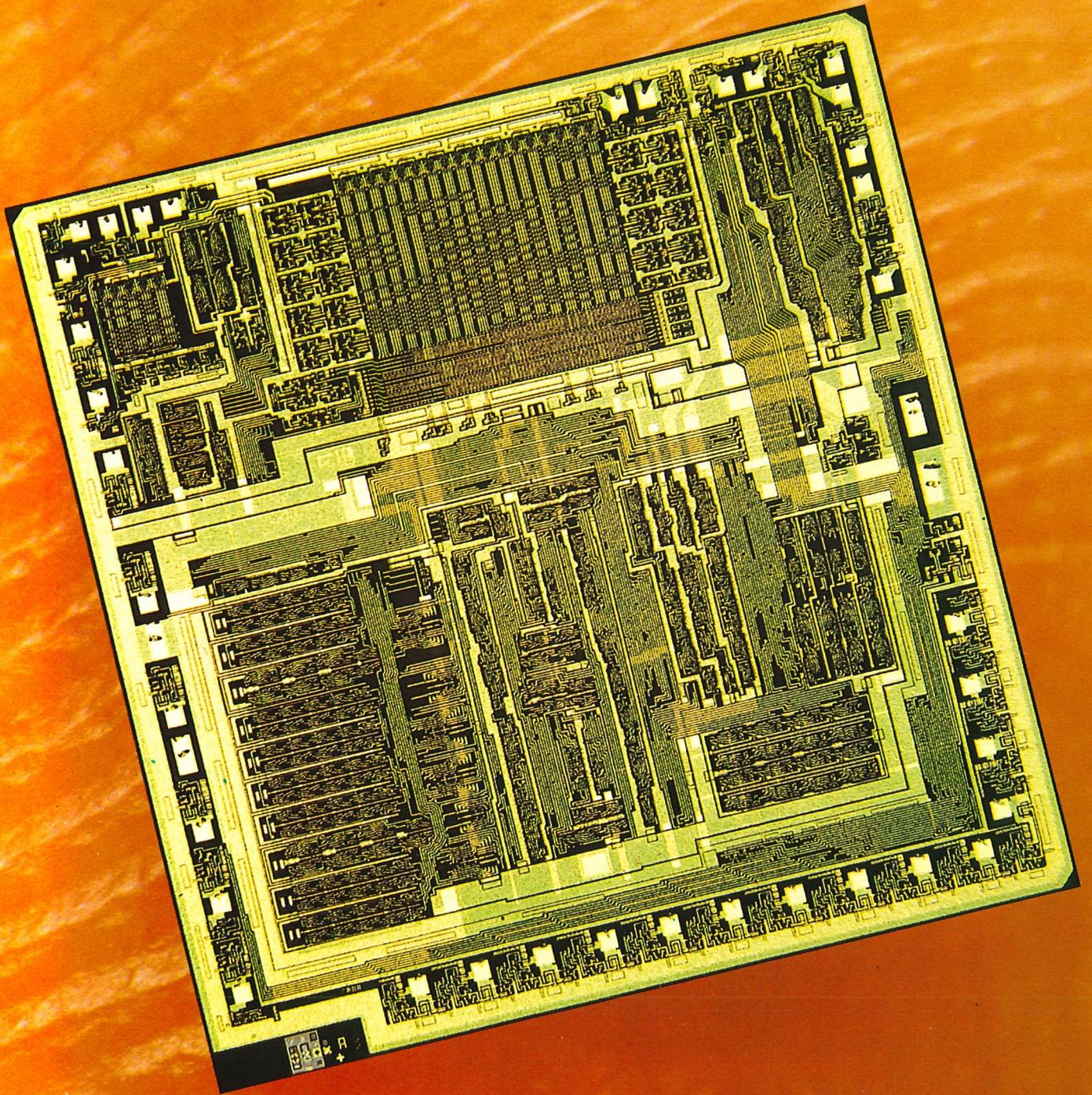


EXCLUSIF

DANS CE NUMÉRO

Ordinapoche

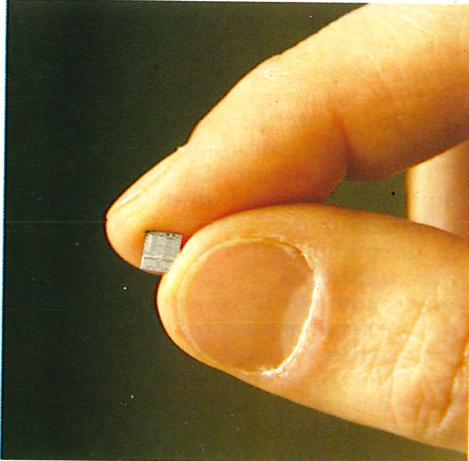
VOTRE PASSEPORT POUR L'INFORMATIQUE



ET L'HOMME CRÉA LA PUCE...

L'ère des machines « intelligentes » est bel et bien commencée. Elles sont tout autour de nous, sans qu'on s'en aperçoive vraiment. Depuis le plus puissant ordinateur jusqu'aux innombrables gadgets programmés, il y a, dans chaque appareil plus ou moins « doué », plus ou moins accessible, une « puce » qui sommeille...

Voici une puce agrandie environ 40 fois. Ce microprocesseur qui ressemble au réseau complexe d'une cité est un carré de 4 mm de côté.



Une révolution se prépare, sous nos yeux. Si elle n'est apparente pour tous, les signes précurseurs ne manquent pourtant pas. Et il est fort probable qu'elle transforme radicalement notre mode de vie, notre façon de communiquer, de travailler, de voyager, et jusqu'à nos distractions. Mais le changement qui s'annonce ne ressemble en rien à ceux que nous avons vécus par le passé. La révolution industrielle a trouvé appui sur un potentiel de matières premières et d'énergie abondantes et bon marché et fondé son essor en grande partie sur l'alliance de la machine et de l'effort physique humain. Nous mesurons aujourd'hui ses limites et la précarité du « consensus social ».

Au même moment naît l'industrie de l'information, une industrie « propre » qui n'exige que peu de ressources et beaucoup de matière grise. Son moteur essentiel : la rencontre de deux technologies, représentées par l'ordinateur et le circuit intégré. Aujourd'hui, une « puce » de silicium — minuscule composant électronique de la taille d'un ongle — a un pouvoir d'action sans commune mesure avec ses dimensions. L'explosion de l'électronique et du microprocesseur en particulier auront des retombées bé-

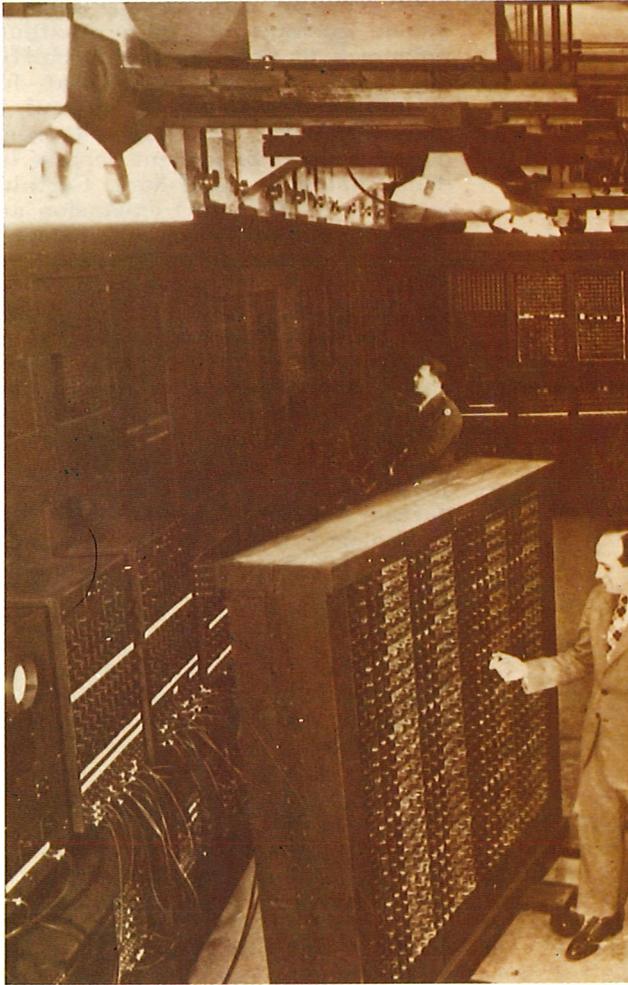
néfiques sur l'ensemble des secteurs faisant encore appel aux fonctions mécaniques.

On compte aujourd'hui dans le monde quelque 400 000 ordinateurs universels en service, soit un chiffre d'affaires annuel avoisinant les 47 milliards de dollars. A lui seul, le marché mondial de la microélectronique a, en 1980, largement dépassé les douze milliards de dollars. Certains experts prévoient une expansion annuelle du marché des circuits intégrés de l'ordre de 20 % jusqu'en 1985.

Quant au microprocesseur — un ensemble de circuits miniaturisés d'un centimètre carré et le véritable « cœur » des ordinateurs — il est appelé à une croissance encore plus rapide : 50 % par an. Et ce, malgré la baisse spectaculaire des prix (un microprocesseur revient à moins de 100 F pièce), conséquence d'une production en grande quantité et de technologies d'intégration très poussées. Si l'industrie de l'automobile, par exemple, avait évolué dans les mêmes proportions, le prix moyen d'une Rolls-Royce n'excéderait pas aujourd'hui les 300 F ! Seul secteur ne subissant pas la crise de l'emploi, l'industrie de la micro-électronique est, malgré ses moyens, incapable de satisfaire à tous les besoins du marché, largement supérieurs à la production actuelle.

Rares sont en effet les « créneaux » qui échappent à l'emprise des puces dont la consommation connaît un bond en avant fantastique. Etant donné l'enjeu stratégique, et les investissements consentis, il n'est pas exclu que le nombre de fournisseurs se réduise à quelques géants de la taille d'IBM. L'industrie de l'information, — à base d'électronique — est en train de ravir la première place à la construction automobile. Son chiffre d'affaires pourrait atteindre les 500 milliards de dollars. Cette transformation ne se fera peut-être pas sans heurt. Les machines équipées d'un ordinateur — dites « intelligentes » — portent en elles les germes du conflit social. Elles se substitueront progressivement aux millions de « cols bleus » auxquels il ne restera qu'un rôle secondaire de surveillance et de dépannage. Mais l'automatisation atteint également les cols blancs, avec l'introduction de la bureautique. Les activités traditionnelles comme la presse, les maisons d'édition, la publicité, seront vouées à s'informatiser, à se mettre à l'heure de la télématique sous peine de ne plus exister.

1945-1980 : De l'ENIAC...



L'Eniac le premier gros ordinateur du monde occupait une surface de 170 m², consommait 200 kW et avait à peu près la puissance de calcul d'une calculatrice de poche d'aujourd'hui. En haut : ordinateur moderne Control Data d'une puissance qui aurait fait rêver les constructeurs de l'Eniac.

Le premier ordinateur commercial est né le 15 février 1945 aux États-Unis. L'Eniac (electronic numerical integrator and computer) dû au physicien américain John W. Mauchly était destiné à l'US Navy pour des tables balistiques.

D'autres machines à programme enregistré avaient vu le jour, mais l'Eniac apportait une certaine fiabilité. Il s'agissait d'une calculatrice électronique : pour la première fois, les opérations logiques étaient effectuées non pas par des relais ou des roues mécaniques, mais par des tubes électroniques – 19 000 au total – qui généraient et contrôlaient le déplacement des charges électriques permettant à l'Eniac de calculer. Par rapport à l'électrotechnique classique, l'électronique apportait une rapidité d'ac-

tion et de transit sans commune mesure avec les moyens utilisés jusqu'alors. L'Eniac occupait une superficie de 170 m² et consommait une puissance de 200 kW. Il avait une capacité mémoire de 20 accumulateurs de 10 chiffres chacun – soit l'équivalent d'une calculatrice de poche d'aujourd'hui – avec un cycle de base 100 fois moins rapide qu'un micro-ordinateur de 5000 F. Si l'Eniac n'était pas, en lui-même, une machine révolutionnaire – les tubes, gros et coûteux, dissipaient beaucoup de chaleur et les pannes étaient très fréquentes – il en portait les germes. Aussi, à peine ses inventeurs (Mauchly et son associé J. Presper Eckert) avaient-ils fini de le rendre opérationnel en 1946 qu'il était devenu obsolète pour la communauté scienti-

fique, c'est-à-dire démodé et sans intérêt. Moins de deux ans, en effet, après sa construction les chercheurs de la Bell Laboratories inventèrent ce qui devait définitivement remplacer le tube électronique : le transistor. C'était un circuit de dimensions réduites élaboré sur un matériau semi-conducteur pur tel que le silicium ou le germanium. En y ajoutant d'infimes quantités d'« impuretés », le semi-conducteur ainsi « dopé », acquiert des propriétés physiques fondamentales : celles de capturer ou de libérer des électrons, porteurs de charges, sans nécessiter un grand rapport extérieur d'énergie.

Parce que le transistor (de TRANSITION resISTOR) – qu'on pourrait grossièrement assimiler à une lampe – a deux états stables

micro-ordinateurs ; un raz de marée technologique

(allumé ou éteint), il devenait l'associé parfait de machines numériques à programme enregistré, fonctionnant d'après les principes du code binaire (algèbre de Boole). Il s'agit d'un mécanisme simple de commutation électrique, représentée soit par 0 (la porte est ouverte et le courant ne passe pas) soit par 1 (porte fermée, le courant passe), chacun de ces « digits » (chiffres) se combinant pour constituer des messages ou « mots » intelligibles pour l'ordinateur.

En créant le transistor, on avait du même coup donné naissance au « langage machine » : des suites de « bits » (0 et 1) selon des formats préétablis (exemple : octet ou mot de huit bits), pour codifier des caractères alphanumériques et compréhensibles de manière univoque (non ambiguë) du calculateur électronique.

Depuis toujours, on savait que la puissance de calcul de l'ordinateur se ramenait à une question de quantité de circuits que l'on pouvait physiquement incorporer à la machine : plus elle en contient, et plus le calculateur peut assumer de fonctions ; plus ces composants sont rapprochés les uns des autres et plus vite il travaille, les délais de transmission du courant étant raccourcis. D'où le nombre impressionnant de lampes de l'Eniac. Avec le transistor, il devenait désormais possible d'implanter, dans un faible espace, des dizaines de circuits électroniques et par conséquent d'en amortir les coûts de fabrication tout en augmentant les performances de l'ordinateur.

Naissance de la puce

La seconde grande étape dans la vie du transistor fut l'annonce, simultanément par deux firmes américaines (Texas Instruments et Fairchild semiconductor), en 1959, du *circuit intégré*, encore appelé « puce » (en anglais « chip ») par référence à sa couleur. C'est un ensemble électronique complet, intégrant à la fois des éléments actifs (diodes et transistors) et des éléments passifs (résistances, condensateurs). Présenté comme un composant unique, le circuit intégré (CI) est « monolithique », c'est à dire réalisé tout d'une pièce, dans un petit carré de silicium de 1,5 mm de côté. L'intérêt pour les CI est incontestablement à la base de l'évolution technologique des ordinateurs : baisse du prix de revient — le coût d'une puce est inférieur à celui de l'ensemble de ses composants pris séparément —,

plus grande fiabilité et performances accrues par augmentation de leur complexité et de leur faible encombrement. Autres atouts de l'emploi de CI monolithiques : le nombre de composants dans un ensemble est réduit et l'importance des interconnexions minimisée. Les chercheurs américains ne se sont pas contentés de cette première pierre lancée dans la mare électronique. Les progrès obtenus dans le domaine de la miniaturisation des différents composants ont ouvert des horizons nouveaux en micro-électronique. Ils ont notamment permis aux fabricants d'incorporer plus de « puissance informatique » dans un espace encore plus restreint.

En 1965, les laboratoires fabriquaient leurs premiers circuits MSI (middle scale integration, intégration à moyenne échelle) : des boîtiers contenant jusqu'à 1.000 composants élémentaires. La volonté de lancer encore plus loin le bouchon pour entrer dans l'ère de la technologie LSI — intégration à grande échelle — s'est concrétisée en 1970, avec la réalisation de milliers de CI incrustés dans un substrat de 1 cm². Les premières puces LSI sont apparues de manière industrielle en 1973. Aujourd'hui, on parvient aisément à des densités de 100.000 transistors par puce, ce qui signifie qu'un morceau de silicium est plus puissant que l'Eniac.

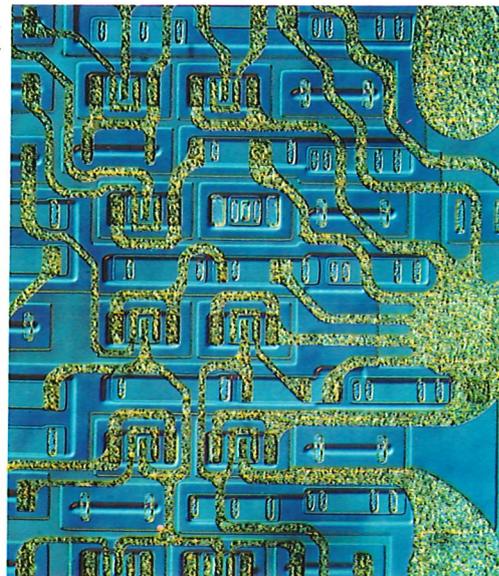
Il y a différentes sortes de « micro-puces ». Citons les mémoires qui stoc-

kent les données, les amplificateurs qui les transmettent et les microprocesseurs qui effectuent les traitements (combinaison de plusieurs tâches dans l'ordinateur)... La taille de leurs composants défie toute explication. L'épaisseur d'un cheveu humain par exemple est de l'ordre de 100 microns tandis que certaines parties d'un transistor ne dépassent pas les 3 microns.

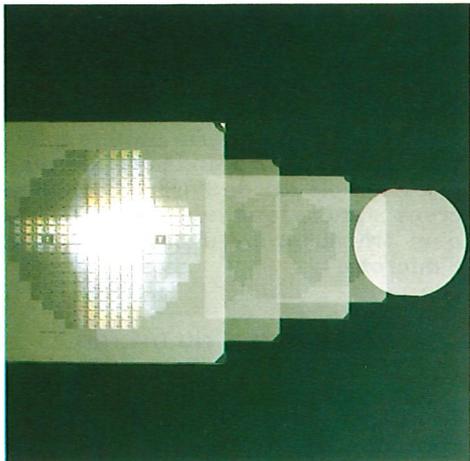
Au-dessous du micron

La tendance actuelle est au VLSI — intégration à très grande échelle — dont on espère produire, vers 1985, des CI résultant de géométries sub-micron, rejetant ainsi les limites de la miniaturisation vers ses ultimes retranchements. George H. Heilmeier, vice-président du centre de recherche de Texas Instruments, un des leaders mondiaux de la micro-électronique, décrit ainsi l'augmentation de la densité d'intégration : « au milieu des années 60, la complexité d'une puce était semblable au réseau routier d'une petite ville. Le microprocesseur d'aujourd'hui a déjà l'envergure d'une région comme Dallas. La technologie du quart de micron que nous préparons nous permettra de produire des puces dont la complexité rivalisera avec le réseau routier couvrant le continent nord américain dans son ensemble ».

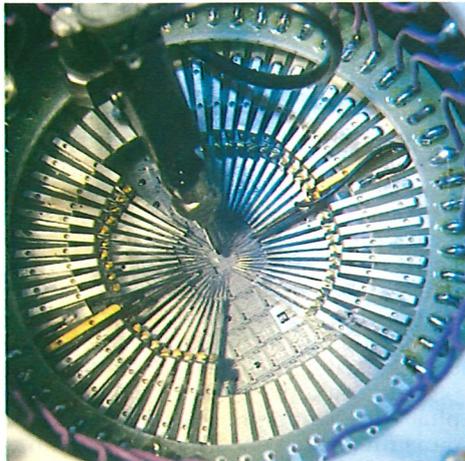
Comparaison n'est pas raison. Le parallèle établi n'a qu'une valeur indicative. A priori, 100 000 transistors sont plus puissants que 19 000 tubes électroniques. Mais l'utilisation qui est faite aujourd'hui du transistor, eu égard à son prix très faible, ne permet pas toujours une bonne appréciation des performances. Pour une raison bien simple : on ne cherche pas réellement à optimiser son efficacité et il faut peut-être 10 transistors pour construire une fonction logique, là où une seule lampe en effectuait deux ou trois. Il ne s'agit pas de revenir en arrière : en réalité nous sommes en présence de deux techniques différentes et sur certains calculs, l'Eniac était plus puissant que le microprocesseur (puisque'il faisait des calculs en parallèle).



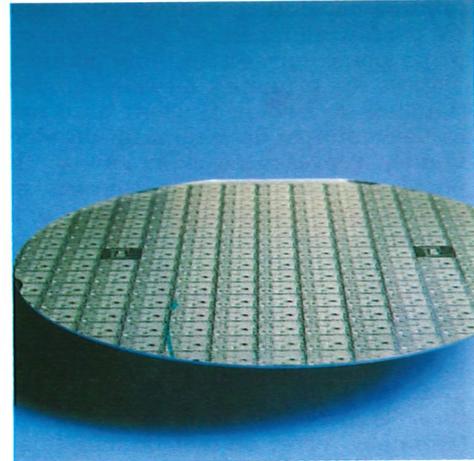
La fabrication des « puces » : une technique ultra-so



Jeu de masques correspondant aux couches d'un même circuit. À droite, le « wafer » non encore élaboré.



40 microsondes servant à mesurer la puce encore solidaire du « wafer ». Environ 300 mesures sont effectuées en 15 secondes.



La tranche, ou « wafer », de silicium terminée, après les opérations photolithographiques et la diffusion.

La fabrication d'une puce suit un procédé très complexe et la « bataille du circuit intégré » des années 68-72 entre une poignée de grands — surtout des Américains — s'est en grande partie déroulée au niveau du savoir-faire. La technique baptisée *Dip and Wash* (« tremper et laver ») qui s'est imposée, fait appel à un matériel très sophistiqué et coûteux (de l'ordre de 2,5 millions de dollars). Un schéma de circuit est dessiné sur un terminal d'ordinateur selon des méthodes de CAO (conception assistée par ordinateur). Il s'agit d'en faire des copies sur film pour en tirer des négatifs ou « masques ».

Le dessin est « digitalisé » par l'ordinateur, c'est à dire découpé en informations binaires (technique de la trame) lesquelles sont mémorisées sur support magnétique.

Le second stade consiste à transposer les données numériques stockées, en masques photographiques et de transformer ces derniers en circuits intégrés. Pour ce faire, on a généralement recours à un masqueur électronique, et l'opération a lieu en « salle blanche » pour éviter tout risque de contamination par la poussière et les impuretés atmosphériques. La machine, traduisant les informations reçues, sillonne le film de rayons électroniques de 1 micron (un millième de millimètre), avec une précision de l'ordre du 1/8 de micron.

Pour chaque couche du circuit — il peut en comporter jusqu'à 10, voire plus — est ainsi réalisé un masque, but de l'opération. Troisième étape :

une nouvelle projection, à travers chacun des masques, sur une tranche de silicium (« wafer ») de 10 cm de diamètre, préalablement traitée avec un matériau sensible à la lumière. Exactement comme pour la photogravure, la couche photosensible est alors développée et les microstructures du circuit apparaissent sur la couche photosensible. Le wafer est trempé dans l'acide qui mord dans le silicium dans ses parties non protégées. Les ouvertures du masque permettent d'introduire les atomes dopants (par implantation ionique ou par diffusion dans des fours chauffés à 1200°C). Une couche d'aluminium est déposée pour assurer les interconnexions (larges de 10 microns) entre les circuits. A la fin des procédés, le circuit apparaît avec sa structure définitive. Le wafer est ultérieurement découpée à la « scie » (rayon laser) en puces discrètes (il peut en contenir plusieurs centaines). Mais auparavant, il doit satisfaire à tous les tests de contrôle de qualité, confiés aux soins d'ordinateurs spécialisés. Tous les circuits solidaires du wafer ne correspondent pas aux spécifications et la masse des rejets est très importante, malgré tous les perfectionnements apportés à la chaîne de traitement : courts-circuits, impuretés chimiques, etc. Les puces présentant des défauts sont détectées par des dizaines de microsondes opérant des centaines de mesures en quelques secondes. Les puces conformes sont automatiquement extraites et fixées sur une trame métallique.

Les connexions (fils en or) des entrées et des sorties avec les broches du boîtier en céramique, qui logera le circuit, sont réalisées électroniquement par des automates très rapides, travaillant avec une précision de 10 microns.

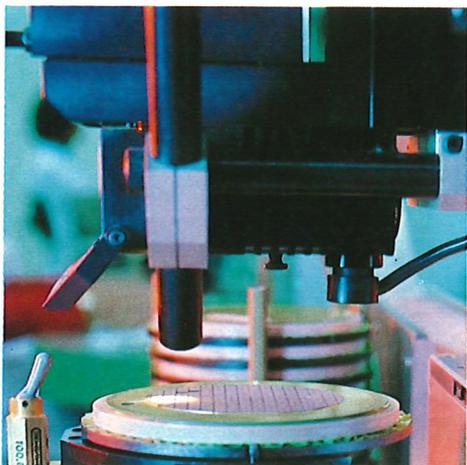
C'est ainsi qu'on a pu réaliser des circuits intégrés très complexes, les microprocesseurs, véritables petits « systèmes » miniaturisés. Le premier microprocesseur, apparu en 1972 dans une version « 4 bits » puis « 8 bits » (1973) est authentiquement à l'origine de la révolution informatique des six ou sept dernières années. La capacité de ces puces à traiter d'un coup des « mots » de 4 ou 8 « digits » (chiffres binaires) — et bientôt 16 bits — leur confère une autonomie que n'avaient pas les circuits intégrés classiques.

Aujourd'hui le microprocesseur, demain la mémoire à bulles

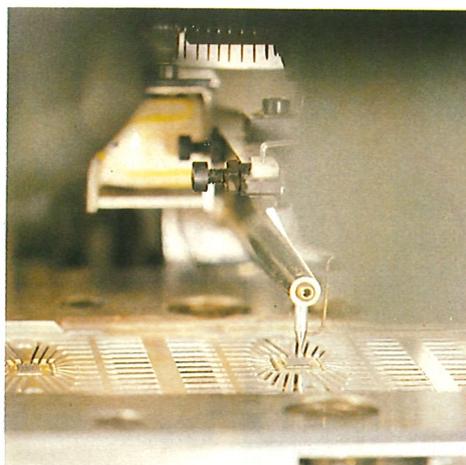
Pour fabriquer des circuits VLSI, on fait déjà appel à des procédés encore plus sophistiqués. Une des techniques les plus prometteuses semble être la *lithographie à faisceau d'électrons*, exposant directement la couche sensible du wafer au dopage. Sa supériorité réside dans son aptitude à graver des « lignes » beaucoup plus fines que le procédé optique, par exemple (cette efficacité étant due à la longueur d'onde des faisceaux électroniques plus courte que celle des rayons ultra-violet).

Les chercheurs travaillent aussi à

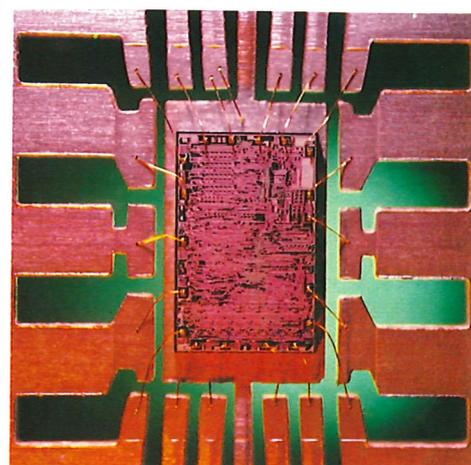
stiquée dont la précision se situe au-dessous



Après les mesures, découpage des puces à la « scie ». La « scie » est, en général, un rayon laser.



Connection des entrées et sorties de la puce avec la broche du futur boîtier (Wire bonding). Une précision de 10 microns est nécessaire.



Des fils en or, dont le diamètre est le tiers de celui d'un cheveu humain, servent à connecter la puce à ses broches (tous ces documents sont de ITT Semiconducteurs).

améliorer les performances des mémoires, pour stocker davantage d'informations sur une seule puce.

Les progrès réalisés dans le domaine des mémoires à bulles marqueront sans aucun doute notre décennie. D'ores et déjà des mémoires d'un mégabits (un million d'informations élémentaires) sont commercialisées par Intel, son constructeur, qui annonce une capacité de 4 Mbits pour 1982, ce qui ne manquera pas de profondément modifier la conception des systèmes informatiques.

La première apparition de la mémoire comme circuit intégré à base de semi-conducteur (MOS) remonte à dix ans à peine, avec une capacité de 1 K bits seulement (1 K = 1024). Cette découverte a été, en son temps, considérée comme une révolution puisqu'elle reléguait au second plan les tores de ferrite. Elle a été suivie de près par la première mémoire programmable et effaçable aux rayons UV, qui a permis de « micro-programmer » des circuits intégrés.

Le chemin parcouru en matière de stockage de l'information laisse à peine entrevoir les multiples utilisations qui seront faites des puces, même si l'on sait que les supports existants constitueront pendant quelques temps encore, le support principal des fonctions de mémorisation.

La mémoire à bulles est une puce garnie de « bulles » magnétisables — de microscopiques cylindres d'un micron de diamètre — réalisées sur substrat magnétique. La présence ou l'absence de bulles correspond à une

information (0 ou 1) et la lecture ou l'écriture se fait par défilement de ces bulles devant une « station ». Les mémoires à bulles présentent deux gros avantages : l'information n'est pas volatile, même en cas de coupure intempestive de l'alimentation ; l'encombrement est réduit à l'extrême. Les chercheurs de Bell Labs ont expérimenté, avec succès semble-t-il, une mémoire de 11,5 M bits — dix fois la capacité de la plus puissante puce existant sur le marché.

Baisse des coûts des nouvelles technologies

Le miracle des puces n'est pas simplement dans les performances qu'elles introduisent, mais également dans la baisse des coûts engendrés par les nouvelles technologies au niveau de l'utilisateur. Comme l'explique un ingénieur IBM, « la possibilité de fabriquer des puces plus denses et plus compactes les rend automatiquement plus rapides et réduit leur consommation d'énergie ». Un exemple : le cyber 205 de Control Data, l'un des plus gros ordinateurs en construction, est à la fois plus petit et pourtant huit fois plus puissant (800 millions d'opérations par seconde) que son prédécesseur, le Cyber 203, introduit dans le marché il y a tout juste deux ans, et pour un prix sensiblement équivalent (7,9 M\$).

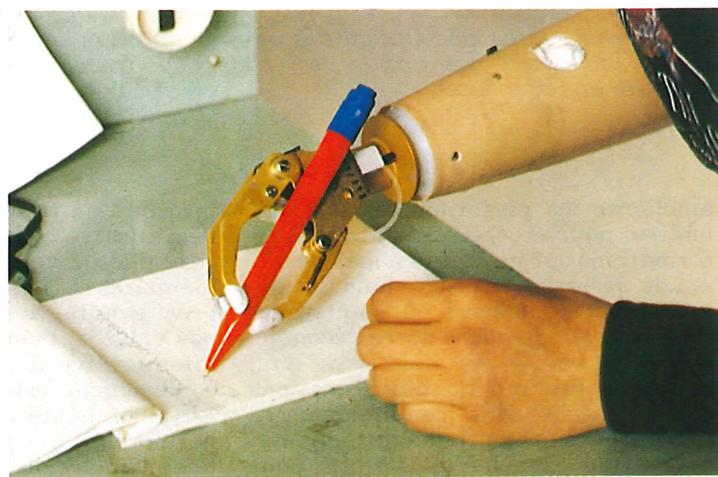
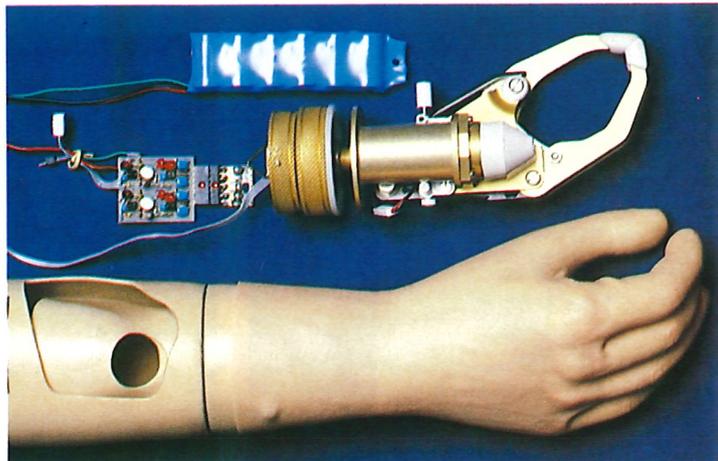
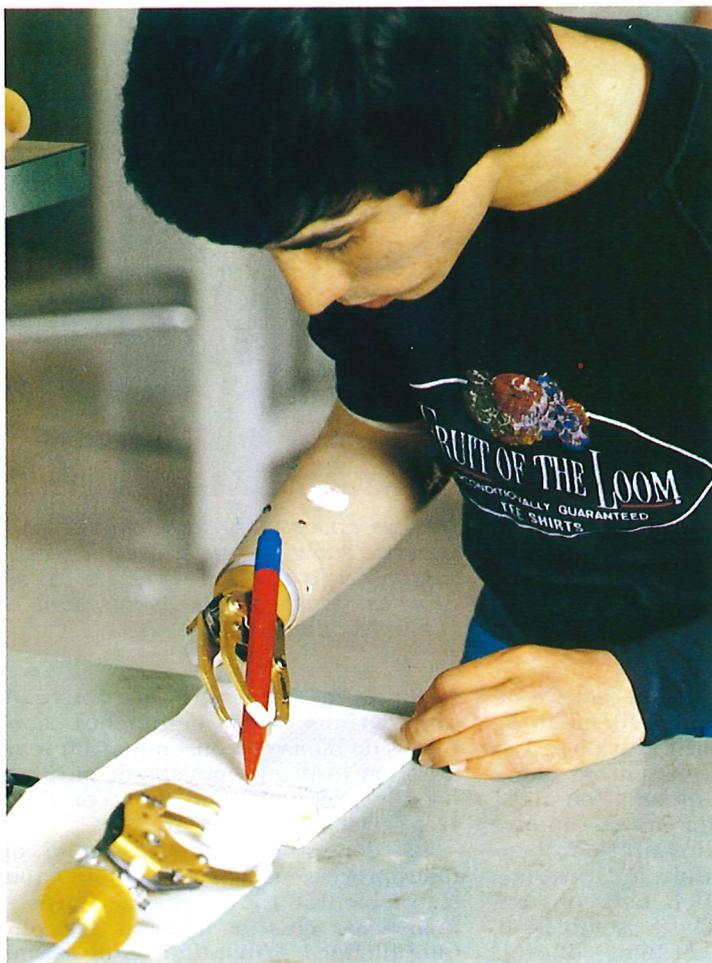
Il n'est donc pas surprenant que la croissance de la « puissance informatique », alliée à la baisse vertigineuse des coûts, ait poussé certains indus-

triels à la recherche de nouvelles applications. Non seulement sous forme de biens de consommation mais aussi en tant que moyens de rationaliser la production ou de créer d'autres services.

La généralisation de l'emploi du microprocesseur, par exemple, touchera bientôt toutes nos activités — même les plus banales et les plus quotidiennes. L'installation de terminaux faciles d'accès et de plus en plus intelligents, à tous les carrefours de la vie sociale, n'est probablement qu'une question d'années et dans certains cas, de mois. En 1985, la majorité des voitures automobiles seront équipées d'électronique pour réguler la consommation de carburant et la plafonner à 8,6 litres aux 100 pour obtenir un rendement optimum du moteur, grâce à des automatismes au niveau de l'allumage et de la carburation... Le calculateur électronique dispensera le conducteur « chevronné » des astuces classiques et inefficaces. Mais surtout, il lancera des tests de contrôle, préprogrammés et affichera les résultats sur le tableau de bord, en indiquant l'origine des ennuis mécaniques, en cas de panne.

L'informatique médicale et le diagnostic feront un fantastique bond en avant. Des analyseurs automatiques, reliés à l'ordinateur central de l'hôpital, feront tous les tests classiques (analyse d'urine, de sang, etc...) et étudieront les symptômes. Déjà, aux Etats-Unis, les étudiants en médecine se font assister par l'ordinateur dans leurs consultations, en interrogeant

Il y a un autre miracle : chaque année, les performanc



Prothèse d'un bras droit avec microprocesseurs permettant à un amputé d'écrire presque normalement avec les doigts articulés.

des banques de données médicales véritable savoir encyclopédique.

L'avènement des machines parlantes sera peut être l'aspect le plus spectaculaire des années à venir. Les technologies vocales, après une longue période de gestation, apparaissent enfin sur le marché. L'apport de la microinformatique y est pour quelque chose, notamment dans la réalisation de systèmes autonomes de synthèse ou de reconnaissance de la parole. Les besoins dans ce domaine existent, tant au niveau grand public (jeux électroniques, jeux éducatifs) que des applications industrielles. En 1978, Texas Instruments introduisait son premier « Speak and Spell » (parle et épelle) doté de deux mémoires pour la génération des mots « naturels » et d'un synthétiseur vocal sous contrôle d'un microprocesseur. Conçu pour les enfants, il a été le premier jouet pédagogique doué de la parole. Il permet de corriger les fautes d'orthographe et d'associer l'écriture à la prononciation. Une traduc-

trice de poche sophistiquée a suivi, travaillant par modules enfichables de quatre langues chacun. Elle affiche l'équivalent du mot entré par clavier en même temps qu'elle le prononce.

Mais là ne s'arrête pas le pouvoir des machines parlantes, puisque certaines d'entre elles comprennent la signification d'un message. Il est aujourd'hui possible de communiquer avec un ordinateur, via le réseau commuté. Aux Etats-Unis, un projet expérimental de réservation de places d'avion par téléphone est en cours d'implantation. L'ordinateur reçoit les « ordres » directement du client. Celui-ci peut même, en retour, obtenir des renseignements sur les vols, les tarifs, etc... D'autres exemples existent ailleurs : commande vocale de fonctions pour la marche de l'essuie-glace (projet Renault), pour le travail de conception assistée par ordinateur (CAO), pour le fonctionnement des systèmes de sécurité (reconnaissance des codes d'accès en zone

réglémentée), etc.

Les chercheurs sont convaincus qu'ils pourraient mettre au point des produits vocaux très fiables, en dépit de certains problèmes qui semblaient insurmontables, il y a seulement quatre ans.

Une des utilisations les plus attendues concerne l'aide aux handicapés. Aux mal-entendants, la machine parlante apprendra la lecture, ou imprimera instantanément une communication téléphonique. Elle peut également servir à commander les bras articulés d'handicapés moteur, les chaises roulantes,... IBM a récemment annoncé la sortie d'une unité de vérification à réponse vocale, pour dactylographes non-voyants. Cette unité « lit » les informations tapées sur le clavier et produit des paroles synthétisées, sans limites de vocabulaire. Elle se présente sous la forme d'une console composée d'un mini-clavier et d'un casque d'écoute. Elle est reliée à une machine à écrire dotée d'une mémoire. A terme, la

sont en progrès tandis que les prix baissent régulièrement



Tableau de bord entièrement informatisé de la Ford Probe 1 prototype théoriquement sur le marché en 1986.

voix sera le support d'entrée-sortie pour toutes sortes de machines (ordinateurs, calculettes, automates) et les claviers alphanumériques disparaîtront au profit d'une communication directe entre l'homme et la machine.

L'informatique médicale et le diagnostic feront un fantastique bond en

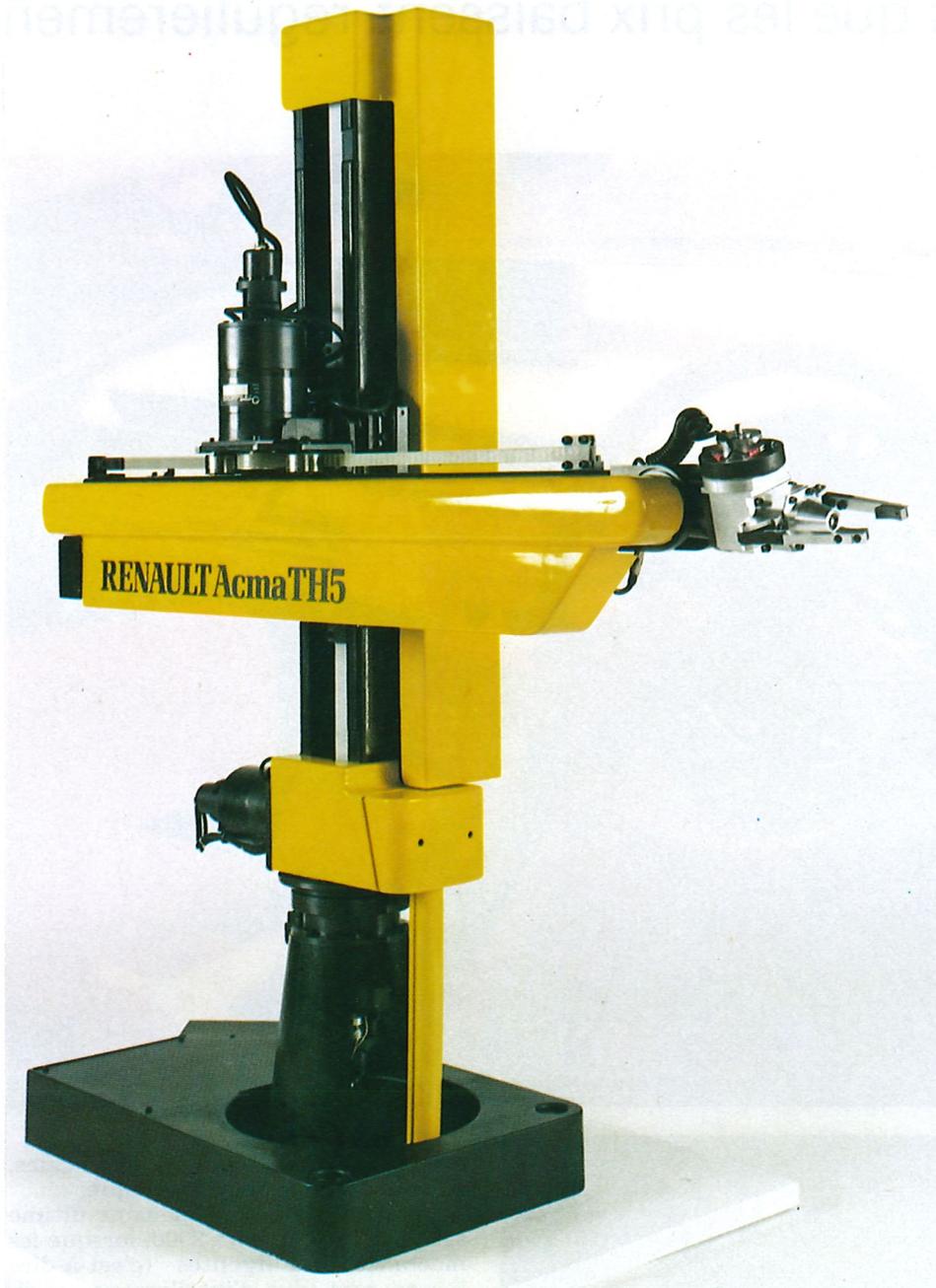
avant. Des analyseurs automatiques reliés à l'ordinateur central de l'hôpital feront tous les tests classiques (analyse d'urine, de sang, etc.) et étudieront les symptômes. Déjà, aux Etats-Unis, les étudiants en médecine se font assister par l'ordinateur dans leurs consultations, en interrogeant

des banques de données médicales, véritable savoir encyclopédique.

Le stade de développement ultime sera atteint vers l'an 2000, lorsque les machines intelligentes (c'est-à-dire incorporant plus d'intelligence artificielle), dialogueront entre elles, sans recours à un opérateur humain.

Dans d'autres secteurs, le changement pourrait être plus rapide. Grâce à l'électronique et aux circuits intégrés en particulier, il a été possible de fabriquer des robots industriels programmables, capables d'assurer plusieurs tâches, en fonction des instructions données. Pour un « salaire » horaire de 4,60 \$, ils accomplissent des travaux difficiles ou dangereux, avec un taux de rendement inconnu jusqu'alors. Plus près de nous, les puces de silicium sont en train de favoriser la naissance de « nouveaux services », en particulier « télématiques », expérimentés dans de nombreux pays. En France, les projets, en ce domaine, se bousculent, à l'initiative de la direction générale des télécommunications (DGT). ■

Oui, il y a une diff



LES MACHINES « INTELLIGENTES » SONT PARMI NOUS

On imagine traditionnellement les robots sous l'aspect d'un humanoïde construit en Meccano. Rien de plus éloigné de la réalité. Voici un robot authentique, construit par la Régie Renault. Il est capable de manœuvrer des charges de 5 kg, de travailler sur des pièces en mouvement (faire de la soudure, par exemple). Il préfigure l'OS de l'an 2000. Son nom : Acma TH 5.

Maintenant, elles savent parler d'une voix calme et posée sans un mot plus haut que l'autre. Elles commencent à savoir obéir à la voix de leur maître. Elles dessinent aussi et avec précision, sans ratures ni pâtés. Depuis des années, elles comparent, déduisent et calculent comme personne. Mais ces drôles de machines qui bouleversent la vie des entreprises, modifient notre environnement, vont-elles parvenir à imiter ce qui fait l'essence même de la nature humaine : l'intelligence ? Dans quelles mesures un ordinateur peut-il être considéré comme intelligent ? Quelles sont ses capacités et ses limites ? En un mot où en est l'intelligence artificielle ?

On sait bien que pour calculer un salaire, une note de téléphone ou un bilan d'entreprises, il suffit d'apprendre à la machine la bonne formule à utiliser. Le reste n'étant que calcul bête, tâche où l'ordinateur excelle. Pas question donc d'appeler « intelligentes » ces machines qui ne font qu'appliquer des formules qu'on leur a enseignées. Mais les choses se compliquent lorsque l'on considère les ordinateurs dotés de programmes d'échecs de haut niveau, capables de lire à haute voix des pages de texte, de résumer des dépêches ou des articles de journaux, de donner un diagnostic médical, de participer à un dialogue dans un domaine précis.

Apparemment un ordinateur capable de battre aux échecs les meilleurs joueurs mondiaux doit être reconnu comme doté de quelques capacités similaires à celles des hommes ; et aujourd'hui il existe bien de tels programmes. **Chess 4,9**, par exemple, mis au point par David J. Slade et Lawrence Atkin, de l'Université Northwestern, a battu l'été dernier un excellent joueur américain Paul Benjamin. Mais Chess 4,9 n'arrive pas encore à la hauteur d'un Bobby Fisher. Alors Chess 4,9 est-il intelligent oui ou non ?

Et les programmes sophistiqués d'aide au diagnostic médical, qui ont enregistré et pondéré tous les symptômes afférant à des centaines de maladies et qui savent dans chaque cas le traitement le plus approprié, peuvent-ils être considérés comme intelligents ? Le programme **Mycin**, par exemple, qui a été mis au point à l'Université Stanford, haut lieu de la recherche sur l'intelligence artificielle, sait tout sur les maladies infectieuses. Il suffit au médecin de remplir un questionnaire décrivant les symptômes de son malade, de fournir à l'ordinateur les résultats

ance entre l'intelligence de l'homme et celle des machines

des tests de laboratoire, pour que la machine donne son diagnostic. Et si le médecin le désire, elle lui explique même le raisonnement suivi pour aboutir à sa conclusion. Un autre programme de l'Université de Pittsburg, baptisé **Internist**, a enregistré 80% des maladies internes ; ces deux programmes ne se contentent pas d'emmagasiner un cours de médecine, ils pondèrent chaque donnée, les comparent et à l'aide de déductions successives parviennent à une conclusion. Mycin et Internist peuvent-ils être rangés dans une catégorie dite intelligente ? Après tout, ils effectuent une tâche que bien des hommes sont incapables de faire.

Que dire maintenant des programmes de traduction automatique. Car ils existent. Ils savent même effectuer un joli travail. Grâce à des programmes complexes d'analyse morphologique de chaque phrase, on a pu mettre au point des logiciels comme le projet Taum qui sait traduire, d'anglais en français, les bulletins météorologiques, comme le programme **System** utilisé par la Communauté européenne pour traduire, toujours d'anglais en français, des textes spécialisés. Peut-on appeler intelligentes de telles machines capables d'effectuer un travail au-dessus de la capacité de bon nombre de personnes, et bien incapables de traduire les magnifiques textes de Proust ou de Stendhal ?

Lorsque Gérard F. Dejong, un chercheur de l'Université Yale, arrive le matin à son bureau, il demande à son ordinateur quelles sont les nouvelles du jour. La machine reliée à un réseau de l'agence UPI est capable, en quelques secondes, grâce à un important programme, baptisé **Frump**, de lui résumer l'essentiel des dépêches de presse. A 5 000 km de là, dans son bureau ensoleillé de l'Université de Berkeley, un autre spécialiste de l'intelligence artificielle, Robert Wilensky, raconte une histoire à son ordinateur ; puis pour voir si celui-ci a bien compris, il lui pose quelques questions. Sans hésiter, la machine, ou plutôt **Pam**, le programme capable de comprendre certaines histoires, s'exécute sagement. Frump et Pam semblent comprendre les histoires des hommes. Ils effectuent tous les deux des tâches spécifiquement humaines. Sont-ils des preuves « vivantes » que l'intelligence est venue aux machines ?

Et l'ordinateur de **Kurzweil**, où le classer ? Cette machine mise au point par Raymond Kurzweil au Massachu-



Mark dans son univers : des panneaux de couleurs et signes différents qu'il reconnaît.

setts Institute of Technology en 1978, est capable de lire à haute voix, avec l'intonation voulue, des pages de Tennessee Williams, de Norman Mailer ou d'Ernest Hemingway. L'ordinateur de Kurzweil sait donc reconnaître les lettres, les assembler en mots, reconstruire les phrases puis appliquer les règles de phonétique qu'inconsciemment chaque Américain utilise, et enfin il sait synthétiser l'ensemble des sons pour créer une voix qui ravit les aveugles, premiers utilisateurs de cette dame de compagnie électronique.

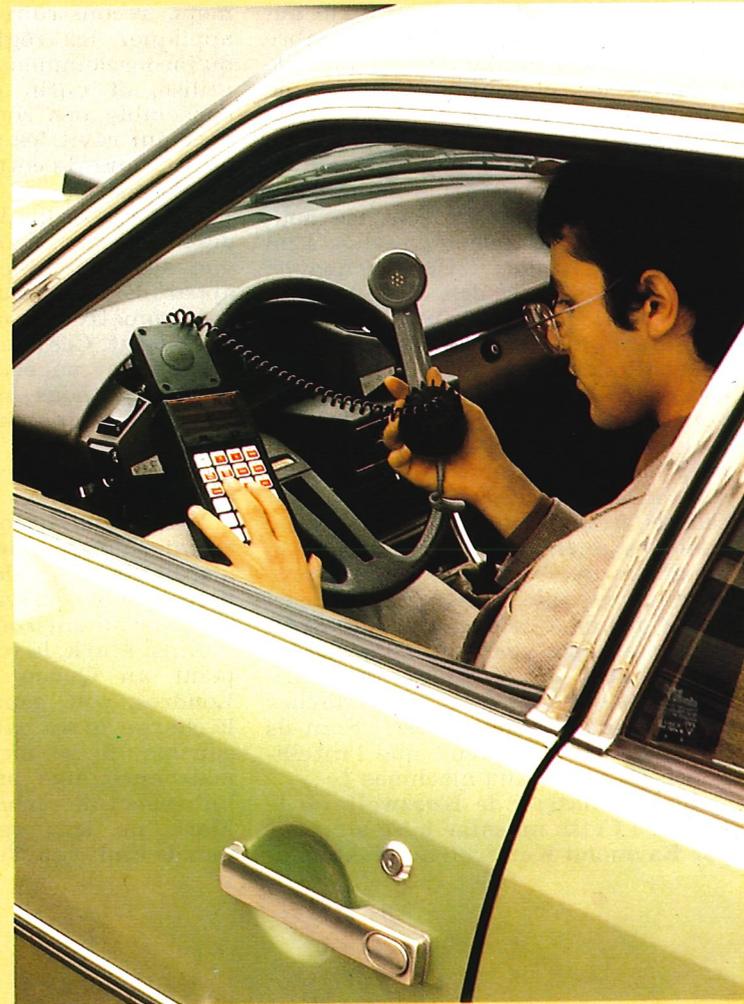
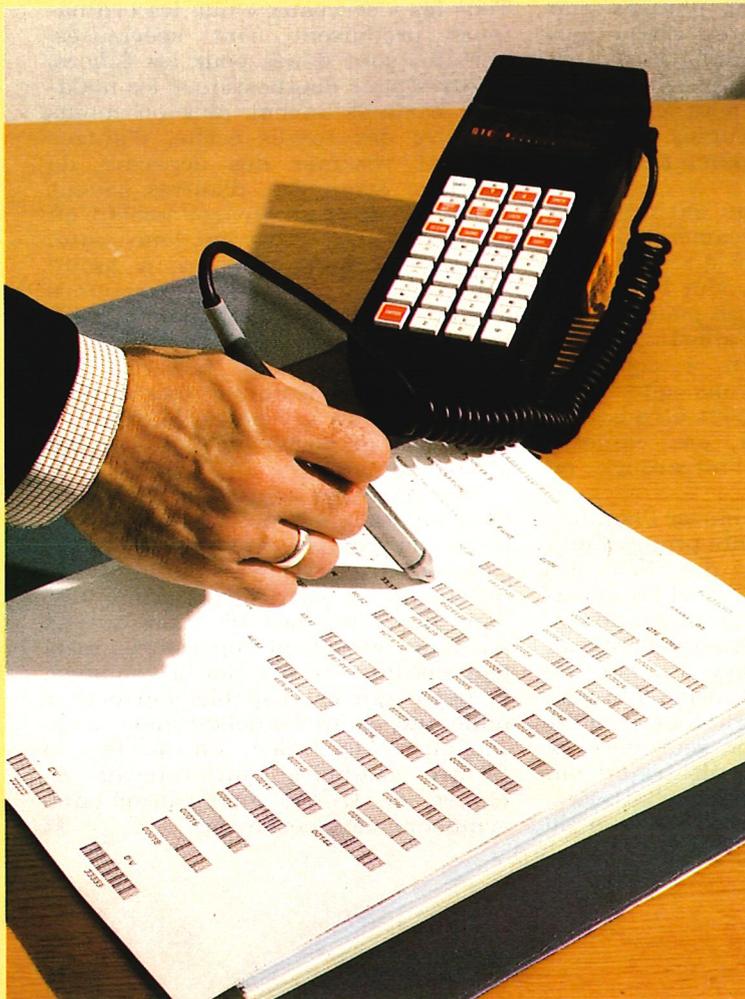
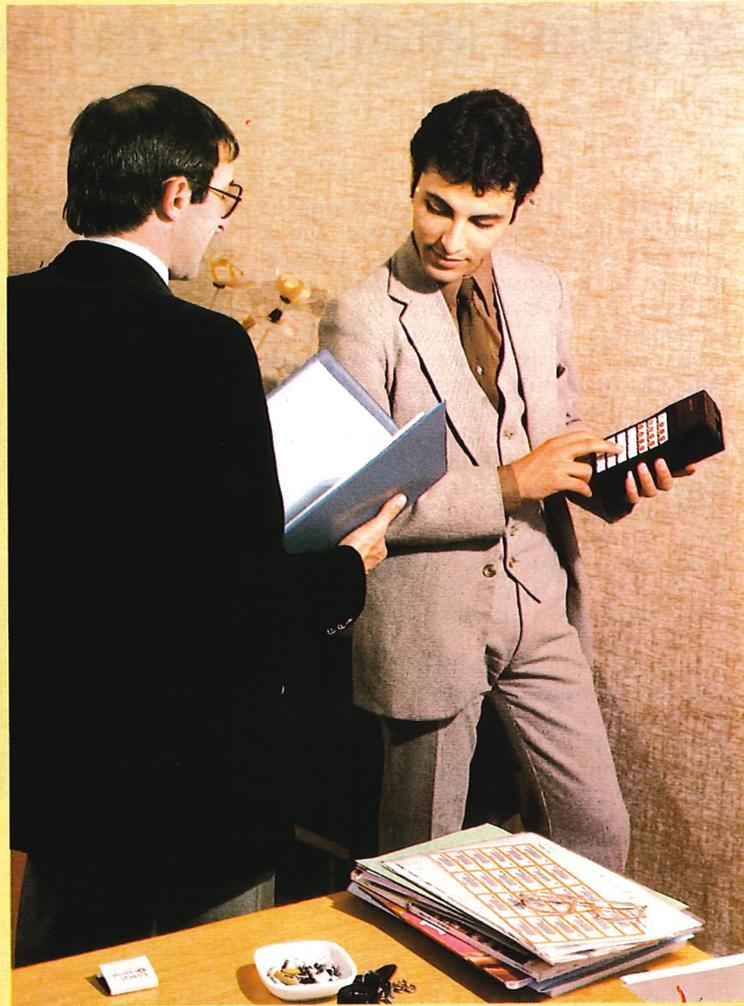
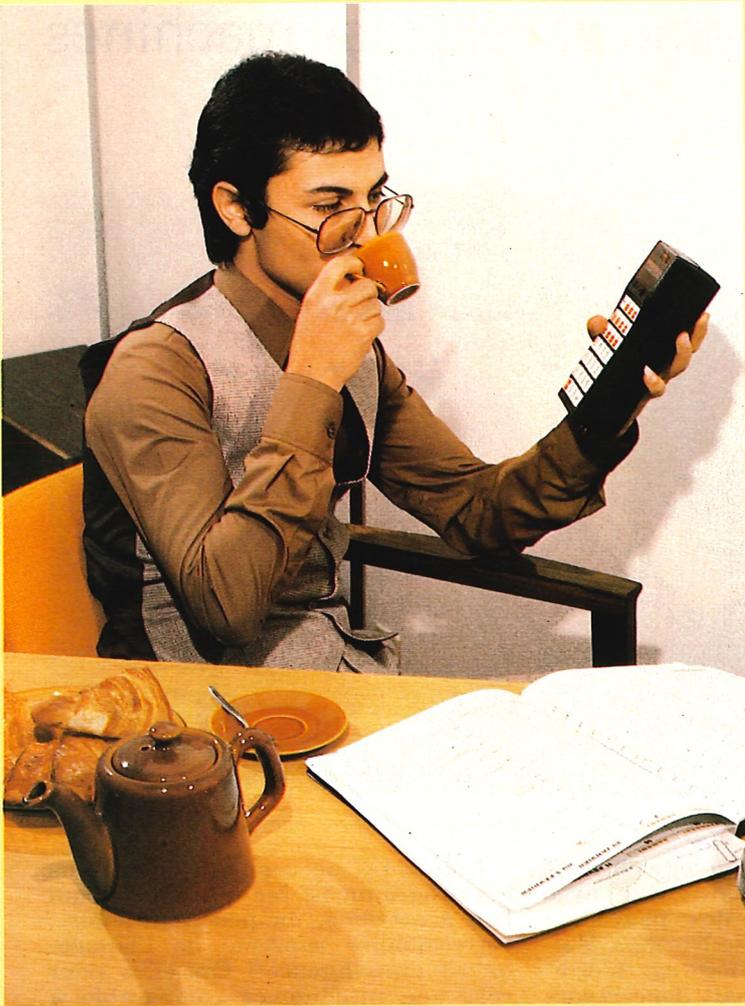
D'autres ordinateurs ont été ainsi dotés de « sens ». Des caméras pour la vue, des palpeurs pour le toucher, des appareils acoustiques pour l'ouïe, des spectromètres de masse pour le goût et l'odorat. Ces sens d'ailleurs doivent être bien supérieurs à ceux de l'homme ; nous n'avons que deux yeux, un ordinateur peut être équipé de trois, quatre, six, etc. caméras pouvant voir dans l'infrarouge ou dans l'ultraviolet.

Pour mieux encore imiter l'homme, certains de ces puissants programmes d'ordinateur guident de véritables petits robots pouvant ainsi se déplacer dans un environnement donné.

Ainsi **Mark**, le robot anglais mis au point au Queen Mary College de Londres, voit, sent, touche. Lorsque la charge de ses batteries baisse, il est capable de se diriger seul vers sa nourriture, une prise électrique qui lui permet de recharger ses batteries. Mark ne sait reconnaître que le monde limité qui l'entoure.

Qu'y a-t-il de commun entre tous ces programmes, ces machines à qui l'on a attribué, un peu à la légère, cette qualité suprême de l'homme qu'est l'intelligence ? Ont-elles pour cela une intelligence comparable à celle de l'homme ? Certainement pas. Tous les « cerveaux » que les ordinateurs produisent sont spécialisés. Certains sont doués pour les échecs, d'autres pour diagnostiquer les maladies, certains savent plus ou moins traduire des textes écrits, d'autres peuvent résumer des dépêches de politique étrangère, d'autres savent se diriger dans un environnement où peu d'obstacles entravent leur route, d'autres enfin savent lire à haute voix. Mais aucun de ces programmes d'ordinateur d'une complexité déjà très grande ne peut à la fois jouer honorablement aux échecs, lire Faulkner, diagnostiquer une angine et résumer un article de journal, ce qui est à la portée de bon nombre d'êtres humains.

Des machines « intelligentes » sont bien en train de naître dans différents centres de recherches américains et européens, mais elles ont une intelligence à part, ultra-spécialisée ; dans des domaines bien précis, ces machines nous sont supérieures mais leur intelligence n'a rien à voir avec la nôtre qui est capable d'effectuer mille tâches rationnelles mais aussi capable d'apprécier un texte de Proust, d'admirer un tableau de Monet, de frémir en écoutant une symphonie de Beethoven. ■



MIEUX VIVRE GRACE A L'INFORMATIQUE

Effectuer un virement bancaire, acheter un billet d'avion, réserver une place de théâtre ou simplement avoir les informations routières ou météorologiques : tous ces services et bien d'autres (achats électroniques, surveillance et alarme, relevés automatiques des compteurs, diffusion à domicile de journaux...) seront accessibles à tous les foyers, avec le système *Téléétel*.

Dès à présent le métier de représentant est complètement modifié par l'utilisation du MS-80, véritable micro-ordinateur qui permet de préparer ses rendez-vous de la journée, d'enregistrer ses commandes, de les transmettre, à très grande vitesse, à l'ordinateur central d'une cabine téléphonique ou du téléphone installé dans sa voiture. Gain de temps, à tous les stades le représentant termine sa journée plus tôt s'il le désire, la commande est passée instantanément et son exécution peut être immédiate puisque ce système fonctionne en ligne.

Il s'agit du mariage du téléphone et du téléviseur, l'ensemble étant connecté à un centre informatique, situé provisoirement à Velizy. Le projet, encore appelé *teletex*, sera lancé cette année. Réalisation française la plus spectaculaire en matière de télématique, l'expérience durera, en principe, deux ans et portera, dans une première étape, sur 3 000 terminaux. *Téléétel* recèle d'immenses potentialités. Grâce à son raccordement au Centre informatique, le banal téléviseur se mue en un véritable terminal d'ordinateur, ouvrant l'accès de multiples fichiers (banques de données) à l'abonné. Dans cette architecture, le foyer ainsi « télématé », peut communiquer à distance avec des informateurs professionnels, situés à l'autre bout de la chaîne. Qu'ils soient publics ou privés,

locaux ou nationaux, les prestataires de services mettront à la disposition des utilisateurs des renseignements précis et constamment actualisés. Ces informations seront diffusées sous forme de texte ou de dessin.

Cependant la consultation des banques de données n'est qu'un aspect de l'éventail des possibilités offertes par *Téléétel*. Il permet également un échange de messages entre destinataire et fournisseur de services, à un rythme voisin d'une conversation courante : commandes, réservations, virements et même jeux avec l'ordinateur ou enseignement assisté. Il est prévu, dans une phase ultérieure, une forme plus évoluée d'« interactivité ». Comme, par exemple, d'effectuer des transactions individuelles auprès d'organismes officiels. Passer un acte administratif, c'est peut-être un rêve qui n'effleure même pas l'esprit des administrés, tant les mots « dialogue » et « administration » semblent antinomiques. Mais « grâce à *Téléétel*, l'administration française devrait se présenter au public sous un nouveau visage », promet la Direction générale des Télécommunications.

Un groupe d'études interministériel, piloté par le *Ceesi* (Centre d'études et d'expérimentation des systèmes d'information), a préparé des plaquettes de renseignements pour le grand public, basées sur des jeux de question-réponse. Un premier système de vidéotexte est déjà en cours d'expérimentation. *Antiope* permet actuellement l'acheminement de l'information à domicile, en empruntant le réseau de télédiffusion Tdf. Un magazine d'une centaine de pages-écran, confectionné par des journalistes, donne chaque matin, sur Antenne 2, des renseignements pratiques dans des secteurs prioritaires (santé, emploi, social...) et des éléments d'actualité, ainsi que les cours de la bourse et des prévisions météo. A terme, *Antiope* et *Téléétel* sont destinés à se compléter : le premier se réservant les informations locales ou nationales, le second, plus adapté au dialogue, donnant des réponses « à la carte » sur des sujets précis.

Un autre développement de *Téléétel* se profile à l'horizon : l'utilisation du courrier électronique devrait peu à peu remplacer le papier. Chaque abonné disposera d'une boîte postale (une zone mémoire) dans l'ordinateur, où il stockerait sa correspondance.

Toutes ces facilités sont à même de changer radicalement notre mode de vie. C'est en ce sens que l'opération *Vélizy* est davantage l'occasion de

Demain, Télétel apportera dans chaque foyer français

tester les réactions des futurs utilisateurs — notre « aptitude à la télématique », en quelque sorte — que la mise à l'épreuve d'une technologie ou d'un système d'information.

L'objectif du centre de Vélizy est d'expérimenter le concept même de vidéotexte et de déterminer, à travers les appels des abonnés, le profil des « bons » services à promouvoir. Le choix même de la banlieue industrielle de Versailles devrait y contribuer. Niveau socio-économique supérieur à la moyenne nationale, densité du réseau téléphonique importante (80% des ménages), nombre très élevé des récepteurs TV, ces facteurs amplifient le champ d'application de Télétel.

Cette expérience sera suivie par celle de l'annuaire électronique (prévue pour début 82, dans le département d'Ille-et-Vilaine). Son ambition : supprimer le support papier (30.000 tonnes distribuées chaque année) et offrir à l'abonné au téléphone un terminal écran d'interrogation de fichiers automatisés, constamment mis à jour. La généralisation du service se déroulerait sur une dizaine d'années et vers 1992, les 34 millions d'abonnés auront leur « maison télématisée » : annuaire électronique, système vidéotex (Antiope ou Télétel), poste téléphonique à clavier T 83 — « un véritable terminal électronique », avec écoute amplifiée, composition sans décrochage et 10 mémoires d'enregistrement de numéros — et, éventuellement, un télécopieur grande distance (T G D) permettant, en quelques minutes, la télétransmission de documents de format standard.

Dans le foyer de l'an 2000, ces équipements de communication à distance seront complétés par un matériel de microinformatique. L'ordinateur domestique assurera la gestion familiale, le stockage des fichiers d'adresses, les rendez-vous, les recettes de cuisine, etc. Mais il servira également aux loisirs (jeux électroniques, échecs, ...). Tout cela, grâce à la « démocratisation » de la puce. En 1970, la consommation mondiale de circuits intégrés n'était que de 5 milliards de francs. En l'espace d'une décennie, elle a été multipliée par cinq ! Compte tenu du fait que les composants électroniques ne pèsent que faiblement (environ 10%) dans la valeur globale d'un matériel — récepteurs de télévision, ordinateurs, calculatrices... — on mesure toute la puissance des puces — et le chemin parcouru. ■



Télétel, l'expérience de Velizy, ici une habitante recherche directement par l'intermédiaire de son clavier la liste des médecins de garde. (Ci-dessus.) Terminal annuaire électronique de CIT-Alcatel en service à Rennes chez plus de 90 000 abonnés. (Ci-dessous.)

En page de droite :

Intérieur de demain, toute la famille utilise l'informatique dans sa vie quotidienne (de gauche à droite et de haut en bas). Magazine Antiope-Météo composé par la météorologie nationale. Antiope-Antenne 2 présentation de programme. Etat des routes. La cote de la Bourse (Chambre syndicale des Agents de change). Les offres d'emploi. La cote des taureaux. (Photos Kimmel.)



Quantité d'informations sur l'écran couleurs de la télévision



008 ANTIOPE-ANTENNE 2 PAGE 46 16H

L'invité du Jeudi

Le Général BIGEARD

IL A PARTICIPE AUX GUERRES DE 39-45, D'INDOCHINE, D'ALGERIE... ANCIEN SECRETAIRE D'ETAT A LA DEFENSE NATIONALE, IL EST AUJOURD'HUI DEPUTE DE TOUL... ET TOUJOURS CELEBRE POUR SON FRANCPARLER...



BOURSE DU 23 JUIN 1977 PAGE 54
OUVERTURE: +2,6 SEANCE: +2,7

COTE DU TERME

PR	DR	DT	
LERDY SOMER (MOT)	490,0	485,0	625
MOULINEX	165,5	165,1	4050
MUMM ET CIE	203,5	203,5	200
NATIONAL D'INVS	325,0	325,0	525
NAVIGATION MIXTE	240,0	240,0	18125
NOBEL BOZEL	62,40	62,40	175
NORD COMPAGNIE	18,60	19,50	3100
NOUVELLES GALERI	49,50	49,90	250
OLIDA ET CABY	123,0	125,0	250
O P F I PARISBAS	79,00	79,00	275
PARIS FRANCE	57,00	57,50	200
PECHELBRONN	73,40	73,40	200
PECHINEY UG KUHLL	81,10	81,90	29275
PUK & S CV 78	118,0	118,0	490
PENARROYA	45,00	45,00	625
PENHOET	186,5	186,5	350
DA PERNOU RICARD	49,70	49,70	
PERNOU RICARD	240,0	242,0	1375

018 ANTIOPE / / 1979 h m s 80007

CONCOURS ADMINISTRATIFS

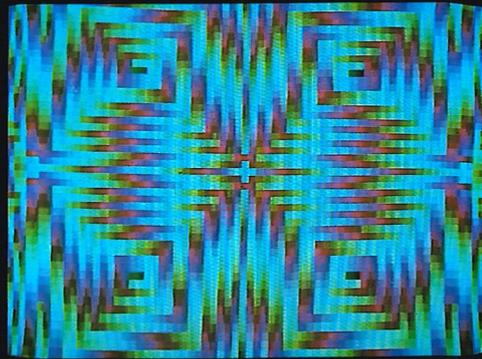
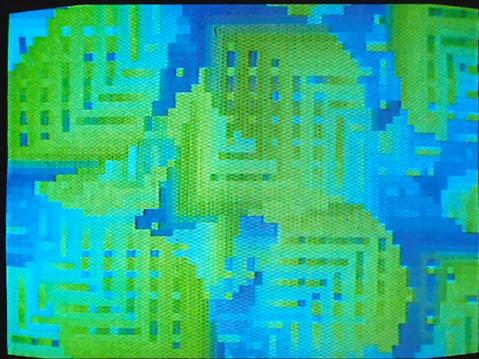
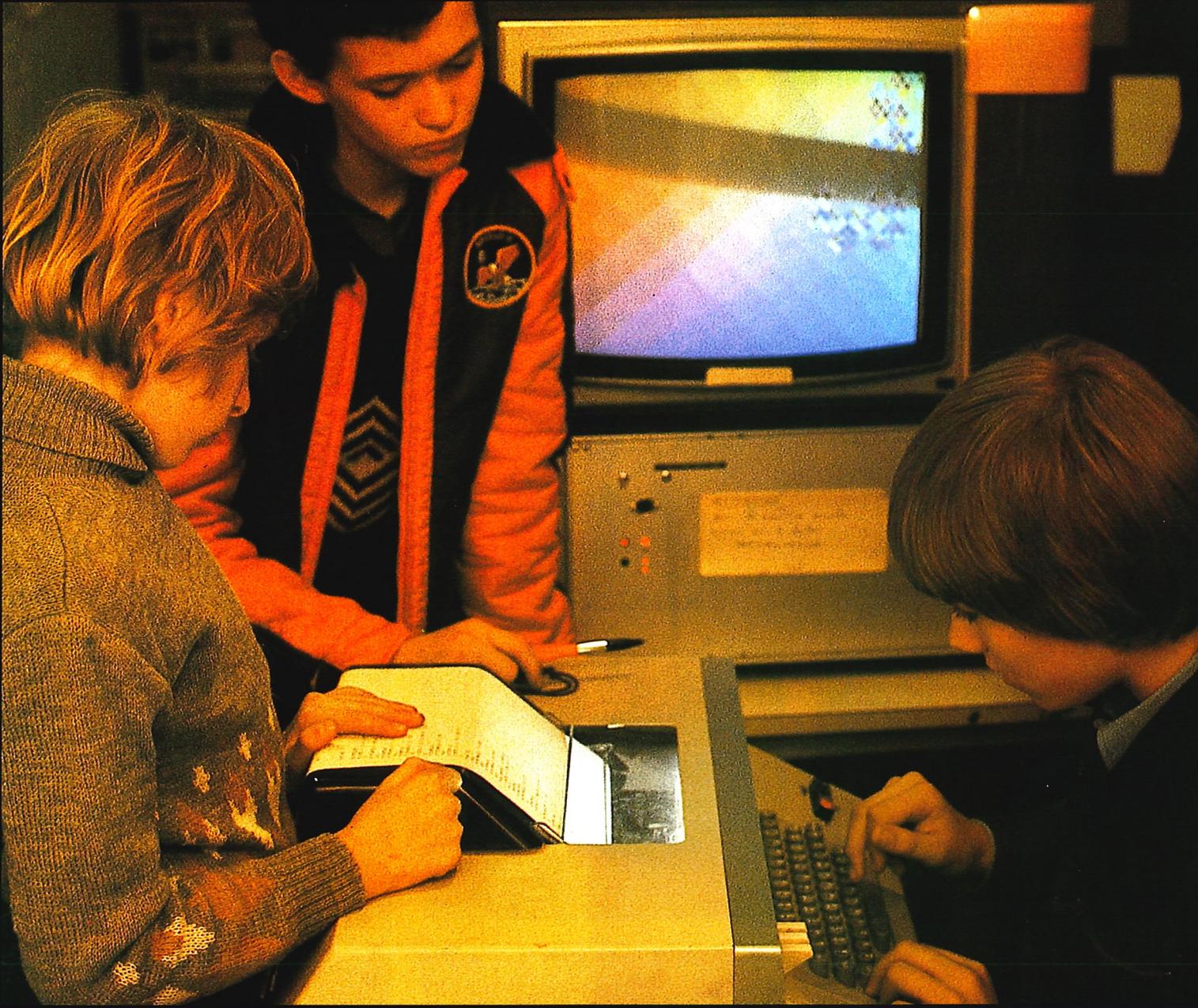
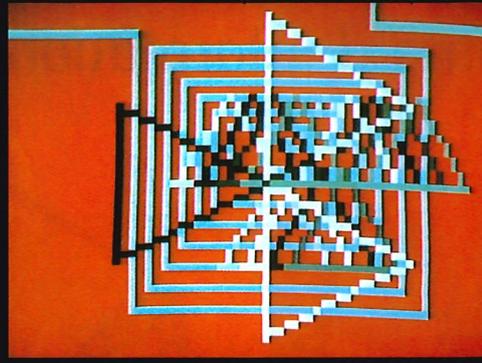
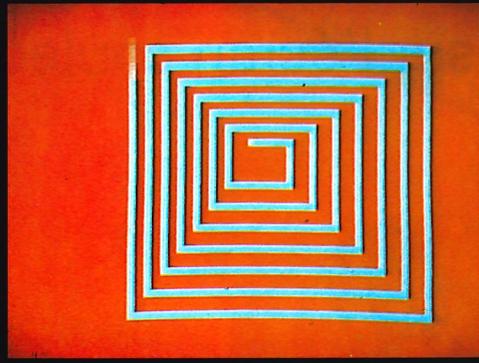
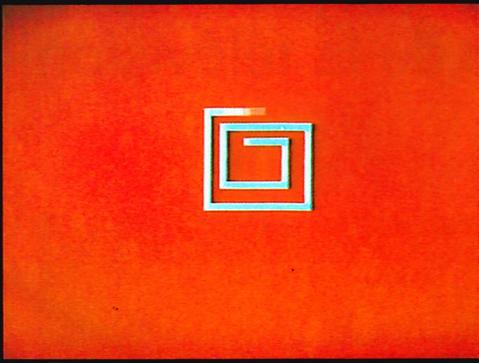
DATE	CONCOURS
27 JUIN 1979 <td>STENOGRAPHE & ADMIN CENTRALE</td>	STENOGRAPHE & ADMIN CENTRALE
27 JUIN 1979 <td>COMMIS SERVICES EXTÉRIEURS</td>	COMMIS SERVICES EXTÉRIEURS

059 ANTIOPE-DREP PAGE 17

LES MEILLEURS TAUREAUX BLONDS POUR LA PRODUCTION DE VEAUX

C.I.A. BEARN Tél : 32.00.33

Nom	Père	Robe	Village	Conseils
IGNACE	CLAIRON	Froment	Facile	Convient sur mère Bl. de qua-lité
HASS	TARINO	Froment	Facile	Idem
HAPEL	CECIL	Froment	Facile	Conseillé sur petit gabarit
HUTIN	CLAIRON	Froment	Très Facile	Sur génés- ses
IVON	CLAIR	Clair	Facile	ses
GIBUS	VALABOR	Foncé	Facile	4,3 Mols
HONDA	CLAIRON	Froment	Facile	ITALIE
ICARE	CECIL	Froment	Facile	ITALIE
MAHECONCLAIRON	Froment	Facile		



COMMENT L'ÉCOLE APPRIVOISE L'INFORMATIQUE

« Les années 80 seront celles des applications dans le domaine de l'éducation. » Malgré les aspects décevants de la polémique engagée en France entre les partisans de l'informatique comme discipline scientifique d'enseignement et ceux qui la considèrent comme outil pédagogique, il ne fait plus aucun doute que l'ordinateur est d'ores et déjà dans l'enceinte de l'école de demain.

Dès la rentrée prochaine, l'informatique sera enseignée, en option, de la classe de quatrième à la terminale, dans une dizaine de lycées et de collèges.

Mais le « mariage du siècle » entre l'ordinateur et l'éducation se déroule sous nos yeux, depuis déjà dix ans, avec 58 ordinateurs et des enseignants volontaires passionnés d'informatique. L'opération « 10 000 micros », démarrée en 1979 et s'achevant en 1986, touchera une grande partie des 7 000 établissements scolaires français. Phénomène mineur, à côté de ce qui se passe aux États-Unis où les applications d'enseignement assisté par ordinateur (EAO) comptent des centaines de centres et des milliers d'heures de cours distribuées.

Les premières expériences ont concerné l'enseignement de l'informatique et se sont progressivement étendues aux autres matières jusque et y compris les lettres, les arts, la sociologie, etc.

En dehors du cadre scolaire, l'EAO est parfois pratiqué dans les entreprises pour la formation continue des salariés. Il s'agit d'un apprentissage complémentaire (recyclage par exemple), suivi d'évaluations dans un do-

maine précis. Encore au stade des balbutiements, la formation professionnelle automatisée est appelée à un brillant avenir. Par l'importance croissante du marché, la maîtrise du contenu des disciplines à enseigner, et enfin la cible visée : les stagiaires sont des adultes à la fois motivés (recherche d'une promotion ou d'une meilleure réinsertion) et « aptes » à l'expérimentation.

Comme dans les autres activités où il y a eu incursion de l'ordinateur, (CAO : conception assistée par ordinateur, FAO : fabrication assistée par ordinateur...) la machine ne remplace pas le travail humain, mais le simplifie, ne se substitue pas à l'homme mais l'aide dans la conduite de son projet. C'est donc, fondamentalement, un média et un outil pédagogiques à la disposition de l'enseignant. Le rôle de l'ordinateur n'est pas radicalement différent de ce qu'il permet d'effectuer ailleurs : il mémorise et restitue des informations ; mais en plus il peut, à lui seul, et en quelques instants, assurer les fonctions essentielles du maître : contrôler l'acquisition des connaissances et corriger les erreurs de l'ensemble des élèves.

Contrairement au matériel pédagogique « moderne » — audiovisuel en particulier — l'ordinateur apporte au cours une dimension supplémentaire, le dialogue, empêchant l'élève de sombrer dans la passivité. Entre la machine et lui, il y a échange dynamique d'informations ; la progression de l'enseignement s'adapte au rythme propre d'acquisition de l'élève, à partir des résultats de tests. C'est donc d'une méthode pédagogique nouvelle qu'il faut parler. Car si l'informatique entraîne inéluctablement des changements de comportements et d'organisation dans les entreprises, les conséquences de l'implantation de l'ordinateur en milieu éducatif risquent d'aller plus loin, en bouleversant les habitudes acquises. Il est fort à prévoir que les enseignants soient les premières « victimes », parce que l'enseignement assisté demande, de leur part, des efforts constants de renouvellement du contenu des cours et des adaptations auxquelles ils sont loin d'être préparés. Ce qui justifierait les réticences des uns et le scepticisme des autres.

Mais sans doute ces résistances, ne sont-elles que psychologiques et les véritables freins à une automatisation de l'enseignement sont à chercher ailleurs. Néanmoins tous les experts s'accordent à penser au-

Les élèves d'un lycée font une recherche sérieuse d'éléments décoratifs en couleurs en partant d'un motif simple qui s'enrichit petit à petit, se complique et aboutit à des graphismes très élaborés et éclatants de couleur.

Les plus effrayés par l'EAO sont les professeurs !

L'avenir de l'enseignement : l'EAO.



Nombreuses sont les expériences d'enseignement assisté par ordinateur qui se déroulent un peu partout dans le monde.

En France, une opération EAO, vieille de dix ans, a eu pour cibles 58 lycées et une trentaine de collèges. Son ambition était modeste : familiariser les élèves à l'informatique, considérée comme une discipline de base au même titre que les mathématiques, par exemple. Parallèlement, on a cherché à encourager l'écllosion de clubs informatiques.

L'intérêt avoué de ces moyens dans l'école est de renouveler la pédagogie par une nouvelle présentation des cours. On attend de l'élève qu'il adopte un rôle actif par rapport au système qui dispense des connaissances selon une progression souple.

A partir d'un terminal spécialisé, l'étudiant interroge un ordinateur pendant le déroulement de la leçon. Le programme est bâti en « cascades », selon une succession de questions à choix multiple. Jeu de questions et de réponses sont en étroite dépendance. L'élève ne subit donc aucune contrainte, de la part de la machine, à travers un rythme d'acquisition imposé.

Dans l'EAO interviennent plusieurs procédés d'apprentissage : cours directs, activités de soutien (répétition, exercices), consultations de banques de données, jeux éducatifs s'apparentant à des méthodes d'éveil et offerts en « libre-service ».

Signalons également trois autres pôles.

La *simulation* permet au professeur de présenter à ses étudiants des expériences originales, et de leur offrir, le cas échéant, des outils pour faire évaluer les paramètres d'un « modèle ».

La *programmation* d'applications inédites par l'élève, à partir de langages évolués.

Et enfin l'*apprentissage autonome*, dont le système baptisé Logo est un prototype : technique opposée à celle de l'EAO « classique », Logo s'adresse à des enfants de milieu modeste. La méthode ne consiste pas à consolider un hypothétique acquis, mais à « corriger » un environnement culturel. Une expérience de ce type a eu lieu à l'école primaire Gué-Bernisson du Mans dans un cours élémentaire de deuxième année.

mettre en forme des connaissances, de les organiser et de les « habiller » pédagogiquement, de manière à faciliter leur transmission. Les inconditionnels de l'EAO — et ils ne sont pas rares — y voient cependant une sorte de cercle vicieux. Tant qu'on restera dans le cadre restreint d'une expérimentation, disent-ils en substance, la production des didacticiels se heurtera fatalement au problème de l'investissement. Or l'éducation est potentiellement grande consommatrice de matériels (des micro-ordinateurs mais sûrement, aussi, de très gros calculateurs) et de matière grise. En jeu économique des années 80, le marché de l'EAO est à peine entamé mais d'ores et déjà les plans de bataille des constructeurs et des sociétés de service sont dressés. L'emploi de l'ordinateur comme support pédagogique est confronté aux hésitations des pouvoirs publics : si demain le coup d'envoi était donné, la pénurie logicielle serait aussitôt débloquée et les prix à portée de toutes les écoles.

En dehors de cet aspect financier, il y a un motif, peut-être plus sérieux, de contestation de l'EAO.

Refondre le système

La qualité de cet enseignement — on l'a vu aux Etats-Unis — n'est pas toujours à la hauteur des espérances nourries par ses artisans. Cela ne signifie pas que l'objectif soit hors d'atteinte, mais il exigerait des éducateurs beaucoup plus de temps qu'ils n'en disposent habituellement. Dans l'écriture des cours, selon la méthode tutorielle (directive), il faut envisager l'ensemble des réponses possibles de l'étudiant, préparer les commentaires qu'elles appellent, et dans chaque cas, prévoir un cheminement pédagogique spécifique. Dans la simulation, qui est la forme d'enseignement assisté la plus riche, le professeur doit élaborer le modèle qui permettra à l'élève de réaliser des expériences (physique, chimie...) ou des jeux économiques, par exemple (conception et fabrication d'un produit, gestion d'une entreprise...). La conduite de ces exercices supposerait une refonte du système, basée sur une motivation profonde des enseignants, et sur une nouvelle répartition des tâches en équipe avec toutes les contraintes qu'elle implique. L'enseignement classique a probablement ses faiblesses, mais celles-ci ont le mérite d'être connues de tous, et certains ne vou-

jourd'hui qu'à courte ou brève échéance, les systèmes éducatifs seront progressivement amenés à laisser une place centrale à l'ordinateur dans la dispense des cours ; tandis que le maître accèderait au rôle de « programmeur », c'est-à-dire de bâtisseur de systèmes informatiques orientés enseignement, sa véritable vocation. Car l'ordinateur ne sait rien pour son propre compte. Il prend seulement en charge le contenu élaboré ailleurs, par des pédagogues.

Il n'est alors pas impossible d'imaginer un enseignement « personnalisé », reposant en grande partie sur l'ordinateur, et très proche, par sa démarche, des leçons du précepteur. Système éducatif idéal, tout au moins dans l'absolu, puisque correspondant aux capacités d'assimilation de chacun et d'une qualité vérifiée objectivement.

L'EAO n'est pas encore arrivé à ce

stade de perfection, sans toutefois connaître l'échec de l'enseignement programmé, qui avait, en son temps, nourri beaucoup d'illusions. L'avènement de l'intelligence artificielle à l'école connaît incontestablement une évolution très lente, sinon un retard.

Le coût reste élevé

En réalité, malgré la baisse considérable du prix des matériels et l'explosion des micro-ordinateurs, le coût de l'heure d'enseignement reste élevé, plus de 10 F dans les écoles américaines les mieux rentabilisées. La programmation des applications subit le cours normal du marché des prestations informatiques. Le développement des logiciels de base — appelés ici « didacticiels » — souffre, en plus, de l'exceptionnelle difficulté de la « matière » : il s'agit tout à la fois de

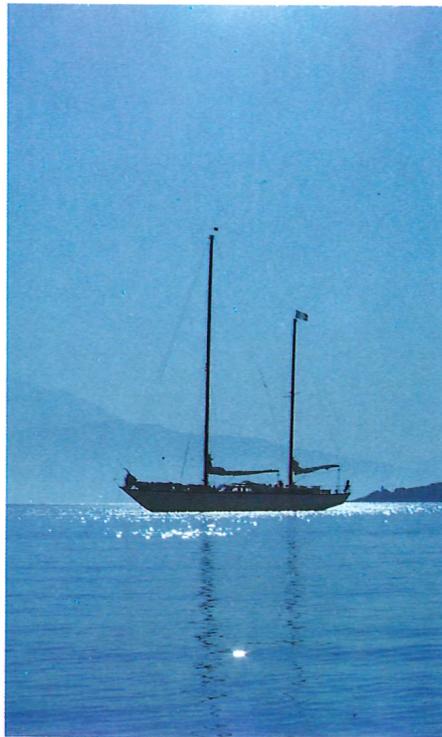
Pour apprendre à gérer l'entreprise...

Pour introduire son cycle de formation de trois ans, l'E.S.C.A.E. (Ecole Supérieure de Commerce et d'Administration des Entreprises) d'Amiens-Picardie propose aux étudiants, plutôt que d'aborder la gestion d'une manière parcellaire en étudiant ses différents domaines les uns après les autres, de découvrir globalement ce que représente une entreprise.

L'expérience mise au point par l'ESCAE est une anticipation de ce que l'on trouvera dans toutes les grandes écoles dans les années à venir. Elle a fait appel à l'informatique pour découvrir à la fois l'entreprise et ses problèmes, à travers une étude de cas basée sur la simulation par ordinateur. Ce jeu est obligatoire et fait partie du cycle de formation des élèves de première année, répartis en groupes de travail. Il leur est demandé de créer eux-mêmes leur entreprise et de la gérer. C'est en général un chantier naval, construisant des bateaux en plastique, avec des spécifications précises consignées dans un cahier des charges : lieu d'implantation de l'usine, statut juridique, nature des investissements, emprunts, définition du « produit », cible visée, circuits de distribution, promotion, et toutes les « bonnes » questions auxquelles est amené à répondre un responsable dans la conduite de son projet.

Le terrain déblayé « sur le papier », l'aventure informatique commence. Chaque équipe devra simuler sa gestion sur une période fictive d'un an, à l'aide de décisions prises mensuellement. C'est là qu'intervient l'ordinateur qui évalue les choix effectués par les gestionnaires du moment, en leur fournissant toutes les implications de ces choix.

Durant cette première phase, les élèves ont toute latitude pour concevoir leur produit, mais ils doivent néanmoins tenir compte de certaines contraintes (fournies par l'ordinateur) et le respect des normes techniques en vigueur, en particulier. La liberté du créateur n'est limitée que par le réalisme du contexte économique : imaginer un bateau séduisant mais commercialisable, fiable mais pas trop cher...



... un jeu assisté par ordinateur

Dans cet enseignement assisté par ordinateur, le rôle assigné à la machine est de dérouler, au moment opportun, un modèle qui reprend, dans ses grandes lignes, le type de fonctionnement du marché des bateaux. Elle enregistre également chaque décision de l'équipe pour générer des événements qui auraient pu

se produire dans la réalité. Dans le cursus, la simulation débouche inéluctablement sur une journée-salon vraie grandeur, réunissant les professionnels du nautisme – constructeurs, distributeurs, architectes, sponsors – qui « sanctionne » le travail collectif. Chaque équipe essaie de vendre son produit, c'est-à-dire à la fois le bateau et sa « valeur ajoutée » : stratégie publicitaire, mode de distribution, compétitivité du produit, savoir-faire des techniciens.

Un classement est opéré par les acheteurs potentiels qui délimitent ainsi la part de marché – donc la marge de manœuvre – de chaque entrepreneur. Nantis de cet acquis et d'un capital (fictif) de 600 000 F, les équipes abordent la phase de production. Dans ce cheminement, l'étudiant est progressivement amené à démonter lui-même, sans le concours de professeurs, les mécanismes de la gestion de l'entreprise. Il organise son planning des actions à mener : approvisionnements, stocks, fichier des fournisseurs, opérations de trésorerie etc. La plupart des grands équilibres de l'entreprise sont réalisés par les élèves. Les enseignants ne sont là que pour « rectifier le tir », tandis que l'ordinateur a un rôle fondamental. Il se substitue à l'entreprise : il simule la saisonnalité des commandes, le caprice des livraisons de certains fournisseurs, les réactions du marché face aux erreurs de gestion, les absences de personnel, les grèves déclenchées par une mauvaise politique de personnel...

La machine assure également une fonction d'assistance. Pour chaque entreprise, elle tient à jour la comptabilité, la production, les échéances. À travers ce jeu, les élèves sont initiés, à partir d'un cas « concret », aux problèmes de comptabilité, de gestion de production et de personnel, de marketing...

Un nouveau salon, organisé avec des gestionnaires (enseignants et responsables de sociétés) clôt le « jeu informatique ». Événement important, puisqu'il a valeur d'examen, au même titre que pour les cours classiques.

dront pas troquer ses vertus contre d'hypothétiques possibilités exceptionnelles de l'EAO.

Enfin la troisième raison invoquée par les partisans de la prudence, – la seule qui ne soit pas soluble techniquement – touche à la sacro-sainte relation maître-élève. Celle-ci régit tout notre système éducatif. Un schéma dans lequel les rapports seraient inversés, l'ordinateur se substituant à l'autorité du maître, n'est ni possible, ni souhaitable. Le contact psychologique et affectif, qui est le prolongement du comportement social, est nécessaire entre enseignant et enseigné. La place de la machine

est celle d'un outil d'aide à l'homme, présent physiquement.

Un intérêt profond

Dans la réalité, les quelques conclusions – partielles – tirées de diverses expériences prouvent que la tolérance de l'enseignement assisté est bonne, surtout auprès des jeunes élèves. Il ne semble pas que cette acceptabilité soit liée à la beauté du matériel ou à l'aspect ludique des manipulations de clavier mais à un intérêt profond pour une méthode et un contenu. La frayeur est, en tout cas, moins l'apa-

nage des étudiants que celle des professeurs. Pour l'heure, les responsables scolaires sont polarisés sur l'efficacité des machines à enseigner. L'ordinateur à l'école a besoin de se débarrasser des mythes qui l'entourent et le rendent suspect, aux yeux du public. Nouvelle technologie au service de l'apprentissage, l'EAO manque de doctrine ou, comme disent certains, d'une « stratégie de l'éducation ». Quelles qu'en seraient les orientations, il y a tout lieu de croire que le pragmatisme l'emportera sur la témérité et les lentes adaptations du corps enseignant sur les études de faisabilité. ■

Commerçant

Agence banque

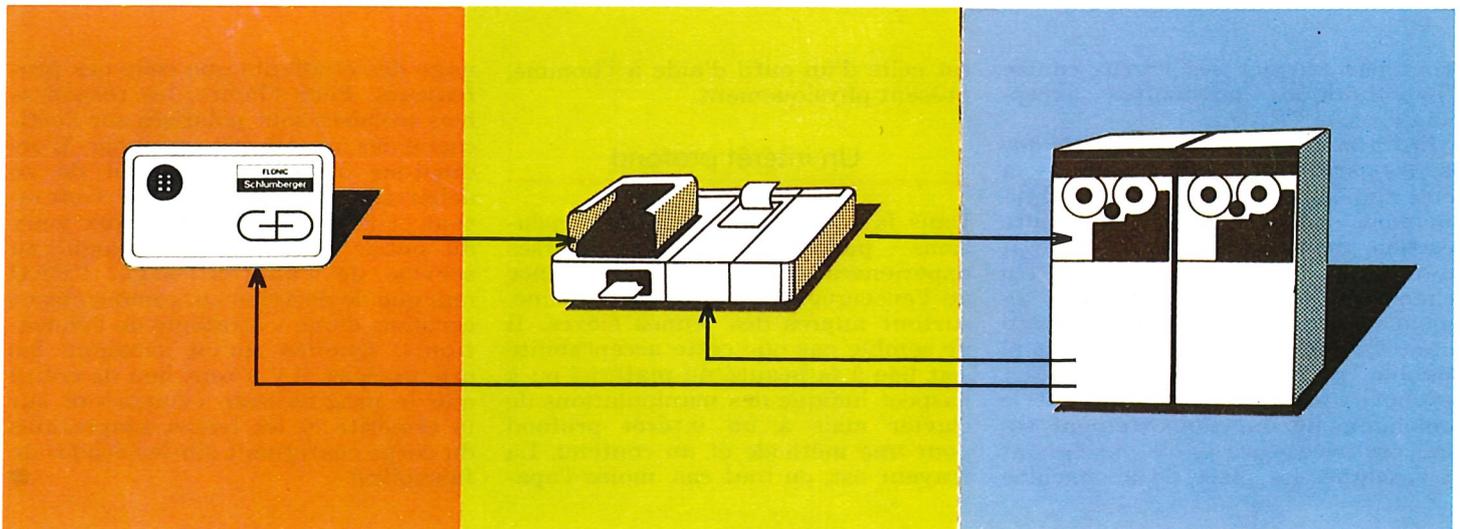
Intégré
Modulaire
Peu encombrant



CLIENT

COMMERÇANT

BANQUE



Le client paie le commerçant avec sa carte à microprocesseur, il l'introduit dans le lecteur et frappe son numéro de code secret. Il entre en contact direct avec l'ordinateur central de la banque qui débite automatiquement son compte, réintroduit sur le microprocesseur de la carte le nouveau solde et crédite le compte du commerçant.

POUR LES BANQUES L'ARGENT ÉLECTRONIQUE EXISTE DÉJÀ

« Le règne de l'espèce sonnante et trébuchante s'achève, vive la monnaie électronique ! » La société sans argent tant rêvée par Jean-Jacques Rousseau est à nos portes. Elle s'annonce comme une aventure télématique qui va transformer le visage de nos banques.



Une mutation en profondeur se prépare dans les coulisses cadenasées des établissements bancaires qui va simplifier les procédures commerciales en cours. Elle vise à réduire les manipulations et les transferts de fonds ainsi que les transactions des particuliers et des commerçants, convertis en un jeu d'écritures... électroniques. La carte à microprocesseur et mémoire incorporés et les terminaux « point de vente » en seront les supports. Cette année et 1982 verront la mise en service, à titre expérimental mais en grandeur nature, de ces nouveaux média de paiement, faisant appel aux plus récents progrès technologiques. La carte à mémoire, par exemple, emmagasinerait en volume de transactions, l'équivalent de quatre gros chéquiers.

L'automatisation des opérations financières a toujours constitué un point-clé dans le développement des banques. Ce secteur a été un des tout premiers à s'informatiser, dès 1960. C'est l'ordinateur qui lui a permis d'occuper une place de choix dans l'économie d'un pays et d'en détenir certains leviers de commande. Aujourd'hui encore, il demeure en tête de l'évolution technologique. La rai-

son de cette avancée est simple : la menace d'effondrement qui pèse sur le système bancaire, due, pour l'essentiel à son succès. Le rush du grand public sur les comptes courants a engorgé la machine, qui doit faire face à quelque trois milliards de chèques (y compris chèques postaux) émis annuellement en France.

Une première réponse a été le passage du traitement manuel à des procédés modernes de lecture optique, grâce à la création d'un nouveau chèque. Celui-ci comporte au bas de la formule une ligne de marques préimprimées magnétiquement. Le décodage se fait par une machine reliée à un ordinateur, améliorant la vitesse de traitement. Mais ce traitement ne peut être que partiellement automatisé en raison du nombre de mentions manuscrites (y compris la signature) à vérifier et à valider. Or l'intervention humaine est onéreuse. La gestion d'un chèque revient à 3 F et atteint parfois 5 F, alourdissant considérablement les charges d'exploitation d'un établissement. Cette situation est aggravée par la prolifération de petits chèques. En 1979, 800 millions d'entre eux étaient d'un montant inférieur à 100 F, et l'on a un moment songé à les taxer pour en dissuader les auteurs. L'effort de modernisation informatique a eu également pour cause la concurrence serrée que se livrent les grandes banques contraintes de se battre sur le plan des services sans cesse croissants rendus à la clientèle. Services nécessairement financés par des gains réalisés en améliorant la rentabilité (jusqu'à 50 % dans certains cas) et en augmentant la puissance de traitement des machines. Pour rééquilibrer les marges bénéficiaires, une seule solution donc : échapper à la tyrannie du papier en adoptant un support magnétique pour le transfert des « messages » codés. C'est cela la monnaie électronique. Sa vocation première est de mettre un terme à l'échange physique de papier.

Déjà les avis de prélèvement, les ordres de virement, les lettres de change relevé, les titres universels de paiement (TUP) sont des écritures « compensées » à la Banque de France, par l'ordinateur, sur bandes magnétiques, en dehors du circuit papier. En 1978, l'ordinateur de la Chambre de Compensation, installé en 1969, a assuré près de 20 % des échanges.

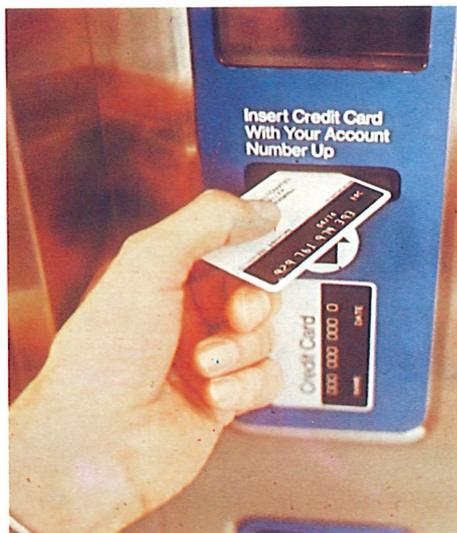
Ce type de transactions ne caractérise pas seulement le système bancaire français. Le réseau de transmis-

Les opérations bancaires seront bientôt faites à domicile

sion Swift régit les relations au niveau international de 500 établissements américains, européens et japonais. En France Swift est relayé par le Centre de commutation des messages bancaires (CCMB) pour l'« expédition » et la « réception » (virtuelles) des fonds.

Dans cette optique, l'appel à la télématique et même à la bureautique pour automatiser les guichets et simplifier certaines tâches de traitement de texte est devenu nécessaire. Les innovations telles que la transmission de données par réseau, la carte de paiement à piste magnétique — désormais classique — sont des outils informatiques qui préparent l'implantation de l'argent électronique. Ainsi pour éviter de recourir au chèque, les banques mettent à la disposition du public français 850 distributeurs automatiques de billets (DAB) accessibles aux titulaires de carte bleue. L'apparition récente des « points argent » souvent interbancaires (acceptant plusieurs cartes y compris chèques postaux) reflète la future décentralisation des transactions. Le système utilisé (le T 24) est à lui seul un véritable guichet bancaire. Outre la fonction retrait d'espèces, qui constitue sa version de base, il offre la possibilité d'effectuer à toute heure du jour et de la nuit des opérations telles que interrogation de compte (demande de position), dépôts, virements, demande de chéquier ou d'autres documents, etc. Ces appareils travaillent « en ligne » et en temps réel avec les ordinateurs centraux. Ils devront être étoffés par l'installation d'une nouvelle génération de terminaux — annoncée il y a deux ans. Ce sont des postes complets avec écran-clavier, lecteur de chèque, imprimante et le cas échéant guichet automatique, l'ensemble étant sous contrôle d'un mini-ordinateur. Au niveau des PTT, le « libre service financier » (LSF) mis à la disposition du grand public depuis le premier semestre 1980 est un guichet automatique interne du bureau de poste.

Destiné à effectuer des opérations de chèques ou de caisse d'épargne, il est accessible grâce à la carte CCP 24 h/24. Les LSF seront normalement connectés aux ordinateurs de gestion via un réseau spécialisé baptisé « CHEOPS ». Ce réseau compte actuellement 230 terminaux en service dans 145 bureaux nantais et parisiens, sur les 7.000 qui seront installés en 1984. Le LSF élargit la gamme des prestations PTT : retraits jusqu'à 2.000 F par jour, consultation



du solde et commande de chèquiers notamment.

Mais la petite révolution de palais sera la carte universelle de paiement, à mémoire avec pistes magnétisables. Il s'agit grosso-modo, d'une carte de crédit ordinaire ; mais ses fonctions sont beaucoup plus étendues.

Techniquement, elle est plus épaisse (0,8 mm) avec des circuits mémoires vives et mortes et un chip de microprocesseur fondus dans le support plastique. Telle une batterie électrique, elle se remplit d'une charge d'argent électronique et se « vide » au gré des achats effectués.

Pratiquement, l'acheteur présente sa carte au commerçant et l'opération de débit sur le compte client est validée par un code confidentiel du titulaire. Côté commerçant les transactions sont enregistrées sur une cassette et transmises, en différé, au système informatique. C'est le microprocesseur qui assure la conformité du code secret avec le code interne.

Support de transactions bancaires, la carte à mémoire et microprocesseur incorporés, est en quelque sorte un compte bancaire portatif, avec un certain crédit. Les opérations sont emmagasinées sur la carte et mises à jour. « Super-carte », elle garantit un niveau de sécurité bien supérieur aux cartes actuelles et à différents niveaux. Cela tient d'abord à une question technologique : elle est fabriquée selon des procédés de pointe, qui ne sont pas à la portée de l'amateur. Sa fiabilité tient ensuite à sa logique d'accès unique. Les informations enregistrées (en l'occurrence le code confidentiel) sont inviolables ; écrits

dans le circuit intégré, leur lecture forcée par un agent extérieur — que ce soit le banquier, le terminal de vente ou tout autre système informatique — provoque la destruction de la carte au troisième essai infructueux. Le mot de passe secret n'est connu que du microprocesseur et de l'utilisateur. Toutes les opérations effectuées sont fixées sur mémoires autovérrouillées.

Mais la carte électronique n'est qu'un outil parmi d'autres, pour dialoguer avec la machine et échanger des informations financières. Le terminal point de vente, implanté chez les commerçants, produit concurrent de la carte. Connecté par téléphone à un service central bancaire, le commerçant interroge l'ordinateur sur la nature de la transaction — après que le client ait composé son code secret — et reçoit une réponse (autorisation ou interdiction) de passer la commande. Dans l'affirmative, le crédit et le débit des deux comptes, acheteur-vendeur sont validés simultanément, en moins de 20 secondes.

A terme, il n'est pas exclu que les deux systèmes (carte et terminal) deviennent complémentaires. D'une part les entreprises commerciales auront leur propre connexion avec l'ordinateur, pour le traitement en temps réel (réseau téléphonique) ou en différé (support magnétique) grâce à des terminaux ou des caisses enregistreuses « intelligentes ». D'autre part le particulier disposera de guichets automatisés, également intelligents, tout entier « dédiés » au client. Celui-ci y accomplira seul et en sécurité ses retraits, dépôts, virements, etc.

Le guichet de banque de demain sera donc une banque de guichets automatisés, répartis géographiquement pour aller au-devant des utilisateurs : dans les gares et les lieux publics, voire dans les entreprises, ouverts 24 heures sur 24.

Techniquement, le projet de « banque à domicile » est réalisable. Grâce à la télématique, la banque sera progressivement déplacée à domicile. Il est d'ores et déjà envisagé que le système Teletel admette la carte de crédit comme moyen de paiement, mais aussi comme carte d'identification servant à commander, de chez soi, des articles ou à consulter des banques de données payantes.

On le voit, les mouvements de fonds seront totalement supprimés et les liquidités auront un usage marchand très restreint. Il semble bien que le pari sur la monnaie électronique soit pour cette décennie. ■

Pour vous aider à comprendre l'informatique

voici

Ordinapoche



Mais l'informatique est encore chargée de mystère. Elle s'apparente aux mathématiques et souvent rebute nombre de ceux qui désireraient s'y lancer. Il faut démystifier l'informatique. Un ordinateur n'est qu'un outil comme un autre. Bien sûr, c'est un outil qui nous paraît « intelligent » et par conséquent susceptible de nous dépasser d'un des attributs de notre cerveau. C'est pourquoi comprendre le fonctionnement de l'ordinateur, les langages qu'il utilise, les relations entre son architecture interne et un programme, permet de pénétrer dans le monde de l'informatique et de se familiariser avec l'avenir qu'il nous prépare.

La révolution informatique s'est faite dans un laps de temps si court que l'on est assailli, agressé même par un vocabulaire nouveau. Au détour d'une publicité, d'un article, d'annonces ou d'émissions télévisées, on est exposé à des termes étranges : « cycle » d'un ordinateur, vitesses mesurées en « nanoseconde », capacité de mémoire de 16 K ou 32 K, « mémoire centrale », « auxiliaire », « ROM », « RAM ». Ces termes sont inquiétants parce que nouveaux, parce que non encore maîtrisés.

Une introduction simple à l'informatique doit permettre aujourd'hui à chacun de mieux comprendre et choisir les voies vers lesquelles nous engage cette nouvelle technologie. De dialoguer avec ceux qui s'en servent. De connaître les limites des ordinateurs. D'évaluer leurs capacités et leurs applications, lorsque nous avons à nous en servir au bureau, à l'usine, sur les chantiers et bientôt dans notre voiture ou à notre domicile. L'ordinateur se miniaturise. Comme la calculette, il va tenir dans le creux de la main, nous parler, écrire sur l'écran de notre téléviseur.

C'est la révolution informatique, l'ordinateur est partout. Le voici qui entre dans notre foyer.

Maxi, mini, micro, calculettes. Sous toutes ces formes, c'est une nouvelle puissance de calcul pour chacun d'entre nous. Des « assistants intellectuels » capables d'écrire sur un écran de télévision, de nous parler avec une voix humaine, de jouer des notes de musique, de dessiner des graphiques en couleur. Les micro-ordinateurs ouvrent des horizons nouveaux et des applications à d'infinies variétés.

Nous sommes déjà familiarisés avec les ordinateurs capables de réserver les places d'hôtel ou d'avion, de préparer les relevés de compte en banque, de gérer notre police d'assurance-vie, de calculer les salaires dans l'entre-

prise. Nous avons fait connaissance avec les ordinateurs des centres d'impôts, de la Sécurité sociale, ceux des usines ou des laboratoires, ou encore ceux qui assurent des services variés allant de la vente par correspondance aux annuaires et répertoires que l'on consultera directement de chez soi, grâce au couplage de la télévision et du téléphone. Aujourd'hui, non seulement, l'essor de la micro-informatique, mais aussi celui de la télématique, nous surprennent et nous questionnent.

Aussi nombreuses que puissent être les marques actuellement sur le marché, les ordinateurs ont la même structure de base. Tous utilisent des programmes écrits dans des langages, tantôt simples comme le Basic, tantôt plus complexes comme le Fortran, ou le Cobol.

Pour préparer le futur, pour vivre l'ère de l'informatique, voici **ORDINAPOCHE**.

Certes, ce n'est pas un ordinateur, ce n'est pas non plus une calculatrice, ce n'est même pas une règle à calcul. Il n'effectuera pas pour vous d'opérations mais, en s'associant à vous, il vous fera comprendre ce qu'est un ordinateur et ce qu'est un programme.

L'informatique nous concerne tous. Bien sûr on peut apprendre l'informatique en s'achetant un microprocesseur et en apprenant chez soi à programmer. Mais leur coût est encore très élevé pour un budget familial,

alors que **ORDINAPOCHE**, avec quelques tirettes en carton, vous permettra, en quelques heures, de comprendre la base informatique nécessaire pour affronter la révolution du futur.

ORDINAPOCHE est un nouveau type d'auxiliaire didactique, relevant d'une pédagogie systémique, c'est-à-dire tenant compte des inter-relations des éléments entre eux. Quand il s'agit de comprendre une technique aussi peu familière, au premier abord, que l'informatique, l'enseignement linéaire auquel nous avons été habitués (comprendre A pour passer à B, puis ensuite aborder C une fois

que l'on a compris) n'est pas approprié. Il faut entrer dans le mode de pensée de l'informatique par plusieurs portes à la fois. C'est à cela que **ORDINAPOCHE** vous prépare. Grâce à lui, vous vous plongez d'emblée dans l'informatique, vous simulez un ordinateur, le rôle d'un programme et progressivement vous en comprenez la véritable logique, la portée, la puissance et, partant, l'influence sur notre futur.

Voici **ORDINAPOCHE**, un simulateur en carton qui sera votre ami et votre guide pour vous faire entrer dans le monde prodigieux des ordinateurs.

Quelques termes utiles à connaître

(Vous les retrouverez évidemment au cours du texte)

Accumulateur : Organe de calcul d'un ordinateur.

Adresse : Endroit où réside en mémoire une instruction ou une donnée.

Assembleur : Programme permettant d'écrire des programmes en langage machine.

Bandes magnétiques : Mémoires auxiliaires permettant le stockage de quantités importantes d'informations.

Basic : Langage évolué créé en 1965 aux Etats-Unis, précis, mais surtout simple d'utilisation, en particulier pour les non-informaticiens.

Bit : Chiffre binaire d'information (zéro ou un).

Boucle : Séquence répétitive inscrite dans un programme grâce à une instruction spéciale.

Branchement inconditionnel : Instruction permettant un branchement obligatoire dans un programme.

Branchement conditionnel : Instruction permettant un branchement dans un programme, seulement si certaines conditions sont réunies.

Caractère : Un caractère représente 8 bits ou un octet.

Case de mémoire : Endroit identifié par une adresse, où sont rangées en mémoire les instructions et les données.

Code d'opération : Ordre codé que reçoit l'ordinateur pour exécuter une opération spécifique.

Compilateur : Programme permettant de traduire un langage évolué (Fortran, Basic) en langage Assembleur.

Compteur d'adresse : Compteur permettant de suivre une par une chaque instruction d'un programme.

Cycle d'ordinateur : Succession des étapes d'exécution d'un programme.

Décalage : Instruction permettant de décaler les chiffres dans l'accumulateur.

Décodeur d'instruction (dans Ordina-poché) : Fenêtre permettant la « traduction » en français des instructions d'un programme.

Disques magnétiques : Mémoires auxiliaires d'ordinateur et de micro-ordinateur.

Donnée : Information codée destinée à être traitée par l'ordinateur (par exemple : chiffres à additionner).

Edition : Programme spécial permettant d'écrire et de corriger un programme.

Entrée : Appareillage permettant d'introduire les données et les instructions dans l'ordinateur (clavier, écran, lecteur de cassettes ou de bandes).

Fortran : Langage évolué très utilisé en informatique (abréviation de FORmula TRANslator).

Instruction : Expression codée qui contient un ordre de traitement exécutable par l'ordinateur. Elle indique, notamment, la nature de l'opération à effectuer (code d'opération) et l'adresse des données à traiter.

K : $K = 2^{10} = 1\ 024$ unités d'information.

Langage machine : Seul langage que comprend l'ordinateur, formé d'une succession de 0 et de 1.

Mémoire : Organe de l'ordinateur où sont rangées les instructions et les données, chaque « case mémoire » est identifiée par l'adresse.

Microseconde : Unité de temps utilisée en informatique (1 microseconde = 1 millionième de seconde).

Mot et mot programme : Unité de stockage en mémoire, comprend le code d'opération et l'adresse formant une instruction (Ordinapoché utilise des mots de 3 chiffres décimaux).

Nanoseconde : Unité de temps utilisée en informatique (1 nanoseconde = 1 milliardième de seconde).

Octet : Un octet = 8 bits (zéro ou un).

Ordinogramme : Diagramme de déroulement de chaque étape des opérations devant être effectuées pour obtenir la solution à un problème particulier.

Programme : Suite ordonnée d'instructions formulées dans un langage approprié et précisant les différentes étapes du traitement informatique.

Programme de chargement : Programme spécial permettant d'introduire un programme par l'unité d'entrée.

Puce (dans Ordina-poché) : Indicateur en carton qui saute de case mémoire en case mémoire et joue le rôle de compteur d'adresse.

Registre d'instruction : Mémoire capable d'emmagasiner chaque instruction au moment de son exécution.

Séquence d'appel : Instruction permettant d'appeler un sous-programme.

Sortie : Appareillage permettant de communiquer les résultats des traitements à l'extérieur (écran, imprimante...).

Sous-programme : Partie d'un programme mémorisé sur bande magnétique ou sur disque et pouvant être facilement utilisée par n'importe quel programme.

Temps réel : Traitement informatique sous forme interactive. Les résultats sont communiqués à l'utilisateur au fur et à mesure du traitement des données.

Test d'accumulateur (sur Ordina-poché) : Fenêtre permettant de vérifier le signe d'un nombre contenu dans l'accumulateur.

Unité de commande : Organe logique de contrôle du cycle de l'ordinateur. (Sur Ordina-poché : vous êtes l'unité de commande.)

Voici en 8 chapitres tout ce qu'il faut savoir pour tirer le meilleur parti de votre **Ordinapoch**

INTRODUCTION					
par Joël de Rosnay	21	4. Que se passe-t-il à l'intérieur d'un ordinateur ?	28	8. Pour comprendre la puissance et la souplesse de l'ordinateur	36
Quelques termes utiles à connaître	22	5. Présentation complète d' <i>Ordinapoch</i>	30	la prise de décision	36
Préambule	23	6. Comment écrire un programme avec <i>Ordinapoch</i>	32	la multiplication	37
1. Pour comprendre l'organisation d'un ordinateur, voici comment nous effectuons une addition	23	Vos directives pas à pas pour vous servir d' <i>Ordinapoch</i>	32	le décalage de chiffres	38
2. Pour comprendre l'organisation d'un programme	25	7. Deux aspects importants des programmes :		les sous-programmes	39
3. Pour comprendre la logique d'un ordinateur	27	boucles et branchements	35	Des programmes pour écrire des programmes	40
		les boucles	35	ANNEXE	
		le branchement inconditionnel	36	Pour apprendre et concevoir un programme :	
				le jeu de NIM à une rangée	41



Si vous êtes pressé ou si vous connaissez déjà l'informatique, allez page 32 et lisez le mode d'emploi rapide d'*Ordinapoch*.

Ce qu'est **Ordinapoch**... et ce qu'il n'est pas

Ordinapoch est un outil pédagogique pour comprendre l'informatique. Il illustre l'architecture et l'organisation de base de tous les ordinateurs. C'est presque un jeu. Il faut donc bien comprendre ce qu'il est capable de faire et quelles sont ses limites.

1. *Ordinapoch* ne fait pas les calculs. Il ne les facilite pas non plus.

2. *Ordinapoch* aide à comprendre

l'organisation interne, le fonctionnement d'un ordinateur et les techniques de programmation.

3. *Ordinapoch* est un simulateur. Il démonte les opérations de base. C'est vous qui serez la source d'énergie. C'est vous qui serez l'unité de commande.

Pour faciliter vos premiers contacts avec l'informatique, vous pouvez procéder de la manière suivante :

1. Si vous êtes très pressé, lisez le descriptif d'utilisation d'*Ordinapoch* en page 32.

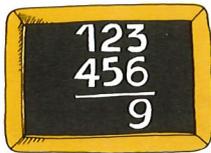
2. Pour ceux qui souhaitent comprendre étape par étape l'architecture de l'ordinateur, la logique de la programmation et écrire eux-mêmes leur premier programme, lisez tranquillement le présent livret d'accompagnement. Le voyage en vaut la peine.

1 Pour comprendre l'organisation d'un ordinateur voici comment nous effectuons une addition.

Avant de s'aventurer dans la description des ordinateurs ou d'*Ordinapoch*, il est utile de savoir que l'ordinateur effectue une addition un peu comme nous la faisons nous-mêmes. Il est donc nécessaire de détailler ce que comporte un calcul très simple.

Reportez-vous au temps de vos premières leçons d'arithmétique. Vous êtes de retour à l'école, devant le tableau noir, et l'institutrice vous demande d'additionner deux nombres : par exemple 123 et 456. Que faites-vous ? Vous inscrivez d'abord les deux nombres au tableau, en les

disposant l'un sous l'autre en colonne, puis vous tracez une ligne sous ces nombres et additionnez à partir de la colonne de droite jusqu'à la colonne de gauche (3 et 6 font 9 ; 2 et 5 font 7 ; 1 et 4 font 5). Le résultat est 579. Est-ce fini ? Pas tout à fait. Vous savez que l'institutrice attend le



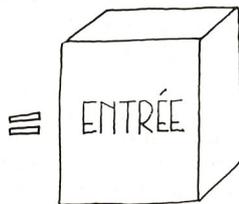
résultat et vous annoncez : la réponse est 579. Maintenant votre addition est complète et terminée.

● **Schéma simplifié d'un ordinateur.**

Voyons maintenant ce que vous avez fait pour obtenir le résultat. Nous pourrions en même temps établir le premier schéma, simplifié certes, mais fonctionnel, d'un ordinateur capable d'effectuer les mêmes opérations que vous.

● **Entrée.**

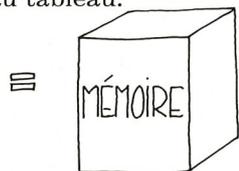
En premier lieu vous avez « écouté ». Dès que l'institutrice a mentionné votre nom, vous avez pris des notes mentales de tout ce qu'elle disait, portant une attention particulière à trois mots. Ces mots étaient « additionner » (c'est une *instruction*); 123 (c'est une *donnée*) et 456 (une autre donnée).



Ordinapoche (comme tout ordinateur) devra aussi posséder un dispositif « d'entrée » capable d'« écouter », c'est-à-dire de recevoir les instructions et les données.

● **Mémoire.**

On vous a remis des données, c'est-à-dire les deux nombres à additionner. Il vous fallait un dispositif convenable pour les conserver et les garder en mémoire. Pour cela vous les avez inscrites au tableau.



Dessins d'Anne PUYBARAUD

Ordinapoche (comme tout ordinateur) aura lui aussi besoin d'une *mémoire*.

● **Accumulateur.**

Vous avez ensuite additionné les deux nombres, c'est-à-dire les données, colonne par colonne, écrivant chaque résultat partiel dans la colonne correspondante jusqu'à ce que vous ayez obtenu le total que vous avez écrit sous le trait horizontal. Vous avez donc exécuté l'opération de calcul requise.



Ordinapoche (comme tout ordinateur) doit posséder lui aussi un organe de calcul. Etant donné que les résultats de chaque opération vont s'accumuler à l'intérieur de cet organe, nous l'appellerons « l'accumulateur ». On peut comparer cet accumulateur à un « boulier » dans lequel les boules seraient remplacées par des impulsions électroniques.

● **Programme.**

Souvenez-vous que lorsque vous avez enregistré vos données au

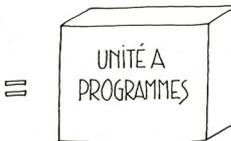


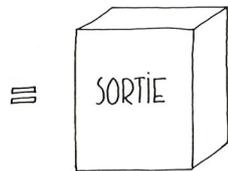
tableau (mémoire), vous ne les avez pas simplement placées au hasard. Au contraire, vous les avez inscrites avec

soin l'une sous l'autre, en colonne suivant la méthode que vous aviez apprise pour réaliser une addition. Souvenez-vous aussi que vous avez additionné ces nombres en commençant par établir la somme des chiffres de la colonne de droite, puis de la colonne suivante, et ainsi de suite. Chaque étape a donc été effectuée selon une *série de règles* bien définies que l'on vous avait enseignées auparavant. Ces règles qui vous ont guidé pour trouver la solution au problème portent le nom de « *programme* ».

Ordinapoche (comme tout ordinateur) ne serait d'aucune utilité sans programme.

● **Sortie.**

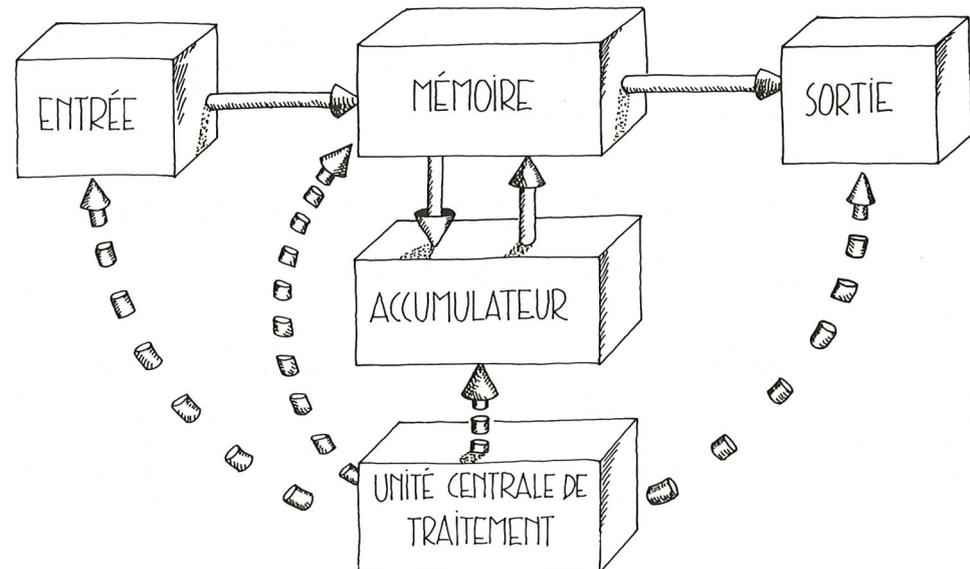
L'acte que vous avez accompli avant d'effacer le tableau et de retourner à votre place, fut de donner la réponse à l'institutrice.



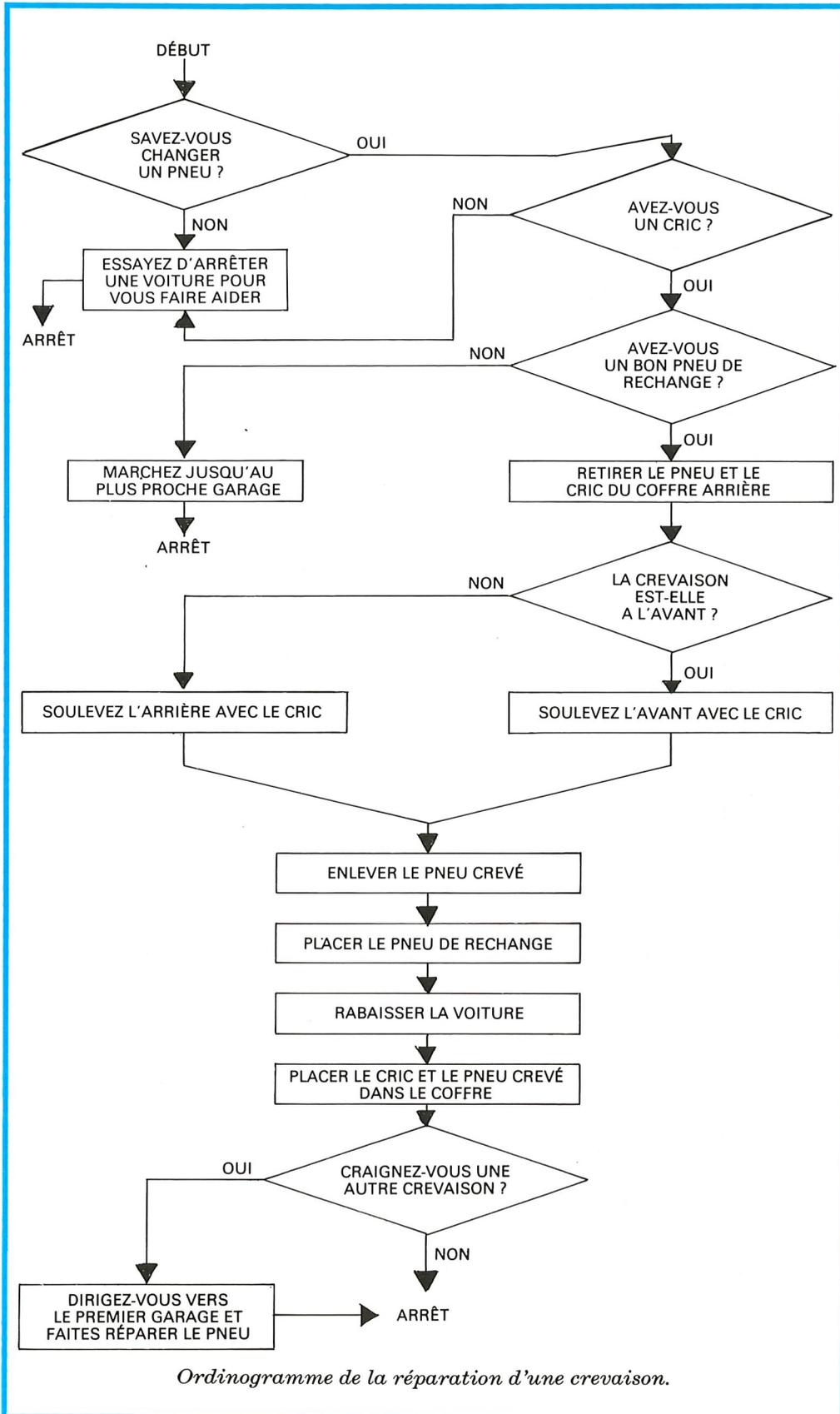
Ordinapoche (comme tout ordinateur) devra aussi pouvoir mettre ses réponses à notre disposition sous une forme facile à reconnaître. Pour ce faire, il lui faudra un dispositif de « *sortie* ». C'est un peu la « parole » de la machine.

Nous avons maintenant les éléments de base pour dessiner le premier schéma simplifié d'un ordinateur et d'Ordinapoche, comportant les différents éléments que nous venons de passer en revue : « entrée », « mémoire », « accumulateur », « programme » et « sortie ».

C'est le schéma de base de tout ordinateur, qu'il s'agisse d'un micro-ordinateur ou d'une IBM 4341.



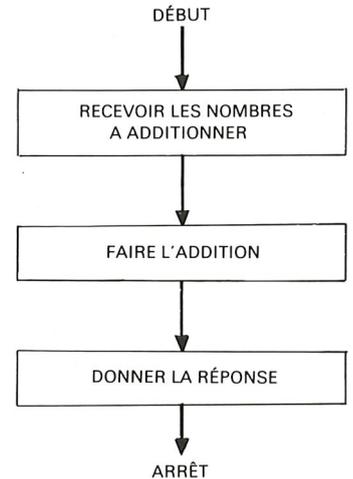
2 Pour comprendre l'organisation d'un programme.



Le schéma de la page 24 illustre les organes de base d'un ordinateur simple. Toutefois, il nous renseigne assez peu sur les interactions entre ces différents organes. Le programme sert justement à les relier les uns aux autres, étape par étape.

Une façon utile et très simple de se faire une première idée du mécanisme interne d'un ordinateur est de tracer ce que l'on appelle un « ordinogramme » ; c'est un diagramme du déroulement de chaque étape des opérations devant être effectuées pour obtenir la solution à un problème particulier. On peut tracer des ordinogrammes pour toutes sortes d'activités imaginables, même pour la réparation d'une crevaison comme l'indique l'ordinogramme ci-contre.

L'ordinogramme ci-dessous illustre, lui, les étapes d'une addition de deux nombres.



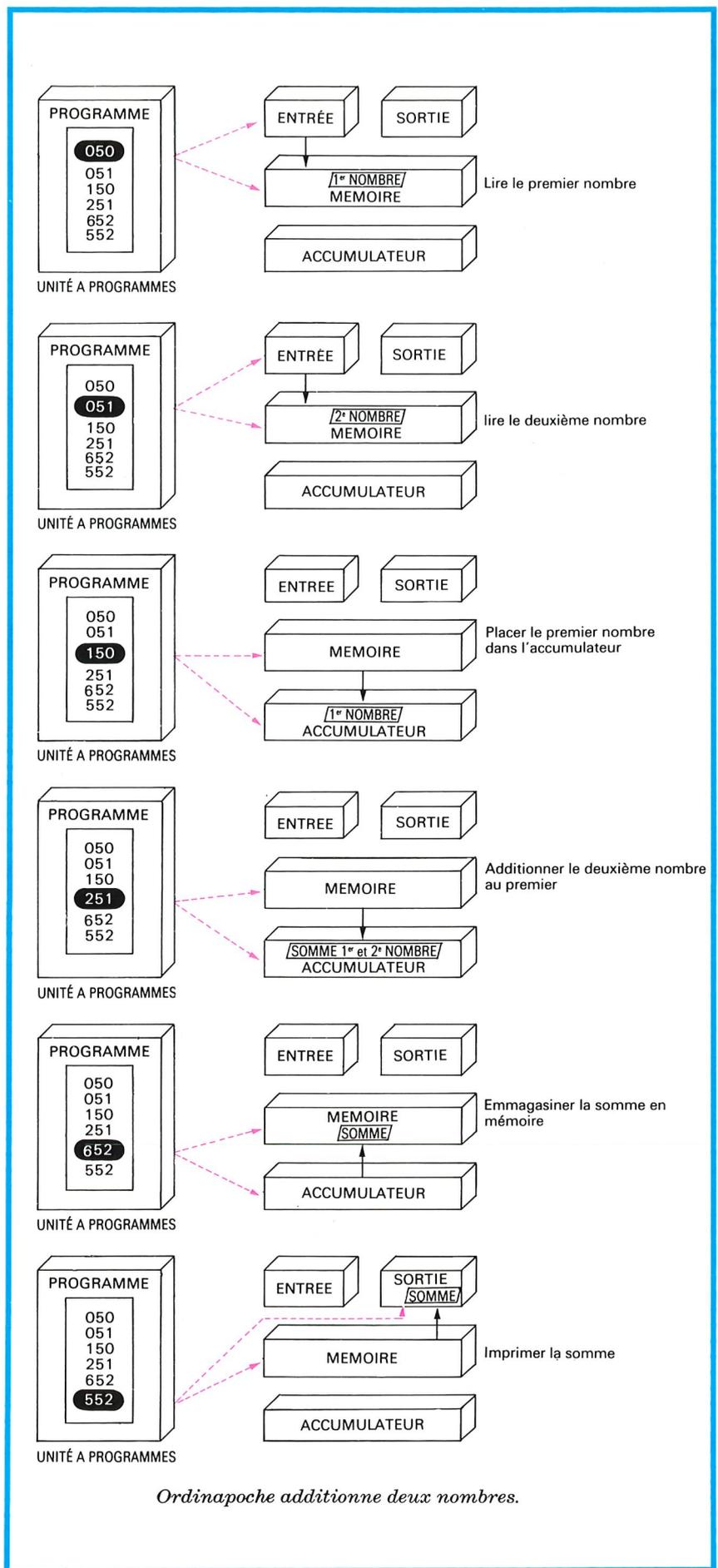
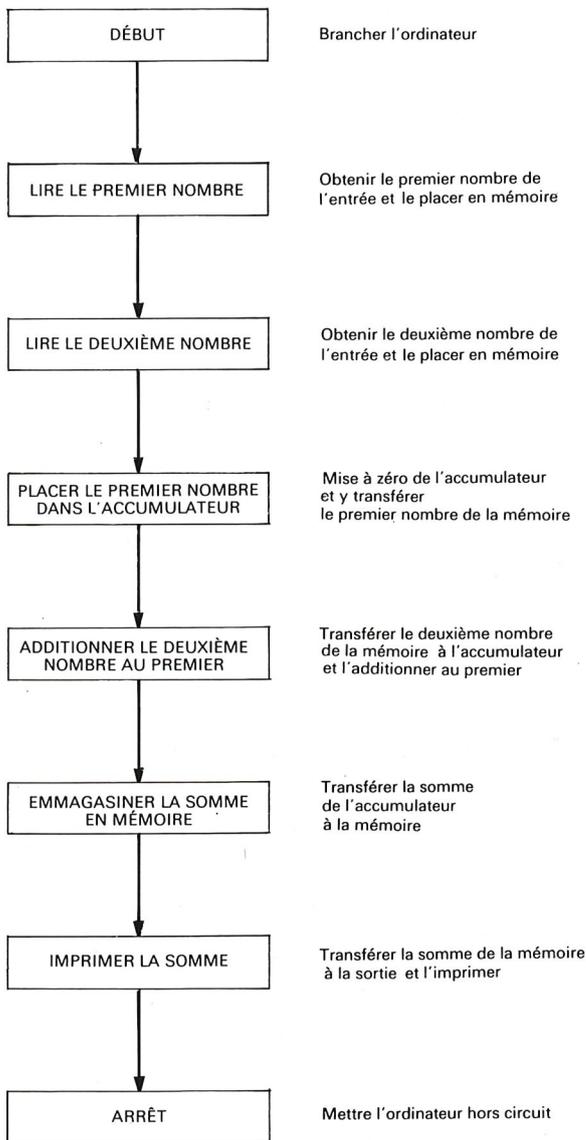
Ordinogramme d'une addition au tableau.

Cet ordinogramme peut paraître assez simple, mais au fur et à mesure que les problèmes et les procédés deviennent plus complexes, les ordinogrammes deviennent utiles comme étape intermédiaire entre l'analyse d'un problème et la programmation d'un ordinateur pour le résoudre.

Par exemple, le même ordinogramme pour l'addition de deux nombres devient déjà un peu plus complexe quand on le prépare pour Ordnapoche.

Comme on le voit en page suivante, chaque étape de l'opération à effectuer est illustrée par une série de cases. Le cheminement des données est représenté par des traits pleins, les lignes pointillées indiquent le cheminement des impulsions électro-

niques de contrôle. Sur la partie gauche du schéma on voit figurer une case intitulée pour le moment « unité à programmes » dans laquelle figurent des nombres d'apparence mystérieuse qui sont des abréviations en langage machine des instructions verbales contenues dans l'ordinogramme. Leur signification deviendra plus claire au cours des pages suivantes. Pour l'instant, il est suffisant de savoir que l'ordinateur les comprend parfaitement et que l'unité à programme les livre dans la bonne séquence.



Ordinogramme de l'addition avec ordina-poche

3 Pour comprendre la logique d'un ordinateur.

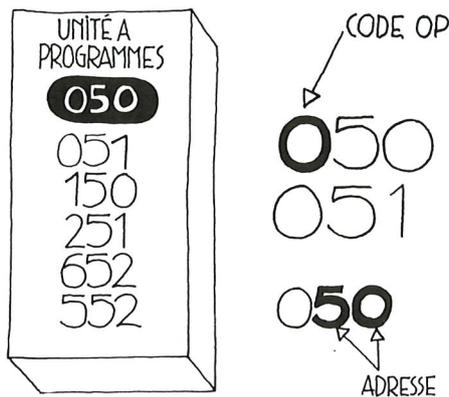
● Instructions et codes d'opérations.

Chaque instruction contenue dans l'unité à programme constitue ce que l'on appelle un « mot » (on dit aussi « mot programme »). Vous pouvez le voir sur le schéma, chaque mot est composé de *trois chiffres*. Le premier de ces chiffres est le symbole d'un ordre que reçoit l'ordinateur pour exécuter une opération spécifique, telle que « lire », « imprimer », « additionner » ou « soustraire ». Le premier chiffre constitue donc une véritable instruction codée que l'on appelle le « code d'opération ». Aussi invraisemblable que cela puisse paraître, 10 instructions suffisent pour résoudre tout problème dont la solution peut être définie de façon précise. Un microordinateur ou un ordinateur géant ne comportent pas beaucoup plus de 10 instructions de base qui leur permettent de résoudre les problèmes les plus compliqués. Les 10 codes d'opération d'Ordinapoche sont (1) :

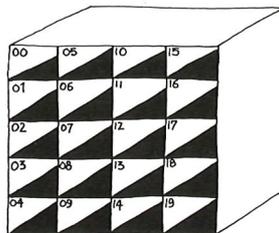
- 0 = Entrée (INP)
- 1 = Mise à zéro et additionner (CLA)
- 2 = Additionner (ADD)
- 3 = Vérifier le contenu de l'accumulateur (TAC)
- 4 = Décaler (SFT)
- 5 = Sortie (OUT)
- 6 = Emmagasiner (STO)
- 7 = Soustraire (SUB)
- 8 = Saut (ou branchement) inconditionnel (JMP)
- 9 = Arrêt (HRS)

● Mémoire et adresses.

L'ordinateur transfère constamment des données vers la mémoire ou hors de la mémoire. Il est évident que chaque type d'information stockée dans cette mémoire doit être conservée seule et dans un endroit bien distinct des autres informations stockées. De plus, toutes les informations doivent être accessibles instantanément dès que le programme les demande. Cette forme d'accès instantané à la mémoire n'est possible que si chaque position de mémoire est



divisée en un certain nombre de compartiments faciles à identifier. (Imaginez un grand vestiaire électronique, comme un vestiaire, avec dans chaque compartiment un vêtement identifié par un numéro, ou encore, les numéros de rues des immeubles d'une ville, ou des bureaux d'une grande administration). Chacune des cases de la mémoire a son propre numéro que l'on appelle l'« adresse ». Les gros ordinateurs possèdent plusieurs centaines de milliers et même des millions d'adresses. Pour des raisons d'ordre pratique, la mémoire d'Ordinapoche est composée de cent adresses numérotées de 00 à 99. Dans chaque case de mémoire d'Ordinapoche, identifiable par son adresse, il n'y a de place que pour un « mot » programme de 3 chiffres. Ce sont les



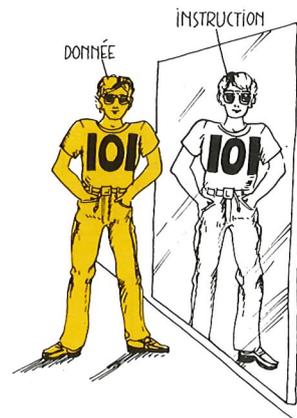
deux derniers chiffres de chaque « mot » programme qui indiquent l'adresse en mémoire. Le premier chiffre, on l'a vu, correspond au code d'opération. Il indique à l'ordinateur la tâche à accomplir.

Vous comprenez maintenant la signification des chiffres mystérieux qui apparaissent dans « l'unité à programmes » de la page 26. Ce sont des « mots » de trois chiffres en « langage machine » traduisant des instructions précises. Les vrais ordinateurs opèrent grâce à des mots beaucoup plus longs que ceux d'Ordinapoche. Ils ont aussi beaucoup plus d'adresses en mémoire, mais le prin-

cipe de base est exactement le même : le début de chaque mot indique à l'ordinateur ce qu'il doit faire, et l'autre partie, où il doit aller ranger ou chercher dans la mémoire les données nécessaires à ses opérations.

● Les instructions et les données sont des mots qui se ressemblent.

Ce qui est remarquable, c'est que toutes les instructions peuvent être représentées par un code de 3 chiffres. Mais si les *instructions* sont représentées par des mots de 3 chiffres, comment les *données* sont-elles représentées ? Eh bien, de la même façon ! Les données, (c'est-à-dire la matière à traiter par l'ordinateur) sont également représentées par 3 chiffres. Plus précisément, leur taille est limitée à 3 chiffres, étant donné que c'est la capacité maximum d'un mot-mémoire. De toutes manières, il faut bien noter que ces deux sortes de mots ont des apparences identiques.



Cette ressemblance présente un grand avantage. Tout d'abord les deux sortes de mots peuvent être traitées par les mêmes équipements. Ils peuvent être introduits dans les mêmes unités d'entrée, être traités dans le même accumulateur, et être stockés dans la même mémoire. Cela ne représente pas seulement une grande économie, mais permet aussi à un ordinateur en fonctionnement, de modifier ses propres instructions. Les ordinateurs qui fonctionnent de cette manière, sont appelés *ordinateurs à programme enregistré*. Cette facilité d'emmagasiner et de modifier leur propre programme, donne à ces ordinateurs l'apparence d'être complètement automatiques. On verra plus loin comment l'ordinateur distingue les données des instructions.

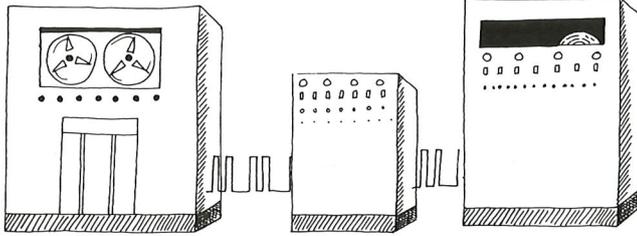
(1) : Les abréviations utilisées sont dérivées de l'anglais : INP = Input (entrée); ADD = Add (additionner); TAC = Test Accumulator Content (tester le contenu de l'accumulateur); OUT = Output (sortie); STO = Store (stocker, emmagasiner); SUB = Subtract (soustraire); JMP = Jump (aller à, ou, sauter à); HRS = Halt and Reset (arrêt et remise à zéro).

4 Que se passe-t-il à l'intérieur d'un ordinateur ?

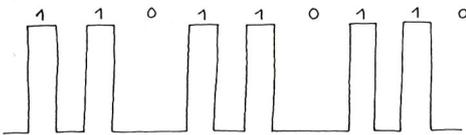
● Unité d'entrée (Input) :

Il y a deux instructions auxquelles les utilisateurs des ordinateurs accordent une signification particulière. Ces deux instructions sont « LIRE » (READ) et « IMPRIMER » (PRINT). Leur emploi implique l'utilisation des unités d'entrée et des unités de sortie de l'ordinateur.

Les ordinateurs n'étant que des machines, leurs différents organes



communiquent les uns avec les autres dans un langage qui leur est propre : un langage électronique. L'alphabet de ce langage consiste en impulsions électroniques et les mots, en séquences d'impulsions disposées selon des codes standard. Si l'on désigne l'absence d'une impulsion par 0 et sa présence par 1, on peut coder presque n'importe quelle information désirée, en groupes de 1 et de 0. L'organe d'entrée d'un ordinateur n'est rien d'autre qu'un dispositif particulier servant à enregistrer ces 1 et ces 0 sous forme d'impulsions électroniques.



Parmi les dispositifs d'entrée les plus utilisés, figurent bien entendu les cartes perforées et les claviers, mais aussi les bandes magnétiques de grande taille ou miniaturisées sous forme de cassettes (comme celles que l'on utilise dans les magnétophones à cassettes), des disques magnétiques souples (minidisques, disquettes) ou des disques de grandes capacités servant à stocker des quantités très importantes d'informations.

Sur la carte ou sur la bande perforée les 0 et les 1 sont codés sous forme de trous ou sous forme de pleins. Le lecteur de cartes ou le lecteur de bandes est muni de palpeurs qui repèrent la présence ou l'absence de perforations dans les cartes ou dans les bandes. Ces broches agissent comme des commutateurs qui transmettent les impulsions (ou signalent leur absence) à l'unité de

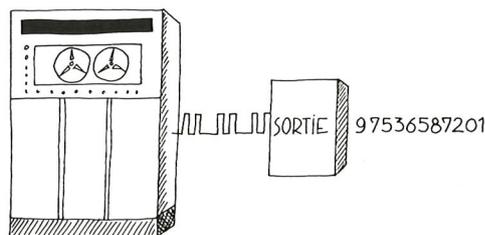
mémoire de l'ordinateur. Chaque combinaison de perforations ou d'absence de perforations signifie une lettre ou un chiffre. Lorsque nous demandons à l'ordinateur de lire quelque chose, nous lui disons simplement de transférer, en un endroit défini de la mémoire, une information provenant de son unité d'entrée.

Comme nous le verrons, Ordina-poche possède un organe d'entrée sous

la forme d'un ruban de carton sur lequel on peut écrire des chiffres, et les effacer très facilement.

● Unité de sortie (Output)

Les organes de sortie permettent de transformer les impulsions stockées dans la mémoire en un langage que nous pouvons comprendre. Il fonctionne en quelque sorte à l'inverse des organes d'entrée. Parmi les systèmes les plus répandus figurent les imprimantes à grande vitesse capables d'imprimer des informations reçues de la mémoire à la vitesse de centaines de lignes à la minute. On utilise de plus en plus des écrans de visualisation analogues à des écrans de télévision, sur lesquels les chiffres ou les lettres viennent s'inscrire en caractères lumineux. D'autres unités de sortie permettent la synthèse de la voix humaine. Les ordinateurs peuvent désormais communiquer avec nous en nous « parlant » comme le ferait un interlocuteur. Quand nous demandons donc à un ordinateur d'imprimer quelque chose, nous lui disons seulement de retrouver une certaine information dans un endroit spécifique de la mémoire et de l'imprimer, soit sur du papier, soit de l'afficher sur un écran de télévision, soit encore de transformer ces informations en phrases que notre oreille peut entendre.



● Que se passe-t-il à l'intérieur d'un ordinateur ?

La série de schémas qui va suivre permettra de comprendre ce qui se passe effectivement à l'intérieur d'un ordinateur. Ces schémas reprennent les organes qui constituent un ordinateur simplifié et que l'on retrouve dans ordina-poche. Mais « l'unité à programmes » qui avait été utilisée précédemment pour présenter la logique interne des programmes se subdivise maintenant en trois éléments essentiels : le registre d'instruction, le compteur d'adresses, et l'unité de commande.

● Le registre d'instruction

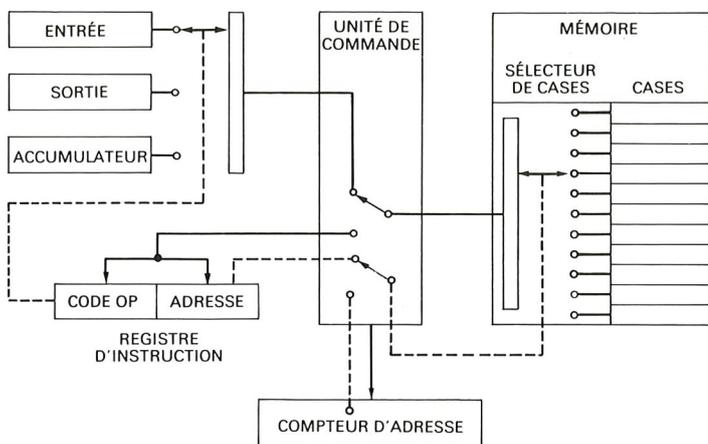
Le rôle du registre d'instruction est d'emmagasiner chaque « mot-programme » ou instruction, au moment même de son exécution. Une fois l'exécution de cette instruction terminée, le registre est prêt à recevoir une nouvelle instruction.

● Le compteur d'adresses

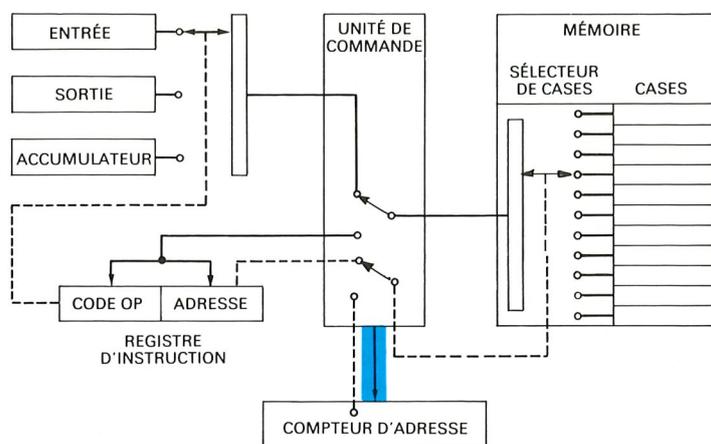
Quand vous avez à vous concentrer sur une longue liste de mots ou de chiffres, vous placez souvent votre doigt sur la première ligne et vous suivez de ligne en ligne afin d'être certain de lire la bonne ligne. Un compteur d'adresses ne fait pas autrement. Il contient l'adresse de la case de la mémoire d'où l'instruction en cours vient d'être retirée. Avant d'exécuter l'instruction il suffit d'additionner 1 à cette adresse pour obtenir automatiquement l'adresse exacte de l'instruction suivante, puisque les instructions sont emmagasinées les unes derrière les autres dans la mémoire. Le compteur d'adresses a d'autres propriétés, nous les verrons plus tard lorsque nous rencontrerons pour la première fois des instructions de « saut » permettant des branchements dans le programme ou permettant d'accéder à d'autres adresses qui ne se suivent pas en séquences les unes avec les autres.

● L'unité de commande

L'unité de commande contrôle le travail du registre d'instructions et du compteur d'adresses en accord avec l'ensemble de tous les autres organes de l'ordinateur. C'est un dispositif qui agit un peu comme le fait un téléphoniste, établissant les communications quand les signaux lumineux apparaissent sur son standard. Plus précisément l'unité de



Ordinateur à programme enregistré.



1. — L'unité de commande ajoute 1 au compteur d'adresse.

commande est capable d'effectuer les fonctions suivantes :

1° Ajouter 1 au nombre contenu dans le compteur d'adresse, ce qui donne automatiquement l'adresse de l'instruction suivante.

2° Utiliser le nombre contenu dans le compteur d'adresse pour repérer l'adresse de la prochaine instruction et pour la communiquer au registre d'instructions. Le compteur d'adresse dirige le sélecteur de cases vers la case appropriée.

3° Commander au registre d'instruction d'exécuter l'instruction en cours. Dans le cas présent l'instruction exécutée permet de transmettre une donnée de l'entrée à la mémoire.

Les schémas 1, 2, 3 indiquent en couleur les connexions internes qui se font dans l'ordinateur sous forme d'impulsions codées. Ces impulsions électroniques circulent dans des circuits logiques qui permettent l'ouverture ou la fermeture « d'interrupteurs » et ainsi l'aiguillage des infor-

mations vers les organes ou les centres appropriés.

• Comment l'ordinateur peut-il différencier une instruction d'une donnée ?

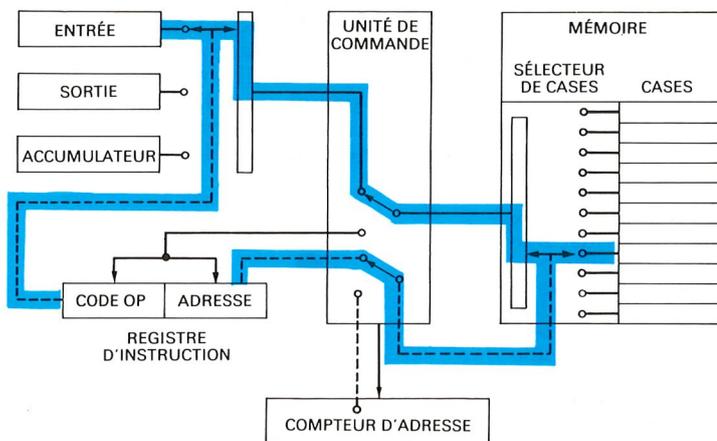
Dans un ordinateur l'utilisation et la signification d'un mot dépendent strictement de l'unité où ce dernier se trouve. A titre de comparaison, la suite de nombres 95-60-90 par exemple, peut s'interpréter différemment selon l'utilisation qu'on leur donne. Dans un studio de cinéma, ils pourraient indiquer les mensurations d'une actrice aux lignes avantageuses (données). Dans une chambre forte, le chiffre permettant d'ouvrir un coffre-fort (instructions). Dans un cours d'arithmétique élémentaire, ce pourrait être tout simplement trois nombres à additionner (données). Par exemple :

• Dans le registre d'instruction, 017 pourrait signifier « prendre le mot se trouvant dans l'unité d'entrée et

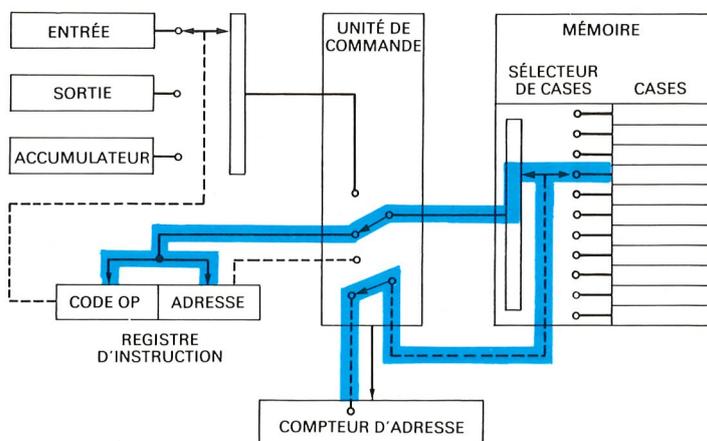
l'emmagasiner dans la case mémoire n° 17 ».

• Dans l'accumulateur, ce mot sera simplement considérée comme une donnée représentant le nombre 17, et il sera additionné ou soustrait à tout autre nombre se trouvant déjà dans l'accumulateur.

• Dans la mémoire, 017 peut représenter soit une donnée soit une instruction. Sa « signification » dépendra de l'unité suivante vers laquelle le programme exige qu'il soit acheminé. Si c'est une donnée et que par erreur le programme l'appelle dans le registre d'instruction, l'ordinateur fournira des réponses incohérentes. C'est une erreur fréquente chez les programmeurs. De telles méprises ont été la cause de résultats étranges ! Heureusement les conséquences de telles erreurs sont en général si bizarres que le programmeur peut rapidement détecter l'erreur et corriger son programme.



2. — Le registre d'instruction exécutant une lecture.

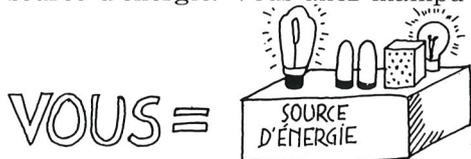


3. — L'unité de commande communique un mot au registre d'instruction.

5 Présentation complète d'Ordinapoche.

Nous avons maintenant une vue d'ensemble d'un ordinateur, de son organisation interne et de celle des programmes qu'il utilise. Il est donc possible de faire la liaison entre un vrai ordinateur et Ordinapoche, en comparant ses différents organes à ceux du simulateur en carton en votre possession.

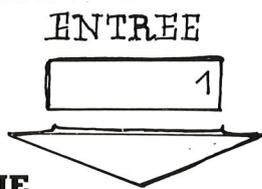
Remarque : un élément important a été volontairement omis dans Ordinapoche. C'est la source d'énergie. Avec Ordinapoche c'est vous qui êtes la source d'énergie. Vous allez manipu-



ler les tirettes et déplacer les données d'une section à une autre. Vous effectuerez également les opérations arithmétiques qui doivent être exécutées dans l'accumulateur. Ceci n'enlève rien à Ordinapoche en tant qu'auxiliaire didactique. Rappelez-vous que vous n'utilisez pas Ordinapoche pour apprendre à faire des opérations arithmétiques, mais pour comprendre le fonctionnement interne d'un ordinateur.

ENTRÉE

L'unité d'entrée d'Ordinapoche est constituée par un ruban en carton figurant soit un paquet de cartes perforées, soit une bande perforée. On fait apparaître dans la fenêtre placée sous le mot « entrée » la carte numéro 1, puis la carte numéro 2 selon l'exécution des programmes, comme on le verra.



SORTIE

L'apparence de l'unité de sortie d'Ordinapoche est identique à l'unité d'entrée. Il s'agit d'un ruban de carton figurant la feuille de papier sur laquelle viendront s'imprimer les informations communiquées à l'utilisateur. Vous les écrirez dans la fenêtre placée sous le mot « sortie ».



MÉMOIRE

La mémoire d'un ordinateur est électronique. Elle consiste habituellement en des millions et des millions de circuits spécialisés capables d'emmagasiner un bit (ou chiffre binaire d'information), c'est-à-dire un 0 ou un 1. La mémoire centrale des grands ordinateurs peut contenir jusqu'à 32 millions de caractères (chaque caractère représente 8 bits. Soit un octet). Sur le plan pratique on parle de « mots » de 36 chiffres binaires ou plus. Pour plus de simplicité, Ordinapoche utilise le système décimal plutôt que le système binaire. Sa mémoire est beaucoup plus petite, elle ne peut contenir que 100 mots de 3 chiffres. Ceux-ci sont écrits au crayon ou au stylo feutre effaçable et peuvent être consultés visuellement (1).

CASE N°	CONTENU	CASE N°	CONTENU	CASE N°	CONTENU
00	○	20	○	40	○
01	○	21	○	41	○

Etant donné que la mémoire d'Ordinapoche ne peut emmagasiner que des nombres de 3 chiffres, vous pouvez être surpris de l'inclusion d'un carré supplémentaire dans la rangée inférieure de l'accumulateur. Ce carré est prévu pour contenir le « dépassement » de capacité qui résulte de l'addition de deux nombres de 3 chiffres dont la somme est supérieure à 999.

ACCUMULATEUR

L'accumulateur est l'unité arithmétique de l'ordinateur. C'est dans celle-ci que se font les opérations d'addition, de soustraction et aussi les opérations de décalage des chiffres à droites et à gauche, comme nous le verrons plus tard.

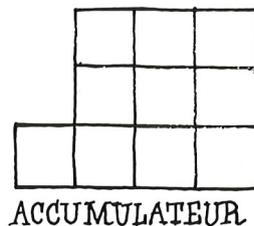
On peut également vérifier si le signe des nombres contenus dans l'accumulateur est négatif ou positif.

(1) : Comme vous l'avez peut-être remarqué dans les publicités consacrées aux ordinateurs, on présente telle machine comme possédant une capacité de mémoire centrale de 32 K octets (un octet égale 8 bits et 4 octets forment 1 mot). K signifie 1024, 32 K est donc égal à 32.000 octets environ. Un microordinateur possède une mémoire de 8 K, 16, 32 ou 48 K octets. Un IBM 3033 possède une capacité de mémoire centrale de 32.000 K octets ! Ordinapoche, quant à lui, n'a que 0,3 K de mémoire centrale.

L'accumulateur d'Ordinapoche remplit exactement les mêmes fonctions. Toutefois c'est vous qui remplacerez son système électronique en exécutant les opérations arithmétiques demandées par le registre d'instruction. Vous positionnerez également la tirette du signe de l'accumulateur, de manière à ce que le signe approprié (+ ou -) apparaisse bien dans la fenêtre circulaire.

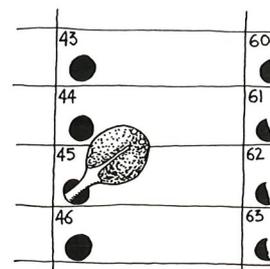
Au moment d'introduire les données sur les cartes d'entrée ou de sortie, ou dans la mémoire, n'oubliez pas de préciser si elles sont négatives. Les nombres sans signes sont considérés comme positifs.

L'accumulateur proprement dit se compose simplement de la rangée inférieure des carrés que voyez ci-contre. Les deux rangées supérieures servant de bloc-note ou de brouillon pour l'addition et la soustraction.



COMPTEUR D'ADRESSES

Le compteur d'adresses mémorise la position de la prochaine ligne du programme à exécuter. C'est en fait un compteur électronique dont le contenu représente l'adresse de la case-mémoire où doit être cherchée l'instruction suivante. Le compteur d'adresses d'Ordinapoche est un indicateur en carton en forme de « puce » qui se place manuellement d'une case à une autre dans les trous prévus à cet effet durant l'exécution du programme. Cet indicateur est représenté sous la forme d'une puce parce qu'il « saute » de case en case. Utilisé convenablement, il indiquera votre position parmi les lignes du programme aussi efficacement qu'un compteur d'adresses électronique.



REGISTRE D'INSTRUCTION

Le registre d'instruction d'un ordinateur emmagasine une instruction puis envoie des impulsions électroniques pour que les circuits appropriés puissent l'exécuter. Le choix des circuits auxquels parviennent les impulsions est déterminé grâce au code d'opération de l'instruction qui se trouve dans le registre instruction. C'est exactement ce qui se produit lorsque vous composez au cadran de votre téléphone les huit chiffres d'un numéro interurbain. Les deux premiers chiffres servent d'indicatif régional et activent l'équipement qui dirige l'appel vers la zone désirée. Les deux chiffres suivant sélectionnent le central approprié dans cette zone et les quatre derniers chiffres agissent sur l'équipement de commutation nécessaire pour vous mettre en liaison avec l'appareil de votre correspondant. Le registre d'instruction d'Ordinapoche se compose de tirettes en carton donnant le code d'opération et l'adresse. Trois fenêtres de visualisation permettent d'afficher les informations imprimées sur chaque tirette (1).



— La première fenêtre appelée « registre d'instruction » vous permet de regarder à « l'intérieur » du registre pour voir l'instruction qui s'y trouve emmagasiné.

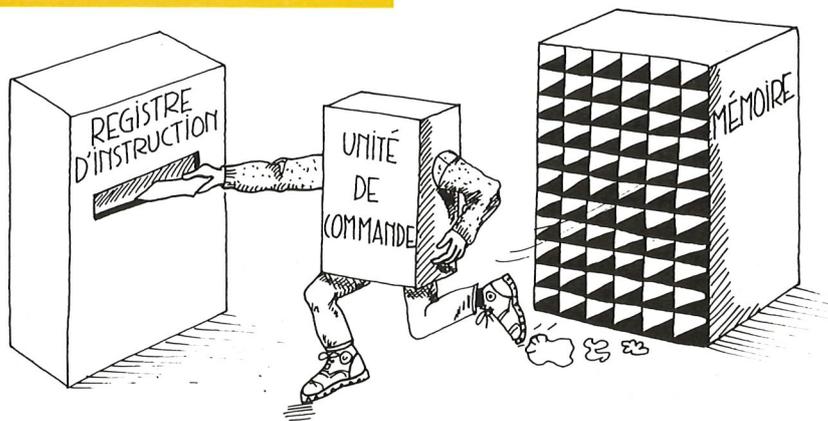
— La deuxième fenêtre appelée « test d'accumulateur » permet de vérifier

(1) Ces fenêtres présentent une certaine analogie avec les mystérieux voyants lumineux que l'on voit clignoter sur le tableau de bord des ordinateurs en fonctionnement. Si l'ordinateur s'arrête en cours d'opération, les codes représentés par la succession des voyants restés allumés indiquent à l'opérateur la signification de l'instruction en train d'être traitée, l'adresse en mémoire, ou le nombre renfermé dans l'accumulateur. Ces informations sont très utiles pour corriger les fautes d'un programme ou introduire directement en mémoire, à l'adresse voulue, les instructions ou les données désirées, en agissant sur les touches du tableau de bord.

le signe d'un nombre contenu dans l'accumulateur. Elle est aussi utilisée pour vérifier que toutes les cartes ont bien été enregistrées en mémoire.

— La troisième fenêtre appelée « décodeur d'instruction » simule la production des impulsions électroniques qui activent les circuits appropriés pour l'exécution d'une instruction. Etant donné que vous vous êtes substitués aux circuits logiques, les instructions sont exprimées en français plutôt qu'en impulsions électroniques. Imaginez simplement que cette fenêtre effectue pour vous le décodage des impulsions qu'elle reçoit, afin de vous permettre de connaître l'action à accomplir.

UNITÉ DE COMMANDE



L'unité de commande d'un ordinateur suit également un cycle invariable en trois étapes :

1° Elle va chercher une instruction en mémoire et l'emmagasine dans le registre d'instruction.

2° Elle accroît le nombre contenu dans le compteur d'adresses, le faisant ainsi passer à la valeur donnant l'adresse de l'instruction suivante.

3° Elle active le registre d'instruction pour qu'il exécute l'instruction qui vient de lui être transmise.

Pendant que le registre d'instruction exécute son cycle d'opération l'unité de commande n'intervient plus. Elle reprendra le contrôle seulement après que le registre d'instruction aura terminé une instruction.

Vous jouerez le rôle de l'unité de commande d'Ordinapoche, en suivant des yeux son cycle interne représenté par les flèches vertes. Ce faisant vous exécuterez toutes les opérations qui ont été décrites.

Mise en ordre des instructions

Dans un vrai ordinateur l'ordre de succession des impulsions produite par le registre d'instruction est très important. Dans le cas d'Ordinapoche également, une mise en séquence correcte est essentielle. Le chemin indiqué par les flèches vertes d'Ordinapoche doit être suivi scrupuleusement depuis la fenêtre du registre d'instruction jusqu'à celle du décodeur d'instruction, en passant par celle du test du contenu de l'accumulateur pour enfin revenir à la fenêtre du registre d'instruction. Cette boucle représentée par le circuit des flèches vertes, constitue ce que l'on appelle le cycle interne d'un ordinateur.

A la fin de chaque cycle, arrêtez-vous un instant pour bien vous rappeler que l'ordinateur accomplit le même cycle des millions de fois plus vite que vous.

Plus le cycle interne qui conditionne tout le fonctionnement d'un ordinateur est rapide, plus cet ordinateur sera capable d'accomplir des tâches inconcevables à réaliser avec des machines plus lentes. Ainsi en est-il du lancement d'une fusée lunaire. Dans ce cas, la machine doit pouvoir effectuer en « temps réel », en l'espace de quelques secondes, les millions d'opérations qui permettent de vérifier le fonctionnement de chaque pièce, de calculer la trajectoire, ou de rectifier le guidage de la fusée. Vous comprenez maintenant pourquoi la vitesse du cycle des ordinateurs modernes doit être exprimée en *microsecondes* (millionième de seconde) et même en *nanosecondes* (milliardième de seconde). Or il y a autant de nanosecondes dans une seconde que de secondes dans 30 ans !...

6 Comment écrire un programme avec Ordinapoche

Votre premier programme est très simple. Il permet d'additionner deux nombres (que vous pourrez changer après le premier essai). Nous l'avons écrit pour vous. Il ne cherche pas à vous impressionner sur la puissance d'Ordinapoche en tant qu'ordinateur, mais plutôt à vous familiariser avec son fonctionnement.

En écrivant et en utilisant ce programme, n'anticipez rien et ne sautez pas les étapes. L'omission d'une seule d'entre elles peut avoir des conséquences fâcheuses. La procédure pourra vous paraître fastidieuse mais pour les ordinateurs, elle ne l'est pas. Ils répètent inlassablement les mêmes opérations des milliards de fois par jour, sans se fatiguer et sans le moindre ennui ! C'est ce qui fait leur puissance.

Etant donné que ce premier programme ne comprend que 7 instruc-

tions on pourrait les écrire, les unes à la suite des autres sur une seule ligne, comme ceci : 050, 051, 150, 251, 652, 552, 900. Cependant un programme plus long écrit de cette façon, pourrait conduire à des confusions. Il est donc préférable d'écrire chaque instruction l'une au dessous de l'autre sous forme de tableau. La première

colonne indique les adresses des cases mémoires dans lesquelles chaque instruction doit être stockée. La deuxième colonne est le programme proprement dit, qui sera éventuellement chargé dans ces cases mémoires. La troisième colonne est réservée aux notes explicatives ou aux commentaires.

Programme n° 1 : additionner le nombre « A » au nombre « B » pour obtenir la somme « S »

Adresse	Contenu	Commentaires
10	050	Lire « A »
11	051	Lire « B »
12	150	Mettre à 0 l'accumulateur et additionner « A »
13	251	Additionner « B » (« S » est maintenant dans l'accumulateur).
14	652	Emmagasiner « S ».
15	552	Imprimer « S ».
16	900	Arrêter et remettre à l'état initial.

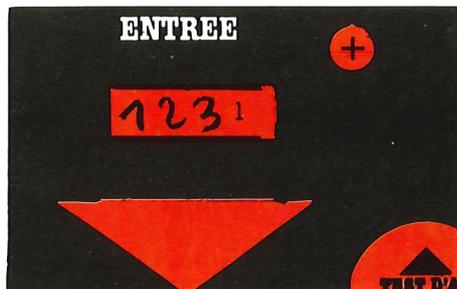
Vos directives en 26 points pour vous servir d'Ordinapoche

1. Ecrivez le programme de démonstration dans les cases de la MEMOIRE (vous utiliserez pour cela un stylo feutre effaçable, ou un crayon à mine tendre, pour ne pas abîmer votre Ordinapoche).

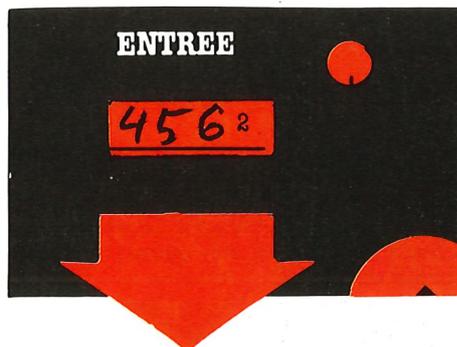
Vous commencez par écrire : dans la case n° 10 la 1^o instruction : 050 ; dans la case n° 11 la 2^o instruction : 051 ; dans la case n° 12 la 3^o instruction : 150 ; dans la case n° 13 la 4^o instruction : 251 ; dans la case n° 14 la 5^o instruction : 652 ; dans la case n° 15 la 6^o instruction : 552 ; dans la case n° 16 la 7^o instruction : 900

10	050	30
11	051	31
12	150	32
13	251	33
14	652	34
15	552	35
16	900	36

2. Les instructions étant prêtes, vérifiez que la ligne n° 1 du ruban-carte ENTREE apparait bien dans la fenêtre située sous le mot ENTREE. Inscrivez-y le premier nombre à additionner : 123, par exemple.



3. Tirez sur le ruban-carte pour faire apparaître la ligne n° 2. Inscrivez-y le deuxième nombre à additionner : 456, par exemple.



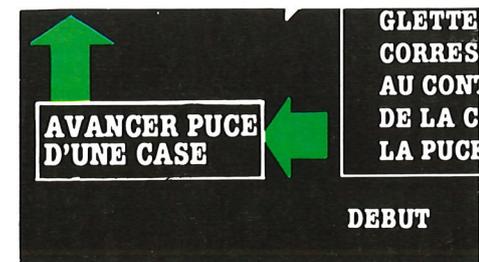
4. Remontez le ruban-carte pour que le premier nombre à additionner, « 123 » apparaisse dans la fenêtre d'ENTREE.

5. Placez une puce à la case 10 de la MEMOIRE.



Vous allez commencer à exécuter votre programme.

6. Vous partez du mot DEBUT et vous allez suivre méthodiquement le circuit des flèches vertes.



7. Comme il est écrit dans le rectangle REGISTRE D'INSTRUCTION, vous allez déplacer les réglètes CODE OP, ADRESSE 2, ADRESSE 1 de manière à faire apparaître dans la fenêtre le « mot programme ou instruction » inscrit dans la case MEMOIRE indiquée par la puce. Ce premier « mot programme » est, vous le voyez, un nombre : 050.

9. Suivez la grande flèche verte montant à gauche. Vous arrivez à la fenêtre DECODEUR D'INSTRUCTION qui vous indique ce que vous avez à faire. (Attention ! pour qu'il n'y ait pas d'erreur d'interprétation, les réglètes doivent être parfaitement en place).

la fenêtre d'ENTREE à la ligne 1, dans la case de MEMOIRE n° 51.

11. Vous inscrivez donc dans cette case le nombre 123.

49	49	69
30	80 123	70
31	51	71
32	52	72

12. Mais le DECODEUR vous demande également d'avancer le ruban-carte d'ENTREE pour faire apparaître la ligne n° 2, ce que vous faites.

13. En suivant la grande flèche verte descendant à droite vous revenez au rectangle REGISTRE D'INSTRUCTION.

Un nouveau cycle recommence

14. Vous manipulez à nouveau les réglètes comme indiqué au 7° ci-dessus. Ce qu'il faut faire apparaître dans la fenêtre est toujours indiqué par la case où se trouve la puce : elle est maintenant à la case n° 11 et le mot programme est : 051.

15. Avancez la puce d'une case.

16. Allez au DECODEUR D'INSTRUCTION comme indiqué au 9° ci-dessus.

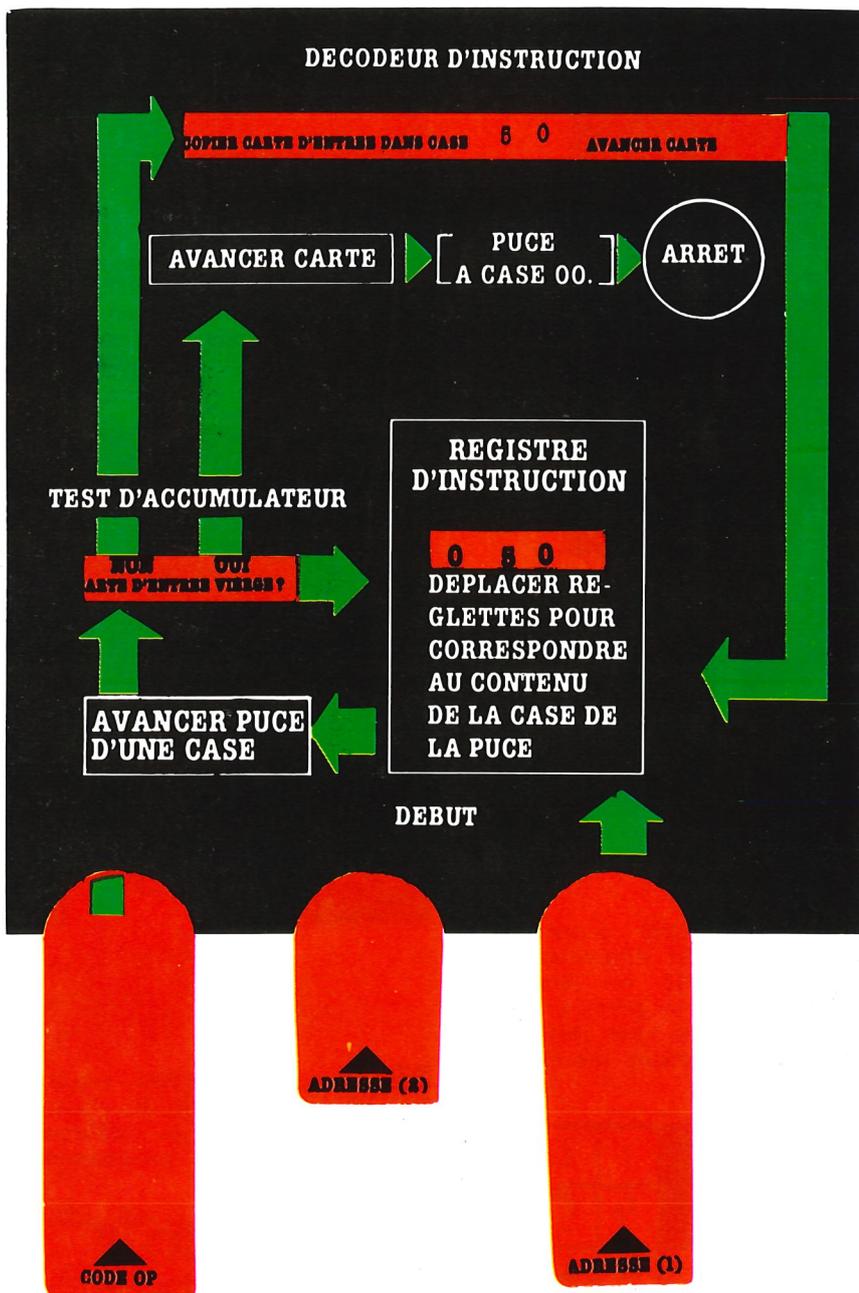
17. Le programme vous dit d'inscrire dans la case MEMOIRE n° 51, le deuxième nombre à additionner : 456, ce que vous faites.

18. Il vous dit aussi d'avancer le ruban-carte d'ENTREE jusqu'à la 3° ligne (qui est vierge).

19. Retour au REGISTRE D'INSTRUCTION. Un nouveau cycle recommence. Maintenant vous avez compris le principe, il est donc possible d'abrégier le détail des explications.

20. La case mémoire n° 12 vous dit de faire apparaître le mot programme : 150.

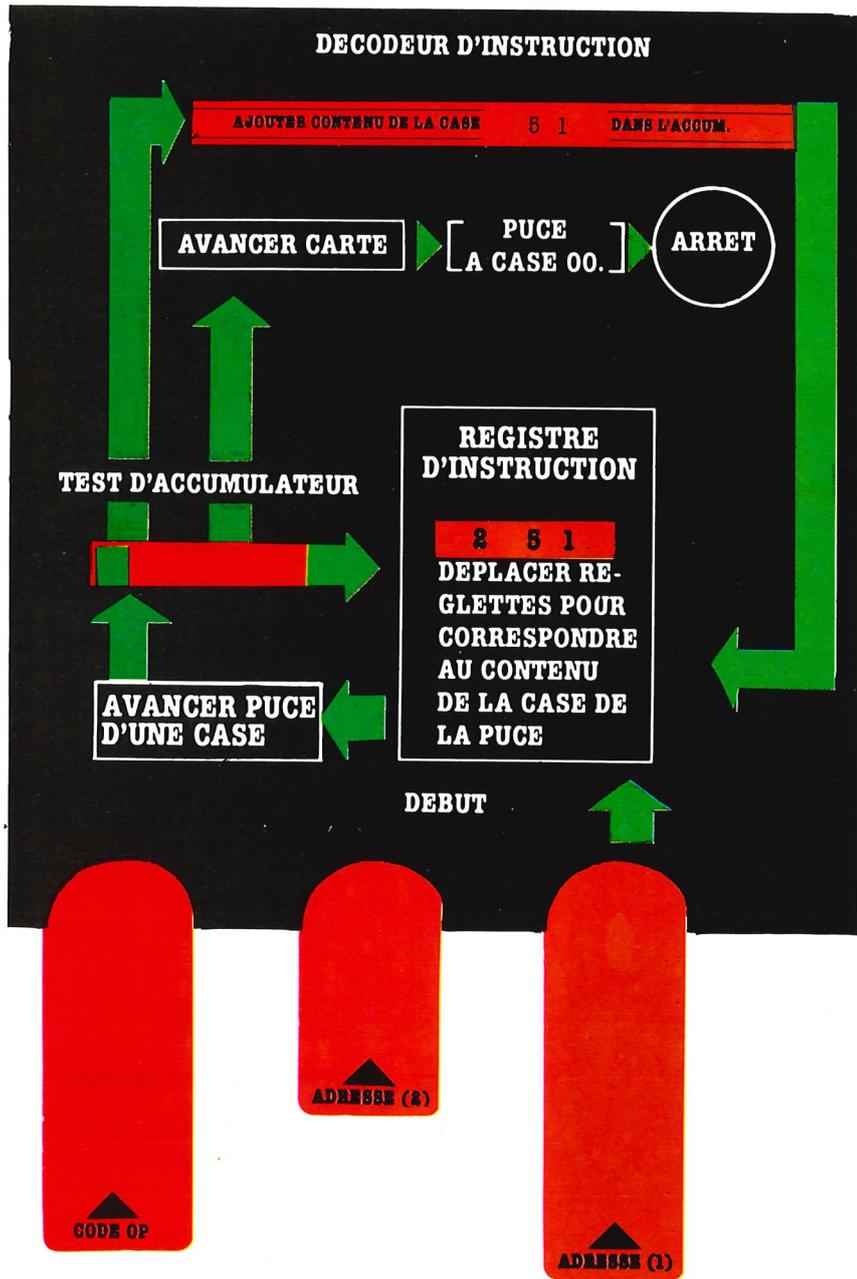
21. N'oubliez pas d'avancer la puce (on ne vous le redira plus !)



8. Avancez la puce d'une case (et n'oubliez pas de le faire à ce moment précis ; en général on l'oublie et cela compromet la suite des opérations !).

10. Le DECODEUR — qui transforme les mots-programme en instructions explicites — vous dit de recopier le nombre apparaissant dans

Vos directives pas à pas pour vous servir d'**Ordinapoch**



les cases du bas. Ce total est appelé : « CONTENU de l'ACCUMULATEUR ».

24. L'instruction 652 (case MEMOIRE 14) vous dit de recopier le contenu de l'accumulateur soit « 579 » dans la case n° 52

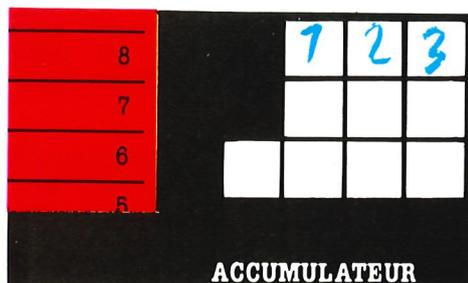
50	50	70
51	51	71
52	52	72
53	53	73

Handwritten values in the table:
 Row 50: 123
 Row 51: 456
 Row 52: 579

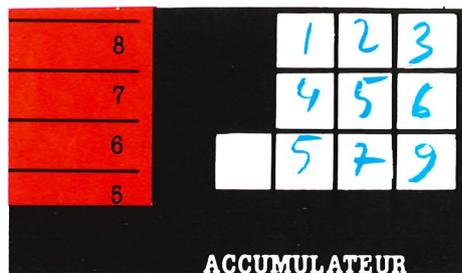
25. L'instruction 552 (case MEMOIRE 15) vous dit de recopier le contenu de la case MEMOIRE 52 à la ligne 1 qui apparait dans la fenêtre de SORTIE. Vous tirez sur la flèche pour faire sortir le résultat sous la fenêtre : « 579 ».



22. Comme vous le demande le DECODEUR effacez (seulement s'il y a lieu, mais il pense à tout) ce qui est dans l'ACCUMULATEUR et inscrivez en haut le premier nombre, 123, à raison d'un chiffre dans chaque petite case.



23. L'instruction 251 (case MEMOIRE 13) vous dit d'inscrire dans l'ACCUMULATEUR le deuxième chiffre, 456, sous le premier et de l'additionner, ce que vous faites à la main, le total 579 étant inscrit dans



26. L'instructeur 900 (case MEMOIRE 16) vous dit de ramener la puce à la case 0 et de « débrancher » l'Ordinapoch : le programme est terminé.



7 Deux aspects importants des programmes : boucles et branchements.

COMMENTAIRE :

Ce cycle peut vous sembler long, fastidieux... et surtout incroyablement compliqué pour faire quoi ? une addition aussi simple que $123 + 456$!
Mais :

1° Ce faisant vous avez pénétré la *méthode de travail* d'un ordinateur, une méthode qui découpe le travail en tranches sans rien laisser au hasard.

2° L'ordinateur lui effectue ce cycle *des millions de fois plus vite que vous*, en quelques nanosecondes peut être...

3° Une fois ce programme mis en mémoire, un ordinateur qui a appris à faire une addition est désormais capable de faire *n'importe quelle addition*.

Si vous avez soigneusement suivi le programme et le cycle indiqué par les flèches vertes, OrdinaPoche a du produire le bon résultat sur la carte de sortie. Vous avez du remarquer que la dernière instruction, « 900 » non seulement arrête la machine, mais ramène le compteur d'adresses à zéro.

Six codes d'opérations différents ont été utilisés dans ce programme. Voici la liste de ces codes avec leurs abréviations mnémoniques et leurs explications. Les quatre codes d'opérations restants seront expliqués au fur et à mesure de leur utilisation.

Code d'opération	Abréviation	Opération
0-	INP	Lire carte d'entrée dans la case-
1-	CLA	Vider l'accumulateur et y additionner le contenu de la case-
2-	ADD	Additionner le contenu de la case-au contenu de l'accumulateur.
5-	OUT	Imprimer le contenu de la case-sur carte de sortie.
6-	STO	Emmagasiner le contenu de l'accumulateur dans la case-
9-	HRS	Arrêter la machine et remettre le compteur d'adresse à zéro

Vous devez probablement vous demander pourquoi le programme commence dans la case mémoire n° 10, plutôt que dans la case 01. En fait, ce programme aurait pu commencer dans la case n° 1. Mais une longue expérience a montré aux programmeurs qu'il était bon de laisser un certain nombre de cases vides au début d'un programme. Cela donne de l'espace lorsqu'il faut y insérer une instruction que l'on a oubliée.

LES BOUCLES

Voyons maintenant comment on peut apprendre à un ordinateur à compter jusqu'à un nombre choisi à l'avance. Regardez le programme suivant. Il va produire la série des nombres 1, 2, 3, 4, 5,... jusqu'au nombre désiré

Programme numéro 2 : comptage	
ADRESSE	CONTENU
20	100
21	603
22	503
23	200
24	603
25	503
26	200
27	603
28	503
29	200
30	603
31	503
32	200
33	603
34	503

Exactement comme le programme d'addition, ce programme ne nous intéresse pas tant pour ce qu'il fait que pour la *façon dont il le fait*.

Il n'est pas nécessaire de l'exécuter sur ORDINAPOCHE. Parcourez le simplement des yeux, et vous verrez qu'il présente un sérieux inconvénient. Un coup d'œil suffit pour réaliser qu'il est d'abord beaucoup trop long : quinze instructions pour compter seulement jusqu'à 5 ! Un programme identique pour compter jusqu'à un million remplirait complètement la mémoire d'un ordinateur de très grande puissance. Un examen plus approfondi est encore plus révélateur. Après la première instruction, le programme se répète au taux de trois instructions : 603, 503, 200 ; 603, 503, 200 ; etc. Voyons ce qui se passe : Pour faire compter un ordinateur, comme vous venez de le voir, il suffit que cet ordinateur soit programmé pour additionner continuellement « un » dans l'accumulateur, puis pour mémoriser et imprimer la somme obtenue.

En réalité, compter est une fonction très importante des ordinateurs utilisée dans d'autres programmes. Le problème qui se pose est le suivant : comment l'ordinateur peut-il répéter le cycle de comptage sans qu'on ait à répéter dans le pro-

Adresse	Contenu	Commentaires
20	100	Le contenu de la case 00 (001) est mis dans l'accumulateur*.
21	603	Le contenu de l'accumulateur (001) est copié dans la case 03 (le contenu de l'accumulateur n'est pas effacé).
22	503	Le contenu de la case 03 est imprimé. Ceci est le premier décompte.
23	200	Le contenu de la case 00 (001) est additionné au contenu de l'accumulateur (001) élevant la somme à 002.
24	603	Le contenu de l'accumulateur (002) est copié dans la case 03 (le contenu de l'accumulateur n'est pas effacé)**.
25	503	Le contenu de la case 03 est imprimé. Ceci est le deuxième décompte.
26	200	Le contenu de la case 00 (001) est additionné au contenu de l'accumulateur, élevant la somme à 003.
27	603	Le contenu de l'accumulateur (003) est copié dans la case 03 (le contenu de l'accumulateur n'est pas effacé).
28	503	Le contenu de la case 03 est imprimé. Ceci est le troisième décompte.
29	200	Le contenu de la case 00 est additionné à l'accumulateur, élevant la somme à 004.
30	603	Le contenu de l'accumulateur (004) est copié dans la case 03.
31	503	Le contenu de la case 03 est imprimé. Ceci est le quatrième décompte.
32	200	Le contenu de la case 00 est additionné à l'accumulateur élevant la somme à 005.
33	603	Le contenu de l'accumulateur (005) est copié dans la case 03.
34	503	Le contenu de la case 03 est imprimé. Ceci est le cinquième décompte.

* Le nombre 1 (soit 001) peut être conservé en permanence dans la case 00 (inscrivez-le au crayon dans cette case mémoire).

** Remarquez que l'ancienne valeur contenue dans la case 003 (soit 001) est effacée et remplacée par la nouvelle valeur 002. On peut donc écrire dans une case de mémoire par dessus un nombre existant.

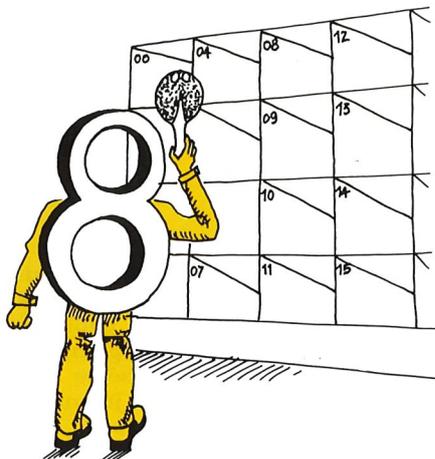
gramme la succession de chaque pas ? Une autre instruction devient nécessaire. Une instruction qui puisse être écrite une seule fois dans le programme et qui forcera l'ordinateur à tourner à l'intérieur d'une boucle et à revenir au début de chaque cycle d'addition-mémorisation-impression.

LE BRANCHEMENT INCONDITIONNEL

Comme tous les ordinateurs, ORDINAPOCHE possède une telle instruction. Il s'agit du code d'opération n° 8, de l'instruction saut ou plutôt de « branchement ». Cette nouvelle et importante instruction permet à la puce de revenir en arrière ou de faire un bond en avant jusqu'à la case de mémoire où l'on désire se rendre. Dans le jargon des programmeurs, cette fonction est connue sous le nom de *branchement inconditionnel*. Elle permet d'apprendre à un ordinateur à répéter autant de fois que l'on veut la même séquence d'instructions sans que l'on soit obligé d'écrire chaque étape de cette séquence des centaines ou des milliers de fois.

Comme tout ceci semble plus compliqué à décrire qu'à exécuter, utilisons tout de suite ORDINAPOCHE pour illustrer l'importance d'une telle « boucle » dans un programme de comptage.

Grâce au programme ci-dessous, un ordinateur peut compter indéfiniment. Et pourtant, *il ne contient que*



cinq instructions ! Exécutez-le sur ORDINAPOCHE jusqu'au nombre 3 ou 4 pour vous assurer qu'il fonctionne. Placez la puce en position de départ, par exemple à la case 21.

Le code d'opération 8 présente également un autre avantage (qui n'a pas été utilisé dans le programme ci-dessus) : non seulement il permet au compteur d'adresse de commencer une boucle en se branchant en dehors de la séquence habituelle, mais il enregistre également la valeur du compteur de façon que celui-ci puisse retourner où il se trouvait au moment où l'ordinateur a commencé à parcourir la boucle. Pour cela, le code d'opération 8 introduit une sous-instruction qui permet d'enregistrer la dernière adresse de la puce (avant le branchement) dans la case 99. Cette méthode sera détaillée un peu

Un ordinateur enfermé dans une boucle se trouve dans une situation grave. Et comme tous les programmes sont à la merci de ce genre d'erreur, il faut trouver un moyen d'éviter qu'elle ne conduise à une consommation trop élevée de « temps machine ». Pour cela, le temps moyen de passage des programmes en machine est évalué, ce qui permet d'« éjecter » un programme qui dépasse de manière flagrante le temps qui lui est alloué.

Pour sortir d'une boucle, l'ordinateur doit être capable de « *prendre une décision* » fondée sur un critère prédéterminé. Ce critère peut être spécifié par le programmeur mais la capacité à prendre cette décision est incorporée dans le « matériel » de l'ordinateur.

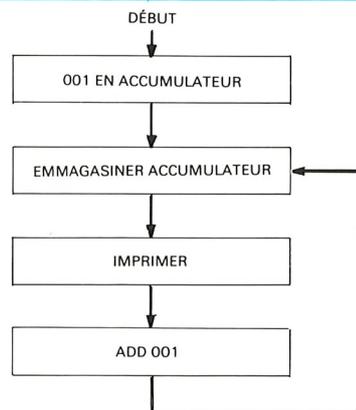
Etant donné qu'un ordinateur pris dans une boucle répète indéfiniment les mêmes instructions, la « décision » qu'il prend doit être fondée sur une nouvelle instruction qui *interrompt le cycle*. L'ordinateur doit savoir *exactement à quel moment faire usage de cette nouvelle instruction*, détecter un certain changement prédéterminé se produisant en son sein au cours de son fonctionnement et réagir immédiatement. Ce changement peut être (comme c'est très souvent le cas) le changement de signe d'un nombre contenu dans l'accumulateur.

Prenons par exemple un ordinateur programmé pour compter à rebours à partir de 100. Pour cela, le programme place 100 dans l'accumulateur et soustrait de façon répétitive le nombre 1 au moyen d'une boucle. Au bout de 100 soustractions répétées, l'accumulateur *passera de zéro à moins un*. Zéro est arbitrairement défini comme un nombre positif. Donc, si le comptage doit être de 100 exactement, il doit commencer à 99. A ce moment précis, le changement de signe est détecté par le circuit approprié et permet de passer à une nouvelle instruction. C'est exactement ce qui se produit dans Ordina-poche : la nouvelle instruction est le code d'opération n° 3. Son abréviation en code mnémotechnique est « TAC » (de l'anglais : Test Accumulator Content ou Tester le contenu de l'accumulateur). Le programme ci-après permet d'illustrer l'utilisation de cette instruction.

Ce programme permet de déclencher le départ d'une fusée après un très court « compte à rebours » (de 4 à 0). Le nombre « moins quatre » (-4) est placé dans l'accumulateur et le programme ajoute « un » jusqu'à ce

Programme n° 3

ADRESSE	CONTENU	COMMENTAIRES
21	100	Mise à zéro et addition du contenu de la case 00.
22	603	Emmagasiner le contenu de l'acc. dans la case 03.
23	503	Imprimer le contenu de la case 03.
24	200	Additionner à l'accumulateur le contenu de la case 00.
25	822	Sauter à l'instruction de la case 22.



plus loin. Pendant que vous étiez en train d'exécuter le programme précédent sur ORDINAPOCHE, une question vous est peut-être venue à l'esprit : « Comment un ordinateur programmé de la sorte fait-il pour s'arrêter de compter ? » Comment peut-il sortir de ce « cercle vicieux » créé par l'instruction de branchement inconditionnel ? De la même manière qu'une locomotive enfermée dans une voie circulaire parvient à en sortir grâce à un aiguillage, il faut à l'ordinateur une instruction jouant un rôle « d'aiguillage » pour qu'il puisse se libérer de la boucle dans laquelle il est enfermé. C'est l'instruction de *branchement conditionnel*.

Ordinogramme du programme de calcul utilisant une boucle.

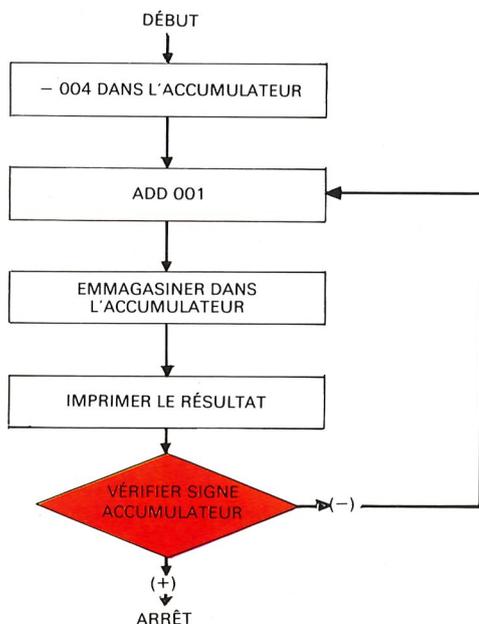
la puissance et la souplesse de l'ordinateur.

que l'accumulateur arrive à zéro. Puisque zéro est (pour Ordina-poche) un nombre positif, le signe de l'accumulateur change en arrivant à zéro et la boucle d'addition est brusquement interrompue. Vous pouvez utiliser un programme similaire à celui de l'addition, mais en introduisant simplement une instruction supplémentaire et en changeant les données de départ.

Exécutez ce programme sur Ordina-poche en observant attentivement ce qui se passe lorsque vous changez le signe de l'accumulateur. Notez également la façon dont le code d'opération n° 3 établit une boucle et comment il l'interrompt lors du changement de signe de l'accumulateur. Après chargement du programme en mémoire, faites partir la puce à la cellule 10.

Programme n° 4 Compte à rebours pour le lancement d'une fusée (1)

Adresse	Contenu	Commentaires
00	+ 001	Données
01	- 004	Données
10	101	Mettre - 004 dans l'accumulateur
11	200	Additionner 001
12	650	Emmagasiner le contenu de l'accumulateur dans la case 50.
13	550	Imprimer le contenu de la case 50.
14	311	Tester l'accumulateur : - si négatif, aller à la case 11, - si positif, aller à la case 15.
15	900	Arrêter et remettre à l'état initial.



(1) Le lancement se produit lorsque la sortie de l'ordinateur donne 000.

Comparaison des instructions de branchement conditionnel et incondi- tionnel

Comme le démontrent les deux programmes précédents, le branchement conditionnel (code d'opération 3) et le branchement incondi-tionnel (code d'opération 8) modifient tous deux la valeur du compteur d'adresse, c'est-à-dire qu'ils branchent la puce à une adresse située *hors de la séquence normale*. La principale différence entre ces deux instructions réside dans le fait que le branchement incondi-tionnel provoque *toujours* un branchement alors que le branchement conditionnel ne provoque ce branchement *que lorsque le signe de l'accumulateur est négatif*. Le branchement conditionnel offre non seulement un moyen de sortir d'une boucle mais aussi de choisir des séquences d'instruction en fonction des résultats obtenus auparavant. Cette possibilité de choix est connue sous le nom de *point de branchement*.

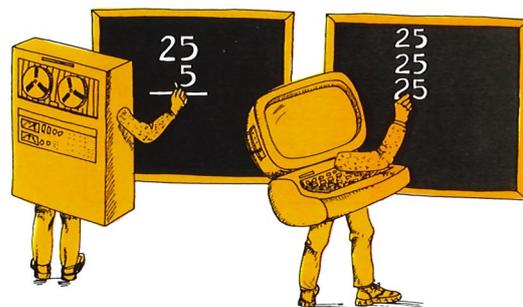
LA MULTIPLICATION

Il y a deux façons de multiplier avec l'ordinateur — l'une économique, l'autre dispendieuse.

Bien sûr, les choses ne sont pas si simples, mais il est vrai que le coût d'un ordinateur est assez bon indice de sa façon de multiplier. En règle générale, les gros ordinateurs, plus dispendieux, utilisent des circuits logiques qui permettent de multiplier (ou de diviser) directement — un peu comme nous le faisons.

Les petits ordinateurs ne possédant pas de tels circuits, utilisent la méthode de l'addition successive. Ils placent le plus grand des deux nombres à multiplier dans l'accumulateur et additionnent ce nombre à lui-même « N » fois, « N » étant égal au plus petit nombre, moins un.

Par exemple, pour multiplier 25 par 5, ils placent 25 dans l'accumulateur et, au moyen d'une boucle, lui additionnent quatre fois le nombre.



Comme l'ordinapoche a été conçu selon les modèles les moins chers, lui aussi multiplie par additions successives. Cette méthode est illustrée dans le programme numéro 5 en page 38.

Remarquez que ce programme utilise le code d'opération 8 pour compléter la boucle d'addition et le code d'opération 3 pour en sortir, que « N » est vérifié durant chaque cycle et que la boucle n'est pas brisée tant que « N » n'est pas négatif. On désigne cette méthode sous le nom de boucle indexée et l'index est égal à « N ». La même méthode peut s'employer dans n'importe quel programme exigeant « N » répétitions d'une procédure particulière. Etant donné que « N » est introduit comme donnée plutôt que comme partie intégrante du programme, il n'est pas nécessaire de corriger de tels programmes lors d'un changement de « N ». (1)

Dans les ordino-graphes, ils sont représentés par une figure en forme de losange et indiquent toujours le point où une *décision* doit être prise. Pour voir comment elles s'utilisent, reportez-vous à la page 25 et jetez à nouveau un coup d'œil sur l'ordino-graphme du « changement de pneu ».

Quand vous aurez plus d'expérience, vous pourrez écrire cet ordino-graphme en langage machine d'Ordina-poche. En attendant, essayez de trouver une façon de convertir les « oui » et les « non » de l'ordino-graphme en signes « plus » ou « moins » d'un accumulateur d'ordinateur. (1).

(1) Pour ceux qui s'intéressent dès maintenant aux langages de programmation (ou qui en connaissent les bases) l'instruction de branchement incondi-tionnel en BASIC est le GOTO (Aller à) et l'instruction de branchement conditionnel IF, THEN (Si, alors).

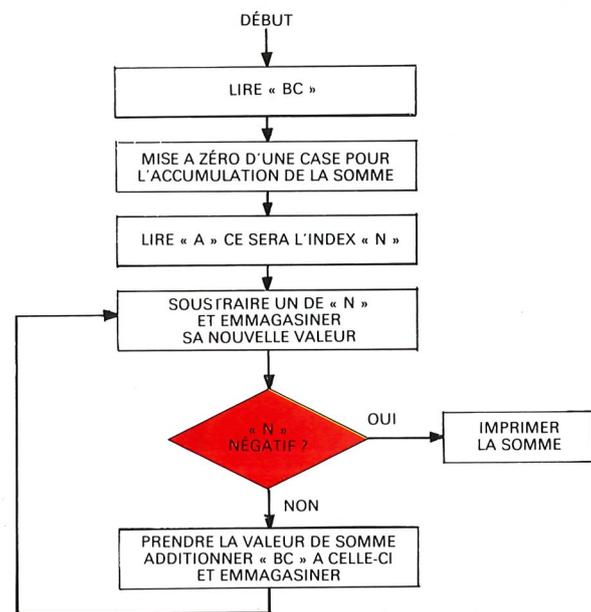
(1) en BASIC, la boucle tournera 10 fois grâce à l'instruction : FOR N = 1 TO 10 NEXT N.

Programme n° 5 : multiplication par un nombre d'un seul chiffre

LE DÉCALAGE DE CHIFFRES

Adresse	Contenu	(multiplicateur) A x BC (multiplicande) Commentaires
07	068	Lire « BC » et placer dans case 68.
08	404	Mise à zéro* de l'acc.
09	669	Emmagasiner acc. (zéro) dans case 69.
10	070	Lire « A » et le placer dans la case 70.
11	170	Ceci représente « N ».
12	700	Placer « N » dans acc.
13	670	Soustraire 1 de « N ».
14	319	Emmagasiner « N » modifié.
15	169	Vérifier signe de l'acc.
16	268	Mise à zéro de l'acc. et placer contenu de la case 69 (ancienne somme).
17	669	Additionner « BC » à l'acc.
18	811	Emmagasiner la somme modifiée dans case 69.
19	569	Aller à la case 11.
20	900	Imprimer (le produit de « A » x « BC »). Arrêter et remettre à l'état initial.

* Voir en colonne de droite la manière dont cette instruction fait la mise à zéro de l'accumulateur.



Ordinogramme d'une multiplication à un seul chiffre.

Vous pouvez utiliser pour le multiplicande n'importe quel nombre de deux chiffres, mais il est préférable de choisir un nombre plus petit pour le multiplicateur puisque c'est ce dernier qui va déterminer combien de fois la boucle doit être répétée.

Avant de commencer, emmagasinez le programme dans les cases de mémoires à partir de la N° 10 et placez la puce en position 0. Ecrivez ensuite le multiplicande sur la carte d'entrée n° 1 et le multiplicateur sur la carte d'entrée n° 2.

(Que se passerait-il si vous en inversiez l'ordre ?)

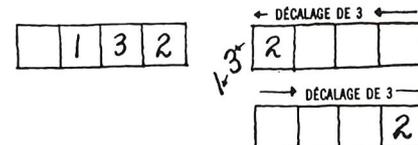
Code d'opération 4 Instruction de décalage

Comme le programme suivant le démontre, ORDINAPOCHE peut non seulement inverser des nombres mais aussi les manipuler de plusieurs façons. Pour cela, il utilise le code d'opération 4 – l'instruction de décalage.

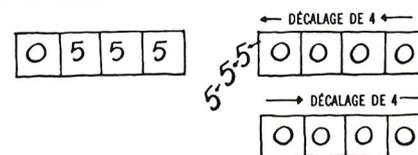
Son rôle, en bref, est de décaler un nombre contenu dans l'accumulateur d'un nombre « X » de rangs vers la gauche puis d'un nombre « Y » de rangs vers la droite. La valeur de « X » et « Y » est spécifiée par le deuxième et le troisième chiffre de l'instruction de décalage. C'est la seule instruction dont les deux derniers chiffres ne correspondent pas à une adresse mémoire.

Avant de pouvoir l'utiliser convenablement, vous devez comprendre deux choses :

1) Les chiffres dépassant la capacité de l'accumulateur sont irrécupérables. Prenons par exemple le nombre 132 comme contenu de l'accumulateur et la valeur 433 au registre d'instructions. Celui-ci demande que le nombre se trouvant dans l'accumulateur soit décalé de trois rangs vers la gauche puis de trois rangs vers la droite. Le contenu final sera-t-il identique au contenu initial ? Pas du tout ! Lorsque le décalage vers la gauche pousse les chiffres 1 et 3 hors de l'accumulateur ils sont perdus à jamais. Lors du décalage à droite, seul le chiffre 2 revient à sa valeur initiale.



2) Des choses telles que des « blancs » ou des « vides » n'existent pas dans l'accumulateur (ni dans aucun registre d'ordinateur). Lorsqu'un chiffre sort de l'accumulateur, il est immédiatement remplacé par zéro. Si l'accumulateur contient 555 et qu'un décalage de 4 rangs vers la gauche et vers la droite se produise, le contenu résultant sera 0000.



Le programme ci-contre est un bon exercice d'application de l'instruction de décalage. Ecrivez-le dans les cases de mémoire indiquées à partir de la case n° 15 pour changer, puis portez le nombre de trois chiffres à inverser sur la carte d'entrée n° 1. Placez la puce à la position de départ 15.

Programme n° 6 : inversion de l'ordre d'un nombre "ABC"

ADRESSE	CONTENU	COMMENTAIRES
15	039	Lire « abc » et le placer dans case 39.
16	139	Mise à zéro de l'accumulateur et y placer « abc ».
17	431	Décaler l'accumulateur pour avoir « c00 ».
18	640	Emmagasiner l'accumulateur dans case 40.
19	139	Mise à zéro de l'accumulateur et add. « abc » dans l'accumulateur.
20	413	Décaler l'accumulateur pour produire « 00a »
21	240	Additionner le contenu de la case 40 pour avoir « c0a » dans l'accumulateur.
22	640	Emmagasiner l'accumulateur dans la case 40.
23	139	Mise à zéro et additionner « abc ».
24	423	Décaler l'accumulateur pour avoir « 00b ».
25	410	Décaler l'accumulateur pour avoir « 0b0 ».
26	240	Additionner la case 40 pour avoir « cba » en accumulateur.
27	640	Emmagasiner l'accumulateur dans la case 40.
28	540	Imprimer le contenu de la case 40.
29	900	Arrêter et remettre à l'état initial.

LES SOUS-PROGRAMMES

A l'époque des premiers ordinateurs, les programmeurs ne disposaient pas de bibliothèques de programmes enregistrés auxquelles se reporter. A chaque fois qu'ils s'attaquaient à un nouveau programme, ils devaient partir de zéro.

Si une partie du programme impliquait des sinus, cosinus, racines carrées ou l'une des mille autres routines mathématiques, il leur fallait écrire chaque étape de cette routine.

Au bout d'un certain temps, ils réalisèrent qu'ils recréaient sans cesse les mêmes routines. C'était un immense gaspillage de temps et d'énergie créatrice; et c'est à partir de ce jour que naquit le concept du sous-programme.

● Qu'est-ce qu'un sous-programme ?

Un sous-programme est simplement une partie d'un programme mémorisée en général sur bande magnétique de façon à pouvoir être facilement utilisée par n'importe quel programme.(1)

Il existe des sous-programmes couvrant depuis des fonctions aussi triviales que les sinus et cosinus jusqu'à des fonctions très ésotériques. Leur entité réside dans le fait que, une fois écrits et enregistrés, ils n'ont plus besoin d'être écrits à nouveau.

Quelquefois, un programme complet s'avère utile dans la solution partielle d'un problème plus grand. Dans ce cas, on peut l'employer comme sous-programme du programme principal.

En raison de la prolifération rapide des sous-programmes, des catalogues de présentation sont constamment mis à jour et réédités.

● Séquences d'appel

On n'écrit pas les programmes impliquant des sous-programmes en laissant de grands intervalles pour les y loger. Les programmes utilisent des *séquences d'appel*, instructions qui appellent le sous-programme désiré et branchent le compteur d'adresse au point d'entrée du sous-programme.

La séquence d'appel offre également la possibilité de transférer des données du programme au sous-programme et vice-versa. Elle doit aussi noter l'adresse à laquelle le programme principal devra retourner après déroulement du sous-programme. Pour cela, Ordina poche utilise le code d'opération 8. Dans le programme qui suit, vous allez appliquer cette instruction dans sa totalité pour la première fois, y compris la partie qui vous demande d'écrire le numéro de case de la puce dans la case 99.

● Double précision

La précision de toute valeur numérique dépend du nombre de chiffres significatifs utilisés. Si vous annoncez qu'un objet a une longueur de 3,62958 cm, vous êtes beaucoup plus précis que quelqu'un qui se limite à donner une longueur de 3,63 cm.

Ainsi, la précision des ordinateurs semblerait être limitée par le nombre de chiffres qu'un mot-mémoire peut contenir.

Heureusement, ceci n'est pas toujours vrai. Assez curieusement, les petits ordinateurs peuvent être programmés pour simuler la capacité plus élevée de leurs grands frères. Mais ils le font aux dépens de la vitesse car ils doivent exécuter beaucoup plus d'opérations pour accomplir la même chose. Naturellement, il existe des limites pratiques au delà desquelles la simulation ne peut être poussée plus loin. En termes de coût par unité d'opération, il est encore moins onéreux de résoudre les gros problèmes sur des ordinateurs de grande puissance.

● Sous-programme en double précision pour ORDINAPOCHE

Ce programme d'addition en double précision illustre tous les points considérés ci-dessus. Il vous permet de traiter des nombres de 6 chiffres sur le « matériel » d'Ordina poche conçu pour 3 chiffres. Lorsque vous aurez terminé, comparez le temps passé à additionner deux nombres de

6 chiffres avec le temps passé à faire l'addition de deux nombres à 3 chiffres. Vous apprécierez alors le véritable sens de « aux dépens de la vitesse ».

A la base, la méthode utilisée pour manipuler les nombres de 6 chiffres est d'emmagasiner les trois chiffres *les plus* significatifs dans une case de mémoire et les trois chiffres *les moins* significatifs dans une autre. Les deux cases seront adjacentes, les chiffres les plus significatifs allant dans une case de numéro impair et les moins significatifs dans la case de numéro pair suivante. On peut par exemple emmagasiner 163 742 en mettant 163 dans la case 21 et 742 dans la case 22. Les détails de toute cette comptabilité seront traités par le sous-programme.

Par ailleurs, nous pourrions écrire, des sous-programmes de 6 chiffres pour chacune des dix instructions d'Ordina poche. Dans ce cas, tout programme en simple précision pourrait être converti en double précision par substitution des programmes en double précision à chaque instruction courante.

Emmagasiner le sous-programme et le programme principal dans les cases mémoires indiquées. Ecrivez ensuite les deux nombres à additionner sur les cartes d'entrée 1 à 4. Ecrivez les trois chiffres les plus significatifs des nombres A et B sur les cartes 1 et 3 et les moins significatifs sur les cartes 2 et 4. Placez la puce en position de départ à la case 50.

Programme principal

ADRESSE	CONTENU	COMMENTAIRES
50	095	
51	096	
52	097	Entrée et séquence d'appel
53	098	
54	886	
55	659	
56	559	Sortie
57	598	
58	900	Arrêter et remettre à l'état initial,

Programme n° 7 : sous-programme pour "A" + "B" = Somme

ADRESSE	CONTENU	COMMENTAIRES
86	199	
87	694	Préparer la sortie.
88	196	
89	298	
90	698	Additionner les chiffres les moins significatifs.
91	403	
92	295	Décaler le dépassement de capacité vers la droite et additionner les chiffres les plus significatifs.
93	297	
94	8--	Retourner au programme principal (-- sera l'adresse de la dernière instruction plus un).

(1) Jusqu'à présent nous n'avons pas eu de difficultés à charger un programme dans la mémoire ORDINAPOCHE. Nous l'avons simplement écrit dans les cases de mémoire appropriées. Malheureusement, on ne procède pas ainsi avec un ordinateur. *Les programmes doivent être chargés par l'unité d'entrée* comme les données. De plus, chaque instruction doit être dirigée vers la bonne adresse. Cela nécessite un programme spécial de chargement. Pour éviter d'alourdir le texte nous ne traiterons pas ce sujet

DES PROGRAMMES POUR ÉCRIRE DES PROGRAMMES

● ASSEMBLEURS

Il suffit de jeter un coup d'œil sur la liste des codes opérations d'Ordinapoche pour voir qu'ils sont conçus pour l'arithmétique. Malgré cela, nous avons essayé de le programmer pour résoudre un problème non arithmétique comme jouer au jeu de Nim (voir Annexe).

Toutefois, écrire de tels programmes pour Ordinapoche — sans parler de leur exécution — serait extrêmement fastidieux. Comme le montre notre programme du jeu de Nim perfectionné, l'un des principaux problèmes est de savoir où se trouvent en mémoire les différents points d'information. Nous devons nous rappeler non seulement de ce que N, P, C et R représentent mais aussi de l'endroit où ils se trouvent rangés. Ce genre de comptabilité interne peut être très difficile à tenir lorsqu'on a affaire à des programmes complexes.

Dans notre dernier programme, détaillé en annexe, la mise à jour de N exige trois instructions qui entraînent (1) l'envoi de N dans l'accumulateur, (2) la soustraction de P de N et (3) la mise en mémoire du résultat. Pour écrire ces instructions, il faut se souvenir des adresses qui ont été assignées à N et P ainsi que des codes d'opérations. Une fois que tout cela est clair et précis, nous écrivons les instructions 114, 715 et 614.

Maintenant, si les ordinateurs pouvaient effectuer toute cette comptabilité pour nous, la programmation serait beaucoup plus simple. A la place de 114, par exemple, nous pourrions nous contenter d'écrire CLA N et laisser à l'ordinateur le soin de trouver la position de N et le code d'opération de CLA.

Heureusement, il est possible de programmer les ordinateurs pour ces tâches précises. Les programmes utilisés dans ce cas s'appellent des *assembleurs*. En réalité, les assembleurs peuvent accomplir beaucoup plus de choses que nous ne pouvons en évoquer ici. Ils s'occupent, entre autres, des sous-programmes et des séquences d'appel. L'un dans l'autre, ils représentent une aide précieuse pour les programmeurs — à tel point que, très souvent, ils résident en permanence dans la mémoire de l'ordinateur.

● COMPILATEURS

Les assembleurs sont des programmes conçus pour écrire des program-

mes. Ils prennent un programme écrit en langage assembleur et le transcrivent dans l'alphabet plus élémentaire du langage machine. Ainsi, le langage assembleur est plus *évolué* que le langage machine, en ce sens qu'il est plus facilement compréhensible par l'homme. Par bonheur, le processus d'écriture d'un programme capable de traduire un langage de niveau supérieur dans un langage moins évolué peut être mené plus loin par les *compilateurs*.

Les compilateurs sont utilisés pour transcrire en langage assembleur des programmes d'un niveau encore plus élevé que ceux que traitent les assembleurs. Ils permettent de simplifier encore davantage le travail fastidieux de la programmation. Tandis que les programmes d'assemblage nécessitent une instruction pour chaque instruction en langage machine, les compilateurs peuvent traduire une instruction écrite dans un langage d'un haut niveau (FORTRAN, BASIC, COBOL) en plusieurs instructions en langage assembleur. Ainsi, le nombre d'instructions que doit écrire un programmeur se trouve considérablement réduit.

L'un des compilateurs les plus connus et les plus largement utilisés est le FORTRAN — sigle de FORMula TRANslator. Il est conçu pour des applications mathématiques et son langage ressemble à celui de l'algèbre.

Avec FORTRAN, un programmeur désirant résoudre une équation telle que $J = K + M - N + 2$ écrirait son équation $J = K + M - N + 2$. Le compilateur de FORTRAN traduirait alors cette instruction en une instruction en langage machine. Pour Ordinapoche, ces instructions seraient :

```
CLA K  ADD M  SUB N
ADD 2  STO J
```

L'assembleur les traduirait ensuite en langage machine et leur assignerait des adresses en mémoire en procédant de la façon suivante (1) :

```
20 151      23 270
21 252      24 650
22 753
```

A ce point, l'ordinateur commanderait la production d'un jeu de cartes perforées ou l'inscription sur une bande magnétique, contenant le programme complet. Si cela était nécessaire, il imprimerait *simultanément le programme dans les trois langages* de façon que le programmeur puisse effectuer un contrôle. La sortie sur imprimante ou sur l'écran de visualisation comprendrait aussi une table des affectations en mémoire temporaire et une table des littéraux qui se présenterait comme suit :

Table des affectations
en mémoire temporaire

```
50 J      52 M
51 K      53 N
```

Table des littéraux 70 002

Si des erreurs étaient commises, les diagnostics pourraient également figurer sur l'imprimante ou apparaître sur l'écran de visualisation. Ce sont des observations sur des erreurs banales de programmation comme l'omission de parenthèses ou l'utilisation de symboles non définis.

Maintenant que le programmeur sait où sont placés les programmes et les données et (le cas échéant) où se trouvent les erreurs, il peut entreprendre la mise au point de son programme. Dès qu'il localise ses erreurs, il retire simplement les cartes erronées de son paquet de cartes, en perfore de nouvelles et introduit le programme édité dans un lecteur de cartes. De même en tapant sur les touches du clavier, il peut effectuer des corrections dans la mémoire ou sur la bande magnétique grâce à un programme spécial d'EDITION. Il peut répéter ce processus deux ou trois fois avant que toutes les imperfections disparaissent, mais, une fois que tout est correct, l'ordinateur exécutera son programme avec la vitesse et la précision qui font de cette époque, l'Ere de l'Ordinateur.

(1) Un autre compilateur très utilisé est celui du langage BASIC : si l'utilisateur souhaite additionner A et B, il écrira en BASIC un court programme dont les traductions assembleur et langage machine d'Ordinapoche figurent dans le tableau ci-dessous.

UTILISATEUR	BASIC	ORDINAPOCHE (assembleur)	ORDINAPOCHE (langage machine)
A + B = S	INPUT A	INP A	050
	INPUT B	INP B	051
	A + B = S	CLA A	151
	PRINT S	ADD B	251
		STO S	652
		OUT S	552
	END	HRS	900
		← COMPILATEUR	← ASSEMBLEUR

ANNEXE

Pour apprendre à concevoir un programme, LE JEU DE NIM A UNE RANGÉE

Les trois principales étapes de la préparation d'un programme sont :

- 1° définir clairement le problème ;
- 2° trouver l'algorithme approprié ;
- 3° exprimer cet algorithme dans un langage compris par l'ordinateur.

Pourquoi le jeu de Nim à une rangée ?

Nous avons choisi ce jeu parce que, mieux que la plupart des jeux, il peut être défini simplement. Ses règles, ses stratégies et ses déplacements peuvent être bien précisés. De plus, c'est un problème qui est suffisamment simple pour qu'on puisse le comprendre globalement assez facilement. Enfin, les nombres s'y présentent d'une façon naturelle et cela nous aidera à établir un programme simple pour Ordinapoche.

Nous allons analyser le jeu et écrire une série de programmes qui nous permettront de nous mesurer à Ordinapoche. Chacun des nouveaux programmes permettra à Ordinapoche d'accomplir une tâche différente exigée par le jeu. Certaines de ces tâches ne sont pas visées par les dix instructions d'Ordinapoche. Cela veut dire que nous aurons à faire preuve d'ingéniosité en concevant les programmes.

Règles du jeu de Nim à une rangée

Dix cailloux forment une seule rangée entre les deux joueurs. Quand le tour d'un joueur arrive, *il peut enlever un, deux ou trois cailloux*, pourvu que son adversaire *n'ait pas enlevé le même nombre de cailloux* à son tour.



En d'autres termes, si votre adversaire (Ordinapoche) vient d'enlever deux cailloux, vous pouvez en enlever un ou trois, mais pas deux. Un joueur perd lorsque :

- 1° il ne lui reste plus de cailloux à enlever ;
- 2° il ne lui reste plus qu'un caillou et son adversaire vient d'enlever un caillou.

La stratégie est donc simple

Tout coup peut être défini par un nombre de deux chiffres tel que 3 ▶ 4. *Le premier chiffre représente le nombre de cailloux retiré par le joueur, et le deuxième chiffre représente le nombre de cailloux restant dans la rangée.* Par exemple, si le premier joueur enlève un caillou (de la rangée initiale de dix), le coup est défini par 1 ▶ 9. Si le deuxième joueur prend maintenant deux cailloux (en laissant sept), son jeu est défini par 2 ▶ 7.

Le jeu se termine avec un de ces quatre coups gagnants : 1 ▶ 0 ; 2 ▶ 0 ; 3 ▶ 0 ; ou 1 ▶ 1.

Analysons le problème plus en détail

Il est évident qu'un coup doit être soit un coup gagnant, soit un coup perdant. Si un coup ne laisse à un des joueurs qu'un choix de coup perdant, le résultat sera assez évident. Mais si un coup donne à l'un des joueurs le choix de coups gagnants ou perdants, nous admettons qu'il est assez malin pour choisir toujours le coup gagnant. Nous pouvons donc, à partir des quatre dernières combinaisons gagnantes, revenir en arrière pour identifier tous les coups possibles pour un gagnant ou un perdant.

Ainsi, comme 1 ▶ 0 est un coup gagnant parce qu'il ne laisse à l'adversaire aucune possibilité de jeu, 2 ▶ 1 et 3 ▶ 1 sont des coups perdants parce qu'ils permettent au prochain joueur de faire le coup gagnant 1 ▶ 0.

De même, nous pouvons, à partir du coup gagnant 2 ▶ 0, revenir en arrière pour trouver les coups perdants 1 ▶ 2 et 3 ▶ 2. Nous pouvons aussi partir du coup gagnant 3 ▶ 0 pour arriver aux coups perdants 1 ▶ 3 et 2 ▶ 3. Et, finalement, nous pouvons, à partir du coup gagnant 1 ▶ 1, trouver les coups perdants 2 ▶ 2 et 3 ▶ 2.

Comme il sera nécessaire de représenter tous les coups possibles, il sera préférable de les mettre sous forme de tableau.

COUPS GAGNANTS			COUPS PERDANTS		
1 ▶ 0	2 ▶ 0	3 ▶ 0			
1 ▶ 1			1 ▶ 2	2 ▶ 1	3 ▶ 1
			1 ▶ 3	2 ▶ 2	3 ▶ 2
				2 ▶ 3	

Toujours en revenant en arrière (partant cette fois des coups perdants pour arriver aux gagnants), nous pouvons trouver cinq autres coups gagnants : 3 ▶ 3 ; 1 ▶ 4 ; 2 ▶ 4 ; 3 ▶ 4 ; et 1 ▶ 5. Nous pouvons aussi, à partir de ces cinq coups, trouver sept autres coups perdants : 2 ▶ 5 ; 3 ▶ 5 ; 1 ▶ 6 ; 2 ▶ 6 ; 3 ▶ 6 ; 1 ▶ 2 ; et 2 ▶ 7. Et, enfin, en partant de ces coups perdants, nous trouvons cinq autres coups gagnants qui permettent de compléter notre tableau :

COUPS GAGNANTS			COUPS PERDANTS		
1 ▶ 0	2 ▶ 0	3 ▶ 0			
1 ▶ 1			1 ▶ 2	2 ▶ 1	3 ▶ 1
			1 ▶ 3	2 ▶ 2	3 ▶ 2
				2 ▶ 3	
1 ▶ 4	2 ▶ 4	3 ▶ 4			
1 ▶ 5				2 ▶ 5	3 ▶ 5
			1 ▶ 6	2 ▶ 6	3 ▶ 6
			1 ▶ 7	2 ▶ 7	
1 ▶ 8	2 ▶ 8	3 ▶ 7			
1 ▶ 9					

Un examen plus approfondi de notre tableau montre que le joueur qui débute devrait gagner, vu que les trois premiers coups possibles (1 ►9, 2 ►8, 3 ►7) sont dans les colonnes des coups gagnants.

Maintenant, que nous connaissons la valeur de chaque coup, nous pouvons emmagasiner cette information dans la mémoire d'Ordinapoche et concevoir un programme simple qui permette de la consulter au besoin. C'est ce qu'on entend par *programme de consultation de table*.

Ordinapoche, comme nous le savons, utilise des instructions à trois chiffres. Le premier chiffre sert à identifier le joueur. Zéro représente Ordinapoche, et 5 l'adversaire humain d'Ordinapoche.

Le deuxième chiffre indique le nombre de cailloux enlevés, et le troisième le nombre de cailloux restant dans la rangée.

Voici, en exemple, cinq coups d'un jeu typique :

- 028 Ordinapoche prend deux cailloux et en laisse huit.
- 517 Le joueur prend un caillou, en laisse sept.
- 034 Ordinapoche en prend trois et en laisse quatre.
- 513 Le joueur en prend un, en laisse trois.
- 030 Ordinapoche en prend trois, n'en laisse pas et gagne.

L'utilisation de ces conventions et du programme de consultation de table nous permet d'élaborer ce qui est peut-être le plus court programme de jeu qui ait jamais été rédigé. Le voici dans sa totalité.

Programme numéro 8 : jeu de Nim (dix cailloux)

ADRESSE	CONTENU	COMMENTAIRES
00	001	Lire une carte d'entrée (cette instruction est déjà dans la machine).
01	529	Ceci est utilisé seulement lorsque Ordinapoche joue en premier. L'instruction 529 doit être emmagasinée en case 01 au début de chaque jeu.
02	900	Arrêt et mise à zéro.

La table de consultation suivante doit être placée dans la mémoire d'Ordinapoche.

ADRESSE	CONTENU	ADRESSE	CONTENU	ADRESSE	CONTENU
10	000	20	000	29	019
11	001	21	010	30	000
12	020	22	011	31	010
13	030	23	030	32	020
14	022	24	013	33	012
15	023	25	014	34	013
16	033	26	015	35	014
17	034	27	034	36	024
18	026	28	017	37	025
19	027				

Pour jouer, écrivez chacun de vos coups sur une carte d'entrée. Ordinapoche répondra en imprimant son coup sur une carte de sortie.

Si vous jouez le premier, placez la puce à la case 00. Si Ordinapoche joue en premier, placez la puce à la case 01. Si Ordinapoche joue en premier, il est imbattable. Vous gagnerez probablement si vous commencez le premier, mais une erreur peut vous faire perdre.

Pour améliorer le jeu

Sachant que le premier joueur gagne toujours enlève de l'intérêt au jeu. Vous vous êtes peut-être senti comme le joueur qui se fait hêler par son ami en allant au Casino.

« Où vas-tu ? » demande l'ami.

« Je vais tenter ma chance au Casino. »

« Espèce d'idiot, ne sais-tu pas que le jeu est truqué ? »

« Bien sûr que je le sais », répond le joueur sans hésiter. « Mais qu'est-ce que je peux faire ? C'est le seul jeu en ville. »

Maintenant, nous aimerions qu'il soit possible de battre celui qui commence, sans toutefois diminuer la qualité du jeu d'Ordinapoche. Ordinapoche devrait toujours être programmé pour jouer le meilleur coup possible. Pour augmenter l'élément de chance, il devrait également être programmé de façon à donner à l'adversaire l'occasion de jouer un mauvais coup. De plus, nous aimerions faire travailler Ordinapoche un peu plus, peut-être en lui faisant calculer combien de cailloux restent dans la rangée après chaque coups.

Comment y arriver ? Eh bien, pour commencer, on peut augmenter le nombre de coups gagnants et perdants au-delà de la limite de dix.

Nouveau tableau des coups possibles

COUPS GAGNANTS			COUPS PERDANTS		
1 ►0	2 ►0	3 ►0	1 ►2	2 ►1	3 ►1
1 ►1			1 ►3	2 ►2	3 ►2
				2 ►3	
		3 ►3			
1 ►4	2 ►4	3 ►4		2 ►5	3 ►5
1 ►5			1 ►6	2 ►6	3 ►6
			1 ►7	2 ►7	
		3 ►7			
1 ►8	2 ►8	3 ►8		2 ►9	3 ►9
1 ►9			1 ►10	2 ►10	3 ►10
		3 ►11	1 ►11	2 ►11	
1 ►12	2 ►12	3 ►12			
1 ►13					

Ce nouveau tableau nous révèle deux choses intéressantes. D'abord, le fait d'avoir augmenté le nombre initial de cailloux nous permet de commencer le jeu avec un coup perdant. Avec treize cailloux, par exemple, un joueur non averti peut au premier jeu faire l'un ou l'autre des deux mauvais coups suivants : 2 ►11 ou 3 ►10. Donc, le fait d'augmenter le nombre initial de cailloux satisfait un de nos buts.

La deuxième chose qui nous frappe est la disposition régulière des éléments, qui à première vue ont une forme géométrique.

COUPS GAGNANTS			COUPS PERDANTS		
XXX	XXX	XXX		XXX	XXX
XXX			XXX	XXX	XXX
		XXX	XXX	XXX	
XXX	XXX	XXX		XXX	XXX
XXX			XXX	XXX	XXX
		XXX	XXX	XXX	
XXX	XXX	XXX		XXX	XXX
XXX			XXX	XXX	XXX
		XXX	XXX	XXX	
XXX	XXX	XXX		XXX	XXX
XXX			XXX	XXX	XXX

Un examen plus approfondi nous révèle que les données ont un cycle de quatre; autrement dit, le fait d'additionner ou de soustraire un multiple de quatre de la rangée de cailloux ne change en rien le résultat d'un jeu. Par exemple, les coups 2 ►1, 2 ►5, 2 ►9, 2 ►13, etc. sont tous des coups perdants. La bonne riposte à chacun de ceux-ci est d'enlever un caillou, pour obtenir les coups gagnants 1 ►0, 1 ►4, 1 ►8 et 1 ►12.

Nous pouvons nous servir de cette disposition régulière pour programmer Ordina poche de manière à jouer avec n'importe quel nombre de cailloux jusqu'à concurrence de 999 cailloux. A cette fin, nous ferons jouer Ordina poche comme s'il était capable de soustraire quatre, un nombre suffisant de fois, afin de réduire la rangée à un nombre plus petit que quatre. Ordina poche fera alors son jeu comme si la rangée contenait seulement ce dernier nombre de cailloux. En d'autres termes, quel que soit le nombre de cailloux dans la rangée, le jeu d'Ordina poche sera toujours basé sur un nombre plus petit que quatre. Cette technique éliminera la nécessité de conserver 999 ripostes dans la mémoire d'Ordina poche. En fait, nous n'aurons besoin que de 16 entrées dans la table de consultation d'Ordina poche.

Stratégie gagnante

En préparant notre stratégie, nous devons prendre en considération les trois points suivants :

1. Déterminer le coup d'Ordina poche quand son adversaire joue un coup perdant, laissant un nombre impair de cailloux.

Notre table nous montre que des deux ripostes possibles à un coup perdant qui laisse un nombre impair de cailloux, l'une est toujours gagnante et l'autre perdante. Dans tous ces cas, le choix d'Ordina poche sera toujours le coup gagnant. Par exemple, les deux ripostés possibles au coup perdant 2 ►11 sont 3 ►8 (gagnante) et 1 ►10 (perdante). La riposte d'Ordina poche sera 3 ►8.

2. Déterminer le coup d'Ordina poche quand son adversaire joue un coup perdant et qu'il reste un nombre pair de cailloux.

Un examen du tableau nous montre que les deux coups possibles dans ce cas sont toujours gagnants. Les seuls cas où il n'y a pas deux coups possibles sont ceux du premier groupe de coups perdants. Cela est attribuable au fait que la plupart de ces coups ne laissent pas assez de cailloux. Un coup tel que 2 ►1 permet une seule riposte : 1 ►0.

Le premier groupe est donc un cas spécial. Pour simplifier et pour réduire le surmenage de la mémoire d'Ordina poche, nous déterminerons ses ripostes à partir de ce groupe spécial : à cause de la disposition régulière des éléments du tableau, nous pouvons utiliser les mêmes choix pour tous les groupes subséquents; par exemple, le seul coup possible en réponse au coup perdant 1 ►2 est 2 ►0. Alors, la riposte d'Ordina poche, à tous les coups périodiquement équivalents tels que 1 ►6, 1 ►10, 1 ►14, etc., sera d'enlever deux cailloux.

3. Placer l'adversaire d'Ordina poche dans une position où il a le maximum de chances de jouer un mauvais coup.

Supposons que l'adversaire d'Ordina poche joue un coup gagnant; la riposte d'Ordina poche devrait lui laisser autant de chances que possible de jouer un coup perdant au prochain tour. Si le coup du joueur est 1 ►8, la riposte sera soit 2 ►6, soit 3 ►5. Si nous choisissons 2 ►6, le choix subséquent du joueur doit être un coup gagnant, peu importe s'il choisit les coups 1 ►5 ou 3 ►3. Par ailleurs, si notre riposte est 3 ►5, le joueur a une chance de jouer un coup perdant (2 ►3) aussi bien qu'un coup gagnant (1 ►4). Donc, 3 ►5 sera notre meilleur choix. Dans

la mesure du possible, nous procéderons de la même façon pour répliquer aux coups gagnants de l'adversaire.

Tableau des coups et ripostes d'Ordina poche

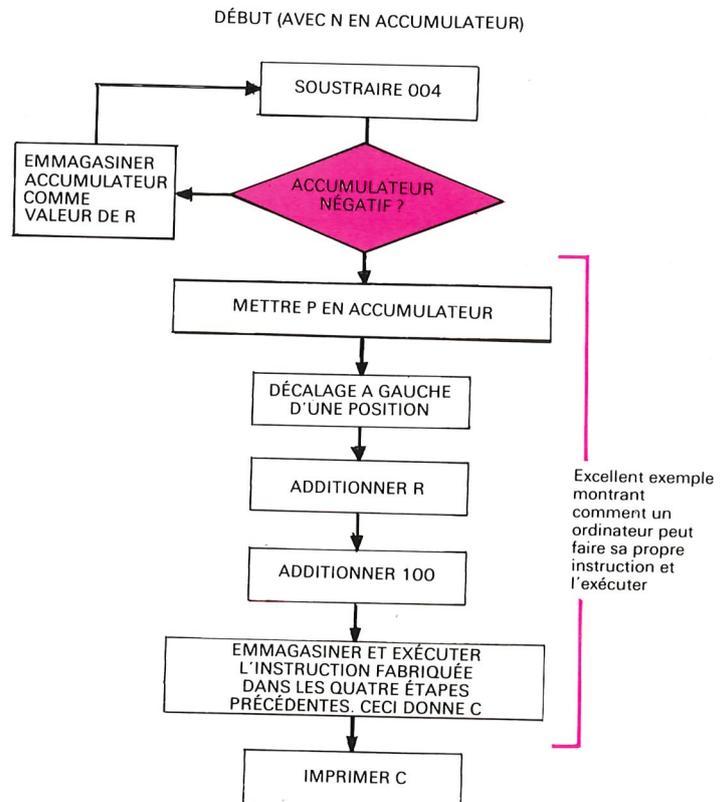
Une fois notre stratégie établie, nous pouvons déterminer quelle sera la riposte d'Ordina poche à n'importe quel coup. En ajoutant ces ripostes entre parenthèses à notre tableau, ce dernier sera plus complet et plus instructif.

COUPS GAGNANTS	COUPS PERDANTS
1 ►0 (*) 2 ►0 (*) 3 ►0 (*) 1 ►1 (*)	2 ►1 (1) 3 ►1 (1) 1 ►2 (2) 2 ►2 (1) 3 ►2 (2) 1 ►3 (3) 2 ►3 (3)
1 ►4 (3) 2 ►4 (1) 3 ►4 (1) 1 ►5 (2)	2 ►5 (1) 3 ►5 (1) 1 ►6 (2) 2 ►6 (1) 3 ►6 (2) 1 ►7 (3) 2 ►7 (3)
1 ►8 (3) 2 ►8 (1) 3 ►8 (1) 1 ►9 (2)	2 ►9 (1) 3 ►9 (1) 1 ►10 (2) 2 ►10 (1) 3 ►10 (2) 1 ►11 (3) 2 ►11 (3)
1 ►12 (3) 2 ►12 (1) 3 ►12 (1) 1 ►13 (2)	

* Fin du jeu.

De même, la première « mise à jour de N » exige simplement l'utilisation d'une instruction CLA qui place « N » en accumulateur, puis d'une instruction SUB qui soustrait « P » de « N »; et finalement une instruction STO pour emmagasiner « N » mis à jour dans une case définie.

Cependant, la méthode d'utilisation des deux instructions « Trouver R » et « Trouver C » n'est ni simple ni évidente. Donc, un ordino gramme détaillé de ces étapes est nécessaire (micro-ordinogramme).



Micro-ordinogramme pour trouver R et C.

Programme et directives

Ces ordinogrammes terminés, il nous reste donc à les codifier mécaniquement en instructions d'Ordinapoche et à choisir les cases appropriées pour les placer. De même, comme notre stratégie nous a indiqué les meilleures ripostes d'Ordinapoche, il suffit de les placer en mémoire dans d'autres cases.

Programme numéro 9 : jeu de Nim amélioré

Si le joueur doit débiter, placer la puce à la case 52.
Si c'est Ordinapoche, placer la puce à la case 53.

ADRESSE	CONTENU	COMMENTAIRES
52	015	Lire P
53	114	} Mise à jour de N
54	715	
55	614	
56	514	Imprimer N
57	718	Soustraire 4
58	361	Acc. négatif ?
59	617	Emmagasiner
60	857	Saut
61	115	Charger Pen acc. (00P en acc.)
62	410	Décalage vers la gauche (0P0 en acc.)
63	217	Additionner R (0PR en acc.)
64	219	Additionner 100(1PR en acc.)
65	666	Emmagasiner (1PR en case 66)
66	100	Charger C (CLA contenu de la case PR)
67	616	Emmagasiner C
68	516	Imprimer C
69	114	} Mise à jour de N
70	716	
71	614	
72	514	Imprimer N
73	952	Stop (retour à 52)

Tous les coups seront représentés par un nombre de trois chiffres (001 à 003) indiquant la quantité de cailloux enlevés de la rangée. Le joueur écrira ses coups sur les cartes d'entrée; Ordinapoche le fera sur les cartes de sortie. Ses coups seront placés dans les cases-mémoire indiquées ci-dessous.

Tableau des coups d'Ordinapoche

ADRESSE	CONTENU	ADRESSE	CONTENU
00	001	20	001
01	001	21	001
02	002	22	001
03	003	23	003
10	003	30	001
11	002	31	001
12	002	32	002
13	003	33	002

Tableau des constantes et des variables

ADRESSE	CONTENU	DESCRIPTION
14	N (début)	N = nombre de cailloux dans la rangée
15	000	P = nombre de cailloux enlevés par le joueur
16	000	C = nombre de cailloux enlevés par Ordinapoche
17	N (début)	R = résidu
18	004	La valeur 4 à soustraire
19	100	Code d'opération numéro 1, CLA

Directives

1. Placez le programme et le tableau des coups d'Ordinapoche en mémoire.
2. Placez le tableau des constantes et variables en mémoire. Notez que la valeur initiale N est placée dans la case 17 réservée au résidu, ainsi que dans la case 14. Ceci permet au programme de fonctionner même pour les valeurs initiales de N plus petites que quatre.
3. Commencez en plaçant la puce à la case 53, si Ordinapoche doit commencer le premier. Si le joueur commence le premier, placez la puce à la case 52. Le joueur devra écrire le nombre de cailloux qu'il enlève (001, 002 ou 003) sur les cartes d'entrée.

NOTE : si tout ceci vous a paru bien long et compliqué pour un programme aussi court, nous ne pouvons que dire que c'est là la façon normale de procéder en programmation. Le travail consiste généralement à analyser le problème, à trouver une façon de le résoudre et à le décomposer en éléments compatibles avec l'ordinateur.

Vous avez maintenant une idée assez exacte de ce qu'est la programmation d'un ordinateur.

Les auteurs

Joël de Rosnay,

docteur ès Sciences, a été pendant trois ans Research Associate au Massachusetts Institute of Technology (MIT) où il a fait de la recherche et enseigné en biologie et informatique. Son travail a porté plus particulièrement sur l'utilisation de l'ordinateur dans l'étude des structures de macromolécules biologiques. Il a notamment réalisé plusieurs films d'animation sur ordinateur illustrant des mécanismes de réactions en biochimie.

Actuellement directeur des Applications de la Recherche d'un grand institut de biologie, il s'intéresse toujours à l'informatique, surtout dans ses applications à la biologie et à l'enseignement.

M. D. W. Hagelbarger

est né à Kipton (Ohio). Diplômé (A.B. degree) du Hiram College en 1942, et Docteur en physique du California Institute of Technology en 1947. De 1946 à 1949, chargé de cours en génie aéronautique à l'université du Michigan. Depuis 1949, travaille aux Laboratoires Bell ; il a participé à des travaux concernant les ordinateurs spécialisés, les codes correcteurs d'erreurs et la récupération des données. Actuellement, M. Hagelbarger fait de la recherche en informatique.

Né à New York, **M. Fingerman** a fait ses études au Bronx High School of Science et à l'université Columbia. **Saul Fingerman** est entré au service des Rela-

tions publiques et des publications des Laboratoires Bell en 1964, après avoir servi pendant plusieurs années dans la marine marchande comme radio. Il a conçu et mis au point plusieurs supports pédagogiques, notamment le Robot... pensant.

Quelques livres à lire

ÉDUCATION ET INFORMATISATION DE LA SOCIÉTÉ

J.C. Simon (Doc. Française 1980).

LE FIL D'ARIANE

Jean-Pierre Bouhot. 2 volumes (Ed. de l'Informatique), 1980.

LES MICROPROCESSEURS,

Rodnay Zaks-Pierre Le Beux (SYBEX), 1979.

INTRODUCTION AUX MI-

CROPROCESSEURS ET MICRO-ORDINATEURS,

H. Lilen (Ed. RADIO).

ENTRAÎNEMENT À LA PROGRAMMATION,

Warnier-Flanagan (Ed. d'Organisation).

INITIATION À LA PROGRAMMATION EN FORTRAN,

J.B. Krin (Cours ENSTA).

FINITE AND INFINITE MACHINE,

Marvin Minsky (Prentice Hall).

LE LANGAGE DE PROGRAMMATION PASCAL,

Ph. Kruchter (Ed. Eyrolles).

LA 3^e VAGUE,

A. TOFLER (Ed. Denoël), 1980.

VOTRE PREMIER ORDINATEUR,

Rodney Zaks (SYBEX), 1981.

INTRODUCTION AU BASIC SUR MICRO-ORDINATEUR,

Pierre Le Beux (SYBEX), 1979.

POUR BIEN CHOISIR SON MICRO- ORDINATEUR

Logabax LX 3500, micro-ordinateur de bureau pouvant assurer la gestion, l'exploitation de fichiers et, éventuellement, les jeux.



Les applications du micro-ordinateur recoupent celles de l'informatique traditionnelle : comptabilité des clients et des fournisseurs, facturation, tenue à jour des stocks, mais son utilisation se révèle infiniment plus rapide que celle de l'ordinateur traditionnel.

Dans la conquête de ce nouvel univers qu'est la société informatisée, le micro-ordinateur, par la baisse très rapide de ses prix, son volume de plus en plus réduit et son utilisation aisée par le non-spécialiste, multiplie la capacité d'action et de décision d'une firme.

En revanche, celles qui l'ignorent ou le rejettent seront vouées tôt ou tard à la faillite.

Ainsi l'ordinateur peut traiter tous les aspects de la comptabilité d'une entreprise, produire les bilans nécessaires et permettre la consultation instantanée de toutes les données financières conservées en mémoire.

Le système de comptabilité générale applicable à une P.M.E. implique un micro-ordinateur de 48 ou 64 Ko de mémoire centrale, deux lecteurs de disquettes 5 pouces, une imprimante, un moniteur vidéo. Un tel système, clés en main, peut s'acquérir à partir de 40 000 F et permet le traitement d'un plan comptable comprenant plus de 1 000 comptes et la mémorisation de 3 000 écritures mensuelles.

L'utilisation de lecteurs de disques de 8 pouces permet d'augmenter considérablement la capacité de ce système qui implique seulement que soient déterminés au départ les comptes à gérer.

Le reste n'est plus qu'un travail de routine où, par une extension du logiciel, peuvent être intégrées les factures des clients, la gestion des comptes bancaires ou des frais généraux.

Il existe une autre manière d'utiliser au bureau ce type d'ordinateur : on tape à la machine une lettre ou un manuscrit puis on corrige çà et là les erreurs, et le texte complet apparaît automatiquement avec les corrections qui ont été apportées et le bon espacement entre les mots et les lignes.

Il faut pour ce traitement de texte une machine dotée d'une mémoire centrale importante, au moins 32 Ko ; une unité de disquettes est nécessaire si on veut traiter des textes de plus de 20 pages.

Ces systèmes de traitement de textes peuvent rendre de nombreux services aux traducteurs qui ont la possibilité de changer, d'intervenir l'ordre des mots d'une phrase sans avoir à



Ensemble de matériel Logabax.

retaper le paragraphe. Alors que s'accroît la nécessité de traduire ou de rédiger des textes en langues étrangères, cette souplesse permet de nombreuses corrections ou remplacements de mots, même après plusieurs dizaines de pages.

Il faut pour ces opérations une machine dotée d'une mémoire centrale d'au-moins 32 Ko, une cassette pour conserver le texte à la fin du travail et une unité de disquettes si on traite de textes dépassant 25 pages. En effet il n'y a pas jusqu'ici de véritables machines spécifiquement conçues pour les traductions. Seuls existent des programmes de « prétraduction » qui proposent une traduction rudimentaire, mot à mot, selon un vocabulaire et une grammaire qui leur sont donnés. La machine affiche cette version sur l'écran, en même temps que le texte original, en soulignant les mots au sens ambigu. Le traducteur peut corriger et modifier le texte à partir de cette opération.

Un micro-ordinateur revêt une double utilité pour la recherche documentaire. Il permet d'une part la mise en place d'un système documentaire automatisé et par ailleurs l'accès à des banques de données externes.

La firme — ou le particulier — peut également, tout aussi facilement, s'intégrer à un réseau documentaire et s'abonner à une ou plusieurs banques de données externes, l'ordinateur jouant dans ce cas le rôle de terminal. Pour accéder à ces banques de données il faut disposer en plus d'une boîte d'adaptation à la ligne téléphonique.

Enfin les progrès et avantages du micro-ordinateur se manifestent dans un autre domaine, celui de la vitesse et de l'aisance avec lesquelles une information électroniquement codée peut être expédiée d'un endroit à un autre. Les années 1980 verront le processus laborieux, représenté par l'envoi d'une lettre d'un point à l'autre du monde, remplacé sur une grande échelle par le courrier électronique.

LES COMPOSANTS

L'UNITÉ CENTRALE

Pièce maîtresse de l'installation, elle représente aussi l'élément le moins cher de la chaîne. Peu importe à l'utilisateur qu'il y ait à la base un micro-processeur 6502, 6800, Z 80 ou encore un processeur traitant un, deux ou quatre millions d'instructions à la seconde. La seule conséquence est une différence de vitesse, indécidable pour l'utilisateur moyen.

Le Z 80 contient des instructions pour assurer le renouvellement de la mémoire et lorsqu'on veut augmenter la capacité de la machine on peut user de circuits intégrés « RAM Dynamic », moins coûteux que les « RAM Static ». Le Z 80 est disponible en deux versions plus rapides, le Z 80 A et le Z 80 B qui permettent d'effectuer jusqu'à six millions d'opérations par seconde, une vitesse inutile pour la plupart des applications en petit ordinateur.

Les 5 composants

LA MÉMOIRE

Elle stocke l'information, qu'il s'agisse de programmes ou de données. Sa capacité indique le nombre de mots (qualifiés ici d'octets) en multiples de 1 Ko (1 024 octets).

Un système amateur possède une capacité moyenne de mémoire centrale de 4 ou 8 Ko ; le système d'une petite entreprise peut aller de 32 jusqu'à 64 Ko si on renforce la capacité en ajoutant des circuits de mémoire.

Pour stocker une large quantité d'informations on peut ajouter une mémoire dite « mémoire de masse » contenue sur un support tel que le disque ou la bande magnétique.

La machine conserve les caractères alphabétiques et autres symboles traités, en mémoire, sous une forme codée. Il faut compter en moyenne un caractère par octet de mémoire. Donc, le stockage d'un fichier d'adresses comptant 100 caractères par entrée aboutit à un total de 100 000 octets (100 Ko), auxquels il faudrait ajouter encore 20 % supplémentaires pour la gestion du fichier et le logiciel. Il faut prévoir une mémoire supplémentaire qui peut être disponible sous forme de :

I. Cassettes : Le moins cher de tous les supports. Une minicassette banale qui ne dispose même pas de normes hi-fi peut suffire et la plupart des petits ordinateurs disposent de l'équipement nécessaire.

Seul inconvénient, l'accès à un point précis de la cassette est lent. Même si l'ordinateur est équipé d'un système de repérage, cette opération peut prendre un temps important. En outre, les cassettes ne sont pas conçues pour supporter une telle charge de travail, chaque consultation du fichier donnant lieu à chaque fois à un rembobinage. Cependant les cassettes restent extrêmement utiles pour stocker des programmes et des données à long terme.

2. Disquettes : La tête de lecture-écriture peut atteindre rapidement tout point de ces disques en matière plastique souple couverts d'un revêtement magnétique semblable à celui des bandes.

Deux tailles sont couramment utilisées : 5 pouces (13 cm) soit environ 100 Ko et 8 pouces (20 cm) correspondant à 500 Ko. Mais grâce à des méthodes de codage des informations, on peut doubler ou quadrupler la densité d'écriture sur la disquette.

Leur utilisation extrêmement ra-

base : unité centrale, mémoire, clavier, logiciel, imprimante

vide les rendent utiles pour le stockage de fichiers consultés quotidiennement. On peut également installer sur ce support un logiciel de système (dont le plus répandu est le CP/M) permettant une large souplesse de programmation, la libération de la mémoire centrale et qui a été conçu pour s'intégrer à des systèmes bâtis autour d'un micro-ordinateur.

Inconvénients des disquettes : leur capacité est limitée lorsqu'il s'agit de fichiers importants et, exposées à des manipulations maladroitement, leur fragilité est encore grande. Enfin, bien qu'en baisse continue, le prix d'un lecteur reste élevé (à partir de 3 000 F par disque) bien qu'une disquette soit très bon marché (à partir de 30 F).

3. Disques durs : Mémoire de masse la plus utilisée pour les gros ordinateurs. Plusieurs disques rigides, revêtus d'une couche magnétique, tournent à grande vitesse. Une tête de lecture-écriture spécifique à chaque disque se déplace pour inscrire ou lire les informations.

Les micro-ordinateurs disposent maintenant, avec les disques « Winchester » de techniques proches de celles des gros ordinateurs. Il s'agit d'un disque constitué d'un seul ensemble, scellé dans une boîte avec la tête et le moteur. Le disque tourne à une vitesse élevée avec la tête de lecture suspendue juste au-dessus.

Ses avantages sont considérables, sa capacité et sa vitesse de transmission d'informations sont nettement plus importantes que celle d'une disquette. Très fiable, il ne tombe que rarement en panne.

Le principal inconvénient demeure donc son prix élevé, plus de 10 000 F.

Un tel problème devrait être dissipé avec la prochaine commercialisation, à un prix abordable, d'un disque « Winchester » 5 pouces, aux dimensions identiques à celles d'une unité de disquette à la capacité moyenne de 5 millions d'octets.

L'ÉCRAN-CLAVIER

Sans doute la manière la plus efficace de dialoguer avec un ordinateur. En utilisant un écran spécialement conçu pour l'informatique on dispose d'un affichage standard de 24 lignes de 100 caractères soit un total de 1 920 caractères par page, ce qui serait illisible sur un poste de télévision ordinaire. Certains ordinateurs pour traitement de texte sont dotés d'écrans encore plus détaillés de 60 lignes de 80 caractères.

L'unité d'écran (module d'adaptation au poste TV) dispose d'un « générateur de caractères », circuits qui commandent la forme des caractères affichés. Certains générateurs ne disposent que des lettres majuscules et des chiffres, d'autres ayant en plus des minuscules accentuées. Quelques générateurs offrent la possibilité de programmer la forme des caractères, par exemple carabes.

Le choix du clavier n'est pas aussi simple qu'il y paraît. Les claviers à petites touches tels le *PET 2001*, le *SHARP PCI 211*, le *Sinclair Z 80* ne

Un micro-ordinateur français, le Goupil :



16 K de mémoire RAM, écran TV noir et blanc 31 cm, coupleur acoustique, 9 640 F.

permettent pas de taper plus de quelques lignes à la fois.

La disposition des lettres à l'anglaise (clavier QWERTY) est la plus répandue, mais tout utilisateur sachant déjà taper à la machine aura tout intérêt à se procurer un clavier à la française (AZERTY) qui rend beaucoup plus facile le passage d'une machine à une autre.

L'ordinateur est beaucoup plus maniable qu'une machine à écrire, permettant de corriger électroniquement, de déplacer des mots, des paragraphes.

LE LOGICIEL

Le mot « logiciel » est un terme générique regroupant les ensembles de programme qui contrôlent n'im-

porte quel système complexe d'information. Il s'applique aussi bien aux programmes qui contrôlent le cerveau qu'à ceux qui régissent un ordinateur. En informatique, deux parties distinctes le composent : le logiciel de système et le logiciel d'application.

Le logiciel de système, fourni avec l'ordinateur, lui permet de fonctionner, en lui commandant de lire le clavier ou de chercher les programmes d'application classés en archives. Dans les systèmes les plus réduits, ce logiciel de système est figé dans une

partie de la mémoire centrale, sous forme de ROM ou « mémoire morte ».

Un tel montage permet la fabrication d'ordinateurs bon marché, mais présentent le désavantage de réduire la capacité maximale de la mémoire centrale. Un tel inconvénient ne sera probablement guère ressenti par un utilisateur amateur qui ne manifeste pas de grosses exigences quant aux possibilités de mémoire de son appareil.

Dans les systèmes plus importants ce logiciel de système est contenu sur une disquette ce qui permet de libérer une plus grande mémoire centrale. Par exemple, un programme interprète « Basic » prend de 4 à 16 Ko de ROM, selon sa puissance ; la plupart des micro-processeurs pouvant adresser un maximum de 64 Ko, la mé-

La gamme des micro-ordinateurs proposés sur le m

moire disponible pour l'utilisateur est réduite à 48 Ko.

L'interprétation d'un langage plus complexe, tel le Pascal ou le Fortran, exige l'adoption de la mise sur disque. On peut alors disposer d'un vaste choix de langage sans pour autant limiter la capacité de ROM.

Le logiciel d'application, lui, est l'ensemble des programmes qu'utilise l'ordinateur pour effectuer des tâches précises telles que la gestion d'un fichier d'abonnement ou le calcul d'une paie.

Il existe sur le marché de nombreux programmes d'application, prêts à être utilisés, disponibles sous forme de disques ou de cassettes. Mais une remarque s'impose. Le logiciel obéit à des impératifs d'efficacité et de souplesse, et il faut s'assurer que les programmes proposés correspondent bien aux besoins des entreprises. Les pratiques comptables du programme pourraient, par exemple, différer des pratiques au sein de la firme.

Si l'on décide cependant l'achat d'un programme, certaines précautions sont à prendre : ces programmes sont souvent mal documentés et leur modification est difficile sinon impossible ; de plus, ils sont souvent conçus en anglais, et cela peut poser des problèmes au clavieriste, ou bien être des traductions littérales de programmes anglo-saxons qui ne tiennent nullement compte des pratiques fiscales françaises.

Le logiciel disponible : il existe à l'heure actuelle plusieurs centaines de programmes de jeux pour micro-ordinateurs. Le choix s'étend de la cassette à 56 F comportant six programmes style « vidéo », au programme « Sublogie » à 450 F, pour l'Apple II et qui permet la représentation et l'animation de formes, en trois dimensions.

Les programmes de gestion, eux, varient en complexité et en prix : 99 F pour un programme de mailing (gestion d'abonnements) sur cassette, pour le TRS.

Un programme de gestion de stock pour la même machine, sur cassette, coûte 495 F, et un ensemble de programmes pour la comptabilité générale revient à 3 749 F.

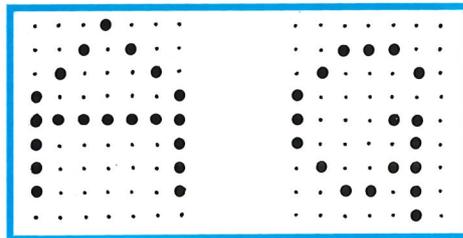
Les programmes élaborés « sur mesure » par des sociétés de programmes, sont évidemment beaucoup plus chers : 5 000 à 10 000 F pour une bonne comptabilité.

LES IMPRIMANTES

Superflues et onéreuses pour l'amateur, l'imprimante est au contraire pour le professionnel un outil de travail essentiel lui permettant d'adresser des enveloppes, d'imprimer un bilan, de remplir des bulletins de paie, d'écrire des lettres.

1. L'imprimante à aiguilles, dont le prix varie de 10 000 à 15 000 F constitue la gamme la plus fréquemment utilisée pour des micro-ordinateurs. Une tête imprimante comportant 7, 9 ou 12 aiguilles se déplace sur la largeur du papier pour former une ligne de caractères. L'imprimante met le même temps à imprimer chaque ligne quel que soit le nombre de caractères. Grâce à une habileté du logiciel, la tête peut également rédiger du texte, de droite à gauche, sur le chemin du retour ce qui double la vitesse d'impression. Peu bruyante, relativement rapide, entre 25 à 200 lignes par minute, elle est d'un coût modeste.

Suffisante pour des opérations de comptabilité, sa qualité de frappe



A majuscule et g minuscule tels qu'ils pourraient être imprimés par une imprimante matricielle (à aiguilles) 7 × 9.

reste médiocre et se limite souvent à des majuscules, sauf pour des modèles haut de gamme tels le **Centronics 737**, disposant d'une excellente frappe.

2. L'imprimante thermique est une dérivée de l'imprimante à aiguilles,

mais ici un courant électrique, au lieu d'une action mécanique, entraîne l'aiguille. Convenant à de petits listings, à l'utilisation de caisses enregistreuses, elle reste la moins chère de toutes les imprimantes (de 500 à 2 000 F). Seul inconvénient, elle exige du papier traité.

3. L'imprimante à sphère est une machine à écrire pourvue d'une sphère commandée par l'ordinateur. Sa frappe est d'excellente qualité et on peut disposer de caractères différents, uniquement en changeant la sphère. Inconvénients : souvent bruyante, très lente, puisqu'elle ne frappe que 15 caractères par seconde, elle est également d'un prix élevé (10 000 F).

4. L'imprimante à marguerite : Version sophistiquée de l'imprimante à sphère. Les caractères sont disposés au bout des pétales d'une « marguerite », (roue imprimante en métal ou en plastique qui tourne de manière continue). Lorsque la lettre à imprimer se trouve au sommet de la roue, un marteau commandé par l'ordinateur la frappe et elle s'imprime sur le papier. Elle présente tous les avantages d'une machine à sphère tout en étant trois fois plus rapide, mais elle reste d'un prix élevé (10 000 F).

D'autres variétés d'imprimantes sont disponibles sur le marché (à jet d'encre, à laser, à chaîne) mais leur prix les classe dans une gamme beaucoup plus élevée que celle des micro-ordinateurs.

Pour connecter l'imprimante choisie à l'ordinateur, il existe essentiellement trois normes d'interface : le **RS 232 (serial)**, l'**interface parallèle (Centronics)**, la **boucle 20 MA (télétype)**.

Il est possible de brancher un ordinateur équipé d'un type d'interface à une imprimante équipée d'une interface différente, au prix d'une carte d'adaptation dont le coût est d'environ 1 000 F.

425,00

Jeu merveilleux et tres complet de simulation de gestion d'entreprise. Analyses de marche, rapports financiers, prises de decision, etudes des bilans, etc... Jeu ecrit en Francais. Requierit un niveau II 16K.

2.995,00

La solution a tous les problemes de comptabilite : de la creation du plan comptable a l'impression du bilan.

Texte sorti sur une imprimante à aiguilles. La qualité est suffisante pour la majorité des applications, bien qu'il ne comporte ni accents ni minuscules descendantes (voir dans la première ligne le « p » de « complet » et le « g » de « gestion »).

ché offre un vaste choix et une large gamme de prix



Pet série 2001 avec le magnétocassette, l'unité de disquettes et l'imprimante.

LES MACHINES

Voici un aperçu de la gamme d'ordinateurs intéressant le marché des professions libérales et des PME. Nous ne chercherons pas à conseiller plus particulièrement une machine, mais à expliquer les différences entre les divers modèles disponibles.

SCRIB (version avec 48 Ko et imprimante) 35 000 F

Cet appareil réunit dans une mallette de transport la taille d'une machine à écrire : un clavier aux normes françaises, un écran miniature muni d'un système optique à miroir escamotable, deux unités de microcassette, et une imprimante. L'imprimante fonctionne sur papier spécial, mais est capable de reproduire tout ce qui s'affiche sur l'écran. L'écran peut afficher 6 formes de caractères (double, normal,...) avec minuscules, accents et signes spéciaux. Il peut servir de terminal pour consulter des banques de données, d'ordinateur autonome en BASIC, ou d'appareil de télé-rédaction.

Dans cette dernière application il permet la saisie et le traitement des textes, et leur acheminement ensuite par téléphone.

SANCO 7201 58 700 F

Pour ce prix on obtient un écran fin (24 lignes de 80 caractères); clavier; 64 Ko de mémoire centrale; deux disquettes souples de 1 000 Ko chacune; deux interfaces pour imprimante : Centronics parallèle et RS 232. C'est un ordinateur destiné à l'usage professionnel qui peut grandir avec les besoins de l'utilisateur : sa mémoire peut être étendue jusqu'à 4 millions d'octets.

Hewlett-Packart HP 85 21 168 F

Un ordinateur compact, guère plus grand qu'une machine à écrire et ne pesant que 8 kg. Dans ce coffret sont réunis : clavier étendu, mini-écran, imprimante thermique bi-directionnelle, et une unité de cassette. L'écran affiche 16 lignes de 32 caractères, ou bien un graphisme très fin. Le BASIC contenu dans sa mémoire morte est extrêmement puissant. Cette machine convient surtout à des applications scientifiques ou de calcul.

Commodore CBM 3001

Il s'agit d'une version, à l'usage des PME, de l'ordinateur personnelle 2001. Il comporte un clavier de touches machine à écrire (alors que le 2001 comporte des petites touches) et un écran affichant 25 lignes de 40 caractères. Les possibilités d'entrée/sortie sont nettement augmentées par rapport au 2001, permettant le branchement de nombreux éléments périphériques.

Prix, pour la version
avec 8 Ko de mémoire centrale 6 175 F
avec 32 Ko 9 000 F

SBS 8000

Cet ordinateur, de lignes dures, est conçu pour des applications PME. Il dispose de 64 Ko de mémoire centrale, d'un écran 24 lignes de 80 caractères, et d'un processeur rapide.

Le logiciel disponible comprend CP/M, Pascal, Cobol, Basic, Fortran, et des programmes de gestion clés en main (facturation, gestion de stocks, paie, gestion de cabinet dentaire).

Cependant, il reste limité en ce qui concerne les minuscules.

Voici les deux micro-ordinateurs pratiques, efficaces et



TRS 80 - Modèle I

Version de base : clavier, écran, minicassette, Basic restreint et 4 Ko de mémoire centrale 2 995 F
 Le même avec Basic plus complet, et 16 Ko de mémoire centrale 4 489 F
 Unité de disquette (55 Ko de capacité)..... 3 075 F
 Unités de disquettes supplémentaires (85 Ko chacune, 4 max.) 2 795 F
 Interface d'extension, avec 32 Ko de mémoire centrale supplémentaire 3 840 F

TRS 80 - Modèle II

comportant clavier, écran, mémoire centrale de 64 Ko, 1 unité de disquette 8 pouces (500 Ko)..... 24 140 F

Imprimante à aiguilles pour modèle I ou II. Imprime majuscules, minuscules, caractères graphiques 5 495 F

Imprimante à aiguilles à utilisation intensive.

Densité d'impression réglable.

Entraînement par picots réglables, acceptant des états pré-imprimés jusqu'à 38 cm de largeur 9 950 F

Cet ordinateur est le plus vendu dans le monde, en raison du bas prix de la version de base, et au réseau de distribution Tandy très étendu. De nombreuses maisons de logiciel proposent des programmes d'application pour cette machine, laissant à l'utilisateur l'embarras du choix. La conception très modulaire le rend

hautement évolutif : il suffit d'ajouter des éléments au fur et à mesure de l'évolution de vos besoins informatiques.

Des minuscules et un clavier AZERTY sont disponibles au prix d'un petit supplément. Une version comportant des minuscules accentuées est en préparation.

Le modèle II vise particulièrement le marché de petite gestion. Il est deux fois plus rapide que le modèle I, est doté d'un BASIC plus performant et d'une unité de disquette de grande capacité. Des programmes compilateurs sont disponibles pour le FORTRAN et le BASIC compilé pour les applications de calcul.

un prix relativement abordable pour les petites entreprises



Ecran de TV ordinaire

Unité de disquettes

Clavier type machine à écrire

Circuit de reconnaissance de la parole

Stylo électronique

Carte langage

Coupleur

APPLE II

Clavier et unité centrale, Basic étendu :
 avec 16 Ko de mémoire 7 300 F
 avec 32 Ko 8 100 F
 avec 48 Ko 8 900 F

Options

Unité de disquette simple 4 200 F
 le premier
 De 143 Ko capacité 3 000 F
 les suivantes (jusqu'à 14)
 Carte langage Pascal 3 000 F

Cette machine occupe depuis quelques années une bonne place sur le marché. Aux USA elle a l'avantage d'offrir un graphique en couleur d'une grande finesse, à un prix très bas. En France, pour fonctionner en couleur il lui faut une carte supplémentaire, dont le coût est d'environ 1 000 F. Une autre carte est également nécessaire pour disposer des lettres minuscules ; mais des lettres accentuées ne sont pas toujours possibles et impliqueraient le changement du générateur de caractères.

De nombreux accessoires sont disponibles, fournis par divers fabricants :

Des unités de disquettes sont disponibles mais le fabricant, préférant peut être vendre le Apple III, ne propose pas d'interface pour disque dur. D'autres constructeurs s'en chargent : Corvus propose un disque de 9,5 Mo pour 3 400 F. Cet ordinateur convient à toutes les applications de gestion, mais le problème des minuscules et des accents le limite en ce qui concerne le traitement de texte.

A l'aide d'un exemple concret, le calcul des imp

Qu'est-ce que le langage dit « basic » ?

Le basic (Beginner's All Purpose Symbolic Instruction Code) est un des langages de programmation les plus évolués et les plus répandus parmi les petits ordinateurs.

Elaboré à l'Université américaine de Dartmouth par les professeurs Kemeny et Kurtz, le basic est devenu un langage de programmation à part entière, permettant de traiter des applications aussi complexes que celles que l'on programme à l'aide de FORTRAN et COBOL qui sont des langages de programmation beaucoup plus anciens.

Réputé pour sa facilité d'utilisation le basic n'occupe que très peu d'espace dans la mémoire centrale. On peut donc l'implanter sous forme de mémoire morte, alors que d'autres langages exigent un système informatique muni de disques.

Langage facile à apprendre, la programmation en basic est interactive, c'est-à-dire qu'on l'utilise de manière conversationnelle avec un clavier, une imprimante ou, mieux encore, un écran.

Dès qu'une ligne de programme est tapée, celle-ci est automatiquement analysée, pour vérifier la grammaire et la syntaxe, et en cas d'erreur un message sur l'écran indique la faute commise.

Le basic n'est pas un compilateur, mais un interpréteur et pour se familiariser avec sa programmation, nous allons aborder un problème qui nous concerne tous : le calcul des impôts sur le revenu.

Si vous possédez un micro-ordinateur, essayez-le !

Ce programme basé sur un barème, encore provisoire au moment où l'article a été rédigé, ne tient pas compte des abattements spéciaux (personnes âgées, enfants à charge).

La figure 1 indique l'organigramme qui sert à bien définir la tâche à programmer.

La figure 2 donne le listing du programme tel qu'il paraîtrait sur un écran ou une imprimante. Comme on peut le remarquer chaque ligne du programme commence par un « numéro de ligne » permettant de modifier ou d'ajouter des instructions. Ainsi pour ajouter une ligne oubliée, il suffit par exemple au program-

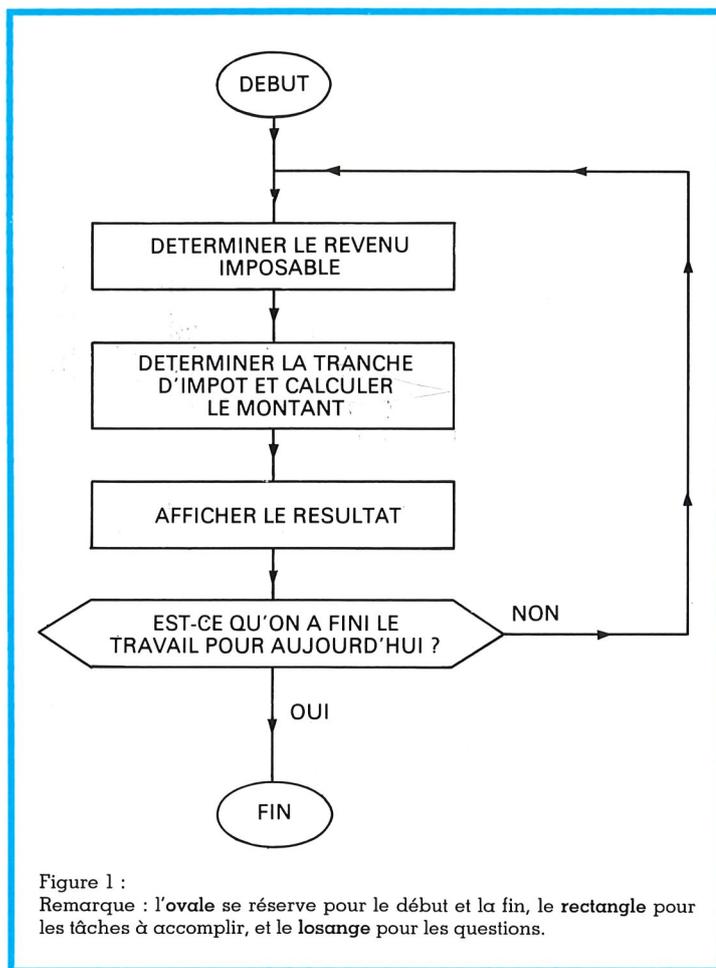


Figure 1 : Remarque : l'ovale se réserve pour le début et la fin, le rectangle pour les tâches à accomplir, et le losange pour les questions.

mer de taper 905 Dim dollars pour que cette instruction s'intercale automatiquement entre les lignes 900 et 910. Les lignes peuvent être modifiées en les retapant avec leur numéro et la modification s'effectue instantanément sans qu'il y ait à reprendre tout le programme.

* Le basic dispose de plusieurs dialectes et il faut consulter la notice pour connaître la version dont vous pouvez disposer. Certains basic, par exemple, se servent d'une flèche pour élever un nombre à une puissance, alors que d'autres utilisent deux astérisques. Certains basic permettent d'écrire plusieurs instructions sur la même ligne, en les séparant par deux points.

Une fois le programme entre dans la mémoire centrale, au moyen du clavier, d'une cassette ou d'une disquette, il suffit de taper **Run** suivi d'un retour chariot pour lancer l'exécution du programme.

Il faut s'attacher à quelques instructions utilisées dans notre programme.

Le sens des ordres les plus courants.

Rem signifie « remarque ». Une instruction commençant par Rem ne provoque aucune action de la part de l'ordinateur. Son rôle est de rendre le programme plus clair à lire par quelqu'un d'autre ou par l'auteur lui-même. Ici, les lignes 10, 20, 30 et 35 servent à enjoliver la présentation.

Print commande à l'ordinateur d'afficher sur l'écran tout ce qui se trouve entre les guillemets. Dans les lignes 40, 60, 130 et 910 de notre programme, la commande Print fait afficher des questions pour l'utilisateur qui peut alors communiquer à l'ordinateur, au moyen du clavier, les informations nécessaires au calcul des impôts.

Input A : Cette instruction complète la sensation d'un véritable dialogue homme-machine, en commandant à l'ordinateur de lire le nombre que tape l'utilisateur sur le clavier et de l'inscrire dans la case A de la mé-

moire. L'instruction arrête en fait le déroulement du programme basic et l'ordinateur reste en attente, le temps de taper une ligne. Cette opération est tout à fait analogue à l'inscription d'un chiffre dans une case sur la fiche des impôts. Dans le jargon informatique une telle case mémoire est invariable.

Dans notre système d'instruction on aurait pu mettre à la place du A une autre lettre, B, C ou même A 1, B 1, tous représentant des cases mémoires distinctes. Autrement dit le basic dispose de 286 variables numériques, bien que certains basic détiennent un nombre inférieur.

Si il nous arrive d'avoir besoin d'inscrire des lettres dans une variable, le basic dispose de *variables textuels*, notés A\$, B\$... On peut en disposer de 26 ou de 286 selon la version du basic. La ligne 930 de notre programme commande l'ordinateur d'inscrire une suite de lettres dans la case mémoire J\$.

80 LET C = A - B.

Cette instruction commande la machine à inscrire la valeur de A - B dans la case mémoire C.

A la place de A - B on peut mettre toute expression mathématique utilisant des variables déjà précisées dans le programme.

Tous les basic n'exigent par le LET. Ainsi 80 C = A - B aurait été aussi acceptable.

90 LET D = INT (.9 * C).

Cette instruction, de la même forme que la précédente, utilise les fonctions arithmétiques du basic :

INT : partie entier (arrondi à l'inférieur).

: multiplication.

Le point joue le rôle de la virgule dans l'arithmétique des pays anglophones. On retrouve donc le même usage dans le basic (.9).

La division en basic s'effectue au moyen d'un slash / (ligne 180).

D'autres fonctions mathématiques du basic sont :

SQR (A) : racine carrée de A.
: sinus de A.
: cosinus de A.
: nombre aléatoire entre 0 et 1.

Consulter votre notice pour la liste complète et la syntaxe.

170 IF G > 9890 THEN 200.

Si G (le quotient familial) est supérieur à 9890 (francs) l'inter-

s, on peut comprendre comment s'utilise le BASIC

prête saute à la ligne n° 200 et le programme poursuit son déroulement à partir de cette ligne. Sinon, l'ordinateur passe à la ligne qui suit l'instruction, ici n° 180.

Nous faisons appel plusieurs fois à cette instruction (lignes 170, 200, 230, 260...) pour déterminer la tranche d'imposition.

Le syntaxe de l'instruction permet aussi bien d'utiliser < (inférieur), = (égal), > (supérieur ou égal à), < = (inférieur ou égal à), < > (différent de) à la place du >. Cette instruction permet à l'ordinateur de prendre des décisions suivant des critères précis.

Les lignes 170 à 520 sont divisées en 12 groupes de 3, chaque groupe correspondant à une tranche d'impôt. La ligne 530 correspond à la dernière tranche. Dans chaque cas la variable H représente le montant de l'impôt.

Pour afficher le résultat, on se sert de nouveau de l'instruction PRINT :
900 PRINT « VOUS DEVEZ PAYER »; H; « FRANCS D'IMPOTS ». Ici tout ce qui se trouve entre les guillemets est affiché sur l'écran tel que. Le H à l'extérieur des guillemets fait afficher la valeur numérique de cette variable.

905 DIM J\$ (5).

Précise à l'ordinateur que la variable textuelle J\$ peut avoir une longueur maximale de 5 lettres.

On termine le programme en donnant à l'opérateur l'option de calculer d'autres impôts, ou d'éteindre la machine. Dans le premier cas le programme retourne au départ, dans le second il affiche des formules de politesse.

1020 STOP

1030 END

La première de ces deux instructions arrête l'exécution du programme et la seconde signifie la fin du programme à interpréter. Certains basic n'exigent que l'une ou l'autre de ces instructions.

Comme tout programme, celui-ci n'est pas la solution unique au problème de calcul des impôts. Notre programme aurait pu comporter des astuces le rendant plus élégant que des lecteurs avertis ont certainement trouvées. Nous ne les avons pas incorporées, notre but étant de présenter un programme facile à comprendre et qui démontre bien les principes de la programmation. ■

<pre> 10 REM CALCUL D'IMPOT 20 REM AUTEUR S. ELEFTHERIOU 30 REM ***** 35 REM 40 PRINT « QUEL EST LE MONTANT DU REVENU IMPOSABLE ? » 50 INPUT A 60 PRINT « QUEL EST LE MONTANT DES FRAIS DEDUCTIBLES ? » 70 INPUT B 80 LET C = A - B 90 LET D = INT (.9 * C) 95 REM ABATTEMENT 10 % 100 LET E = INT (.8 * D) 110 REM ABATTEMENT 20 % 120 REM E = REVENU NET IMPOSABLE 130 PRINT « QUEL EST LE NOMBRE DE PARTS ? » 140 INPUT F 150 LET G = INT (E / F) 160 REM G = QUOTIENT FAMILIAL 170 IF G > 9890 THEN 200 180 PRINT « VOUS N'AVEZ PAS D'IMPOTS A PAYER » 190 GOTO 905 200 IF G > 10340 THEN 230 210 LET H = E * .05 - 494.5 * F 220 GOTO 900 230 IF G > 12270 THEN 260 240 LET H = E * .1 - 1011.5 * F 250 GOTO 900 260 IF G > 19410 THEN 290 270 LET H = E * .15 - 1625 * F 280 GOTO 900 290 IF G > 24950 THEN 320 300 LET H = E * .2 - 2595.5 * F 310 GOTO 900 320 IF G > 31360 THEN 350 330 LET H = E * .25 - 3843 * F 340 GOTO 900 350 IF G > 37940 THEN 380 360 LET H = E * .3 - 5411 * F 370 GOTO 900 380 IF G > 43770 THEN 410 390 LET H = E * .35 - 7308 * F 400 GOTO 900 410 IF G > 72940 THEN 440 420 LET H = E * .4 - 9496.5 * F 430 GOTO 900 440 IF G > 100320 THEN 470 450 LET H = E * .45 - 13143.5 * F 460 GOTO 900 470 IF G > 118660 THEN 500 480 LET H = E * .5 - 18159.5 * F 490 GOTO 900 500 IF G > 135000 THEN 530 510 LET H = E * .55 - 24092.5 * F 520 GOTO 900 530 LET H = E * .6 - 30842.5 * F 900 PRINT « VOUS DEVEZ PAYER »: H: « FRANCS D'IMPOTS » 905 DIM J\$ [5] 910 PRINT « VOULEZ-VOUS EN CALCULER UN AUTRE ? » 920 PRINT « REPONDEZ PAR OUI OU NON » 930 INPUT J\$ 950 IF J\$ = « OUI » THEN 40 960 IF J\$ = « NON » THEN 1000 970 PRINT « CE N'EST PAS CE QUE J'AI DEMANDE » 975 GOTO 920 1000 PRINT « NOUS AVONS FINI POUR AUJOURD'HUI » 1010 PRINT « MERCI, AU REVOIR ET A BIENTOT » 1020 STOP 1030 END </pre>	<p>} Étiquetage du programme</p> <p>} Entrée données</p> <p>} Calcul du revenu net imposable</p> <p>} Entrée données</p> <p>} Calcul du quotient familial</p> <p>} Calcul d'impôt suivant tranche</p> <p>} Affichage du résultat</p> <p>} Retour au début pour calculer d'autres</p> <p>} Formules de politesse pour l'utilisateur Formules de « politesse » pour l'ordinateur</p>
---	--

Figure 2.



VOTRE AVENIR SERAIT-IL DANS L'INFORMATIQUE ?

Avant la fin du siècle, plus de la moitié de la population exercera sans doute des activités qui, à quelque titre, relèveront de l'informatique. C'est l'évolution inéluctable : après les temps d'une société agricole et d'une société industrielle, nous entrons dans une civilisation de la communication.

Nombreuses seront dans ce contexte les personnes à utiliser quotidiennement l'informatique, sans assistance particulière, dans le cadre de leur vie privée aussi bien que dans leur profession, de même qu'aujourd'hui il nous arrive de recourir à tout instant aux services de l'électricité sans être pour autant des électriciens. L'électricien professionnel, c'est toutefois le spécialiste dont nous avons besoin en de nombreuses occasions. Nous sommes en contact avec lui lorsque nous entendons réaliser des installations, vérifier ou transformer nos appareils, son rôle dans la société étant en fait très important : qu'il s'agisse de la fabrication des piles ou des accumulateurs aussi bien que de l'alimentation d'un réseau de distribution — avec les centrales, lignes et transformateurs qu'il requiert — la production de courant a suscité le développement de plusieurs industries que nul n'aurait osé imaginer il y a deux siècles.

Ainsi en sera-t-il de l'informatique : demain tout le monde l'utilisera, mais un certain nombre de professions la prendront pour activité, avec la perspective d'une large demande car l'essor de cette informatique promet d'être prodigieusement rapide. Nous nous en référons en

effet au développement de l'électricité : la consommation avait obéi à la loi du doublement tous les dix ans. Comparativement, on retiendra que le volume de l'information traité par les machines double à l'heure actuelle tous les deux ans, ce rythme paraissant devoir être soutenu assez longtemps de sorte que sur les deux décennies à venir nous devons attendre un essor de l'informatique comparable à celui de l'électricité depuis Volta.

D'ores et déjà, les carrières de l'informatique apparaissent nombreuses, leur classement pouvant être proposé *verticalement* si l'on prend en considération la hiérarchie qui s'est déjà instaurée dans ce domaine comme au sein de toute autre branche d'activité ou *horizontalement* si l'on passe en revue la gamme des carrières, avec les différentes applications de l'informatique.

La structure verticale est relativement simple. C'est celle que l'on se contente le plus souvent de présenter car elle répond à la préoccupation du poste auquel peut prétendre celui qui recherche un emploi selon son niveau d'études. Les réponses sont aujourd'hui bien connues encore qu'appelant un certain nombre de remarques.

Bien avant le bac ?

La question est en effet souvent posée : à quel *niveau* un jeune qui désire faire carrière dans l'informatique doit-il commencer à s'en préoccuper dans son orientation ?

On serait enclin à penser que la préparation commence bien avant le baccalauréat. Dans un certain nombre d'écoles, l'informatique est en effet enseignée voire utilisée comme outil pédagogique, au service de différentes disciplines. C'est une excellente initiation. Ce n'est peut-être pas davantage : on ne saurait en effet affirmer que les langages et méthodes de l'informatique d'aujourd'hui seront adoptés par l'informatique de demain. De même si, à ceux qui ne désirent pas poursuivre leurs études jusqu'au baccalauréat, la faculté est offerte de préparer un « CAP informatique » (Certificat d'Aptitude Professionnelle aux fonctions de l'informatique), il faut comprendre que ce diplôme sanctionne une formation générale sans ouvrir véritablement les portes d'une carrière en informatique. C'est une « recommandation ». La remarque

Toutes les entreprises d'une certaine importance auront leur salle d'ordinateur pour laquelle un personnel hautement spécialisé sera nécessaire. (En haut à gauche)

Le système 45 d'Image de Hewlett Packard, développé pour l'ordinateur HP300, permet de visualiser un graphique tridimensionnel. Grâce à lui cet ingénieur peut révéler les surfaces cachées en tournant le graphe. (En bas à gauche)

5 FICHES DE MÉTIERS

ANALYSTE

Prépare le travail des programmeurs, définit les fichiers d'entrée-sortie, évalue les places mémoire, élabore des organigrammes, évalue les temps d'exploitation.

1979 40 000 emplois	1985 59 400 emplois
75 000 F*	

Niveau institut
universitaire de technologie
Niveau maîtrise



◀ Il est à remarquer que, de plus en plus, les deux fonctions sont réunies en une seule : celle d'analyste-programmeur. ▶

PROGRAMMEUR

Doit savoir converser avec l'ordinateur. Son rôle consiste donc essentiellement à rédiger les instructions données à l'ordinateur et préparées par les analystes.

1979 40 000 emplois	1985 60 000 emplois
65 000 F*	

Niveau institut
universitaire de technologie

* Salaire annuel approximatif à l'embauche.

vaut au même titre pour le BPI ou Brevet Professionnel d'Informatique.

Perforateur : un métier en voie de disparition

Le titulaire d'un CAP informatique ou d'un BPI peut prétendre exercer les fonctions de *perforateur*, un métier exigeant une certaine habileté manuelle. Le perforateur était hier chargé de traduire un programme en cartes perforées, pour permettre son exécution par la machine. Nous parlons à dessein au passé. Il ne faut pas se dissimuler en effet que si, en raison de l'importance du matériel en place — un matériel que l'on doit se préoccuper d'amortir —, cartes et rubans perforés se rencontrent encore dans de nombreuses entreprises, ils sont appelés à disparaître dans les années à venir. De plus en plus, le perforateur est ainsi remplacé par le moniteur de saisie capable de donner aux programmes la forme qui permettra leur introduction dans l'ordinateur. C'est une activité en pleine évolution, sur l'avenir de laquelle les avis sont toutefois très partagés : nombreux sont les spécialistes aux yeux desquels le programmeur aura de plus en plus largement un accès direct à des machines qui, par ailleurs, s'adapteront de plus en plus à l'homme. Ainsi n'est-il pas prouvé que nous verrons les échelons inférieurs de la hiérarchie subsister demain.

Raisonnablement, peut-on dans ces conditions considérer que c'est au

niveau du baccalauréat qu'il faut commencer à envisager les carrières de l'informatique de demain.

On ne manquera en l'occurrence de noter l'existence, actuellement, d'un bac H de techniques informatiques dont le titulaire peut prétendre aux fonctions d'opérateur. L'opérateur — encore appelé chef de salle ou préparateur — a des fonctions quelque peu comparables au chef d'atelier dans un garage : il doit bien entendu savoir se servir d'un ordinateur et ses périphériques mais sa fonction principale est d'utiliser judicieusement les ordinateurs et, à cette fin, d'accepter les programmes selon un bon ordonnancement. Il s'agit d'une activité dont l'expansion paraît certaine : quelque 80 000 opérateurs existent actuellement en France, il faut attendre que leur nombre dépasse 100 000 dès 1986.

Bac H : spécial informatique

Celui qui entend ne pas poursuivre ses études au delà du baccalauréat mais veut se lancer dans l'informatique devra passer le bac H. Bien entendu, ce dernier lui donnera de surcroît accès à un enseignement supérieur où il trouvera de nouvelles possibilités de se spécialiser. Il pourra viser le diplôme de programmeur d'études (un an après le DEUG) préparer une Maîtrise d'Informatique (deux ans après le DEUG), obtenir le diplôme des MIAG (Méthodes Informatiques Appliquées à la Gestion) ou celui d'Expert en Traitement de

l'Information, autant de diplômes qui ouvrent la porte aux fonctions d'analyste. L'analyste est à l'informatique ce que l'ingénieur est à l'industrie : il « pense » les problèmes, élabore les stratégies de traitement de l'information et, finalement, conçoit les organigrammes à l'intention des programmeurs.

Après le baccalauréat

Cela, à considérer la seule filière « universitaire » que peuvent suivre les titulaires du bac H, mais aussi les titulaires d'un bac A, B, D ou E. Aux titulaires du bac C, s'ouvre une autre filière, celle qui, après math sup et math spé, permet l'admission dans les écoles d'ingénieurs. Plusieurs de ces écoles d'ingénieurs ont aujourd'hui des sections spécialisées que nous allons incessamment prendre en considération. Mais pratiquement toutes constituent des écoles de préparation à l'informatique, les diplômés qu'elles délivrent étant — il faut le savoir — sensiblement plus appréciés par les employeurs que les diplômés universitaires, et ayant des chances de l'être de *plus en plus* au cours des années à venir pour la raison bien simple que l'informatique connaît à l'heure actuelle une très spectaculaire mutation. Or on peut estimer que les mathématiques spéciales constituent le plus judicieux bagage intellectuel pour assimiler cette évolution.

Ajoutons que les titulaires d'un diplôme d'ingénieur aussi bien que les

PERFORATEURS

On les appelle aussi :

- moniteur de saisie,
- opératrice de saisie.

On leur demande de savoir taper vite et bien des programmes sur cartes perforées ou sur un clavier-écran.

Avec l'avènement des machines à traitement de textes, on leur demande de savoir utiliser cette machine pour tout travail de secrétariat.

Attention ! Métier en voie de disparition pour les perforateurs.

45 000 F*

Niveau :

- brevet professionnel
- dactylo

OPÉRATEURS

On les appelle aussi :

- pupitreux,
- chef de salle,
- préparateur.

On leur demande de savoir piloter l'ordinateur et ses périphériques, afin qu'il soit apte à accepter les travaux fournis par les analystes-programmeurs.

1979	1985
77 600 emplois	95 500 emplois

55 000 F*

Niveau baccalauréat

INGÉNIEURS

Ils sont :

- ingénieur analyste,
- ingénieur système,
- ingénieur technico-commercial.

On leur demande de concevoir l'architecture générale d'un système, d'optimiser les moyens de traitement, de réaliser des architectures de base de données, d'assurer l'entretien et la maintenance du matériel et du logiciel.

1979	1985
35 400 emplois	54 700 emplois

85 000 F*

Niveau :

- grandes écoles d'ingénieurs
- doctorat

(Source : Rapport Tebeka, août 1980).

titulaires d'une maîtrise d'informatique ont la possibilité de préparer (en une, ou le plus souvent en deux années) le DEA ou Diplôme supérieur d'informatique ouvrant la porte aux laboratoires de recherche et aux postes de responsable des systèmes informatiques dans les organismes et entreprises. A un jeune intéressé par l'informatique et qui désire faire carrière dans cette branche, il faut ainsi montrer la voie royale. Il faut lui suggérer de préparer le DEA après une école d'ingénieur.

Dix grands domaines

Quelle école choisir ? Nous abordons là le problème de l'exploration horizontale de l'informatique, dont, à l'heure actuelle, la gamme des carrières peut être envisagée à travers les dix grands domaines suivants :

1. Langage et logiciel de base

Un certain nombre de langages sont aujourd'hui utilisés pour parler aux machines : Cobol, Fortran, Basic, LSE, Pascal... Et dans ces langages on compte de nombreux dialectes avec notamment les différents niveaux de Cobol ou les types de Basic. Une standardisation est sans doute illusoire et peut-être n'est-elle même pas souhaitable car, selon le genre de problème à traiter, tel langage sera préférable à tel autre au même titre que certains de nos langues humaines sont plus poétiques, d'autres plus intéressantes pour des activités techniques. L'informati-

cienn spécialiste du langage peut ainsi être assimilé à un interprète. C'est l'homme qui connaissant les divers langages et leurs possibilités sera capable de convertir le programme. Face à un problème déterminé, il comprendra quel langage lui convient, et quel logiciel - entendons quelle série d'instructions dans cette langue - permettra le programme le plus intéressant pour sa solution.

C'est un travail passionnant, mais assez théorique, convenant parfaitement aux forts en maths, singulièrement en maths modernes. Quatre écoles préparent directement cette carrière : Sup Elec (Ecole Supérieure d'Electricité), Sup Aéro (Ecole Nationale Supérieure de l'Aéronautique et de l'Espace), l'ENSEEIH (Ecole Nationale Supérieure d'Electrotechnique, d'Electronique, d'Informatique et d'Hydraulique de Toulouse) et l'ENSIMAG (Ecole Nationale Supérieure d'Informatique et de Mathématiques Appliquées de Grenoble).

2. Informatique théorique.

On pourrait là parler d'informatique générale, ce domaine couvrant la modélisation des phénomènes avec la détermination des données que leur description requiert, et d'autre part la programmation structurée (séquences et modes de traitement de l'information pouvant se retrouver dans des problèmes différents et relevant d'une même logique), sensiblement différente de l'informatique de gestion. Outre l'ENSEEIH et l'ENSIMAG, l'ISIM (Institut des Sciences de l'Ingénieur de Montpel-

lier) assure une excellente préparation à cette information théorique.

3. Informatique pratique

L'architecture des systèmes informatiques est en voie de devenir un problème au moins aussi important que l'aménagement des locaux, car le choix pourra conditionner toute l'activité d'un établissement, avec la nécessité de trancher entre informatique centralisée et informatique répartie. Le conflit existe aujourd'hui au sein de pays, attendons-nous à demain le voir apparaître au sein des entreprises avec la prolifération des micro-ordinateurs. Préparent particulièrement à cette informatique pratique les écoles suivantes : Sup Elec, Sup Aéro, l'ENSIMAG, l'ENST (Ecole Nationale Supérieure de Télécommunications), l'EUDIL (Ecole Universitaire D'Ingénieurs de Lille), l'IIE (Institut Informatique d'Entreprise) et l'IDN (Institut industriel Du Nord).

4. Techniques de la microinformatique

Après le temps des tubes et des transistors, l'électronique a trouvé son âge adulte avec le microprocesseur - un ensemble équivalent à plusieurs milliers de transistors sur une minuscule plaquette de silicium - dont la compréhension n'est pas facile en raison des phénomènes qui ne manquent de s'y dérouler. D'autre part, il faut comprendre que la technique des microprocesseurs est appelée à évoluer profondément dans



Robot Acma V5 Renault.

lequel sont consignées toutes les références permettant d'obtenir une information sur un certain sujet. Certaines banques de données sont publiques ou semi-publiques; elles peuvent être consultées à distance par le réseau commuté ou par des lignes spécialisées. D'autres sont propres aux entreprises. La création et la gestion d'une banque de données sont des opérations délicates si l'on entend qu'elles soient effectuées rapidement, aisément et économiquement. Elles réclament des spécialistes capables d'adapter en permanence les logiciels au double besoin de la clientèle et de la banque elle-même, spécialistes qui, demain, seront certainement très recherchés.

A cette spécialisation de l'informatique, préparent l'ENSIMAG, l'ENST, l'IIE et l'ISIM.

9. Robotique.

Il s'agit de l'application industrielle de l'informatique, la machine automatique d'hier tendant à céder la place à l'automate programmable industriel, entendons à la machine pourvue d'un certain nombre d'outils et de moyens dont elle pourra faire le plus judicieux usage pour l'exécution d'un programme d'action. Ces machines sont « chargées »; on leur indique le travail qu'elles doivent exécuter, et il suffit de venir ensuite recueillir les pièces qu'elles auront produites et stockées. La robotique désigne plus particulièrement une classe de machines dotées de bras dont les mouvements pourront être exécutés avec une extrême subtilité de manière à reproduire les gestes de l'homme. L'organisation de ces mouvements — dont l'essentiel est qu'ils permettent d'atteindre un certain but en s'adaptant le cas échéant aux circonstances — relève de ce que l'on appelle

ADRESSES UTILES

ENSTA — École Nationale Supérieure des Techniques Avancées. 32, bd Victor, 75015 PARIS. T. 533.74.90.

ENSEEIH — École Nationale Supérieure d'Électrotechnique, d'Électronique, d'Informatique et d'Hydraulique de Toulouse. 2, rue Charles-Camichel, 31071 Toulouse. Cedex.

ENSIMAG — École Nationale Supérieure d'Informatique et de Mathématiques Appliquées de Grenoble. B.P. 53 Domaine universitaire 38041. T. 76.54.81.45.

ISIM — Institut de Sciences de l'Ingénieur de Montpellier. Place Eugène-Bataillon, 34000 Montpellier. T. 67.63.91.44.

ENST — École Nationale Supérieure de TELECOM. 46, rue Barrault, 75013 PARIS. T. 589.66.66.

EUJIL — École Universitaire d'Ingénieurs de Lille. 59655 Villeneuve-d'Ascq. Cedex. T. 20.91.92.22.

IIE — Institut Informatique d'Entreprises. 6, rue Clément-Marot, 75008 PARIS. T. 723.63.28.

IIN — Institut Industriel du Nord. 59655 Villeneuve-d'Ascq Cedex. T. 20.91.01.15.

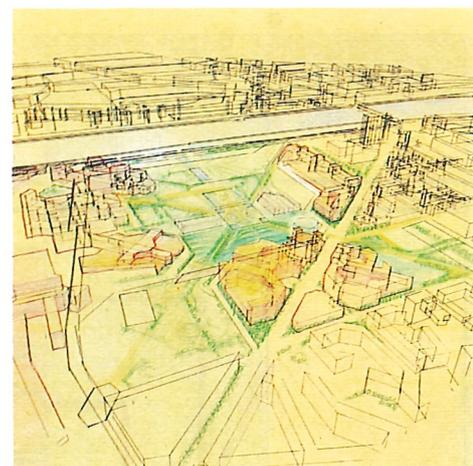
ENSMM — École Nationale Supérieure Mécanique et Minotechnique de Besançon, route de Gray. La Bouloie, 25030. T. 81.50.36.55.

INSA — Institut National des Sciences Appliquées, 20, avenue de la Butte-de-Coesmes, 35043 Rennes. Cedex. T. 99.36.48.30.

ESIEE — Ecole Supérieure d'Ingénieurs d'Électrotechnique et Électronique. 91, rue Falguières, 75015 Paris. T. 320.12.15.

Sup. Aéro — B.P. 4032. 31055 Toulouse. T. 53.21.24.

Sup. Elec. — Plateau de Moulon. 91190 Gif/s/Yvette. T. 941.80.40.



C.A.O. Dessin en perspective tracé par ordinateur pour une étude d'urbanisme.

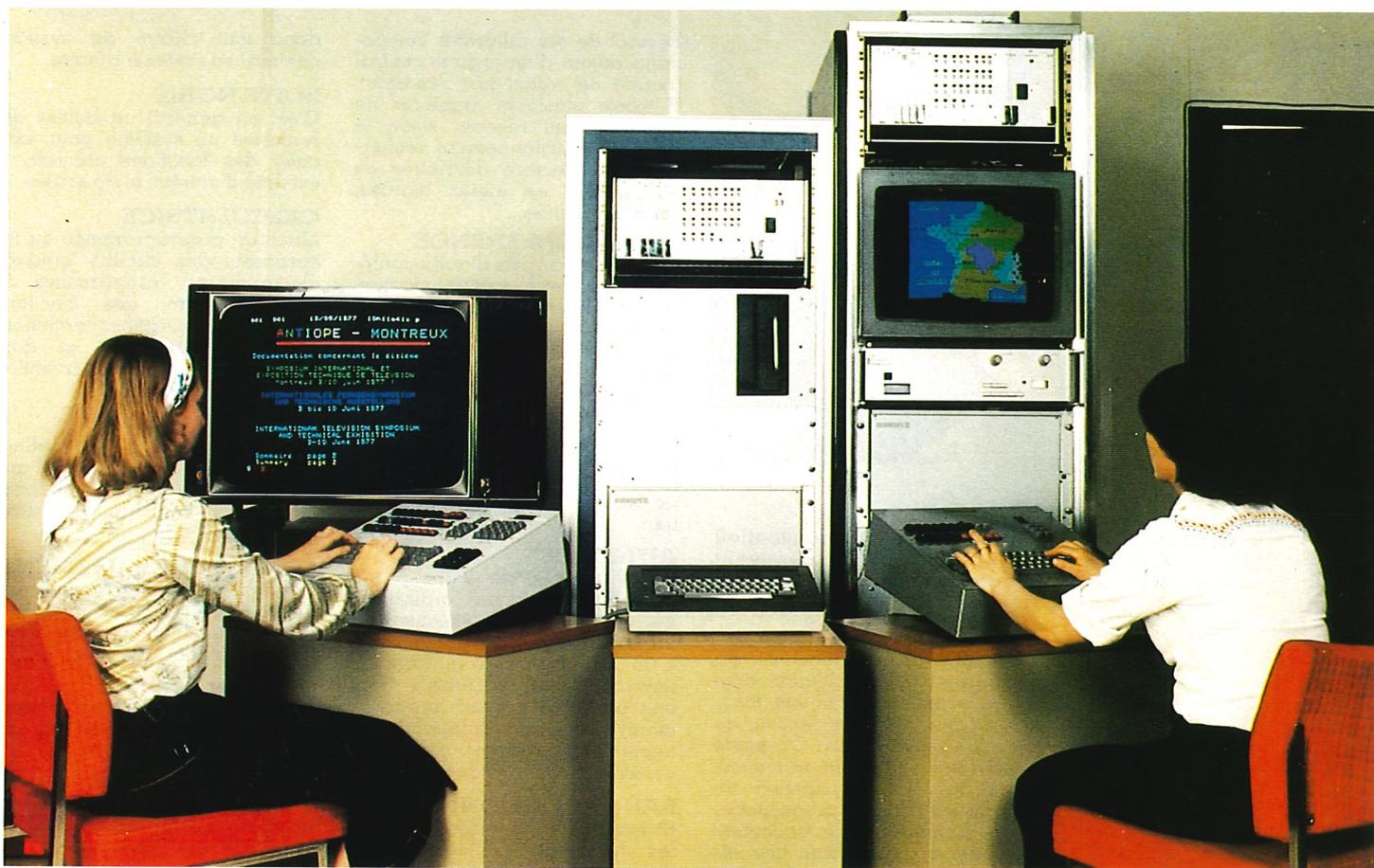
10. Conception assistée par ordinateur

Hier, les plans des machines ou des maisons se présentaient sous forme de dessins dont l'élaboration était fastidieuse, dessins qu'il fallait reprendre entièrement chaque fois qu'une modification était décidée. Avec la technique dite de la conception assistée par ordinateur, les plans sont enregistrés sous forme de données numériques dans la mémoire d'une machine. On peut les faire apparaître sur un écran de visualisation ou obtenir à volonté, à partir de ces données, un document sur papier. L'avantage réside évidemment dans toutes les possibilités d'acheminement à distance et de traitement qui en découlent : vous avez la faculté de faire apparaître un bâtiment sous son paysage, et vous obtiendrez immédiatement la copie de n'importe quelle machine. Les professions d'architecte et de dessinateur industriel sont directement concernées par cette évolution qui, à l'heure actuelle, présente l'inconvénient d'exiger des moyens relativement coûteux. Là également, des activités d'une nouvelle nature sont en train de naître avec la conception des logiciels, l'adaptation du matériel et la formation de ceux qui l'utiliseront.

L'ENSEEIH et l'ENSIMAG préparent aux carrières de la conception assistée par ordinateur.

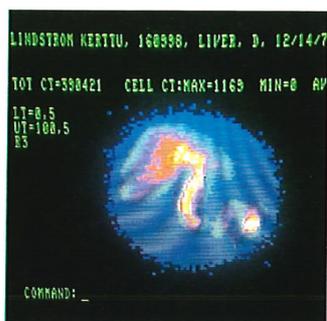
Telle est du moins la situation actuelle, une situation appelée à une évolution très rapide du fait que l'informatique va désormais constituer la flèche du programme industriel, sans compter le rôle qu'elle va jouer dans les domaines de l'information et de l'éducation, avec l'enseignement assisté par ordinateur. ■

PETIT DICTIONNAIRE D'INFORMATIQUE



Vue générale du système Antiope, les programmatrices introduisent les données du jour.

Affichage de données médicales sur écran Control Data.



ADA

Également dénommé LANGAGE VERT, ce langage évolué a fait l'objet d'un appel d'offre du Département américain de la Défense en 1979. Mis au point par une équipe de CII-Honeywell Bull, dirigée par M. Ichbiah. Il s'inspire d'un autre langage de programmation, Pascal, et a, selon ses concepteurs, une vocation universelle. Il sera probablement le Cobol de demain.

ADRESSE

C'est à l'intérieur d'une mémoire d'ordinateur l'endroit précis où réside une donnée (information) ou une instruction (ordre à exécuter par la machine). Le stockage d'une information est une opération d'adressage. Il existe plusieurs modes d'adressage : direct, absolu, relatif, immédiat, etc.

AFFICHAGE

Représentation visuelle des données sur un écran sous forme de caractères, chiffres et lettres, ou de courbes, graphiques, plans.

ALGOL

(de « ALGO^rithmic Language »

Langage évolué conçu pour la programmation des problèmes scientifiques, principalement mathématiques.

ALGORITHME

Globalement, démarche logique et naturelle dans la résolution d'un problème. Dans l'analyse d'un problème informatique, c'est l'algorithme qui va permettre de fabriquer la solution. Il décrit, au moyen d'un ensemble cohérent de règles, les opérations à exécuter dans un enchaînement logique, pour aboutir au résultat désiré. De plus, l'algorithme construit est significatif d'une classe de problèmes et non pas d'une application particulière.

ANALOGIQUE

Par opposition à NUMÉRIQUE, mode de représentation de données sous forme de grandeur physique continue (ligne, courbe, sinusoïde...). Le signal est reproduit graphiquement d'une manière proportionnelle à la valeur de celui-ci. Le procédé NUMÉRIQUE, lui, exprime les informations au moyen d'une succession de chiffres binaires,

en les découpant en éléments discrets (ou discontinus). On dit de ce dernier cas que les données (vocales, graphiques...) ont été « digitalisées ».

ANALYSE

En programmation, désigne les procédures de définition d'un problème, la conception de la ou des solutions possibles et les différents traitements en ordinateur. Il existe plusieurs méthodes d'analyse : ascendante, descendante etc. L'ANALYSTE est généralement un informaticien de haut niveau dont dépendent souvent les solutions informatiques (programmes d'application) adoptées.

ANTIOPE

Vidéotex diffusé par opposition à Télétel, qui est interactif. Il permet de faire défiler sur un écran domestique par exemple, des pages d'information. Ce service est actuellement assuré par TDF. Les informations sont reçues sur le mode passif, c'est à dire que le téléspectateur peut consulter mais non converser avec la banque de données.



Bibliothèque de programmes
Control-Data.

APL

Langage de programmation scientifique particulièrement adapté au traitement des problèmes en mode dialogué.

APPLICATION

Ensemble des traitements qui concourent à la résolution d'un même problème ou d'une fonction : application de gestion, de paie, de comptabilité. On parle aussi d'une chaîne de traitement. A ce titre une application regroupe les fichiers, programmes et les procédures de traitement destinés à automatiser une tâche.

ARCHITECTURE

Dans un réseau informatique, représente la structure d'agen-

Clavier alphanumérique
avec touches programmes
(Cii Honeywell-Bull).



cement de ses différents composants autour d'un organe central (centre de calcul par exemple). Il existe plusieurs manières de construire un réseau, selon le type de fonctionnement recherché : architecture distribuée ou centralisée ; en étoile, maillée, répartie, unifiée...

AUDIOCONFÉRENCE

Le réseau français d'audioconférence permet la communication simultanée de groupes géographiquement distants. Chaque groupe, s'installe dans le studio de sa localité, autour d'une table comportant un micro par personne et un haut-parleur central. Ces équipements étant actifs en permanence, les participants peuvent parler et être entendus de tous sans aucune manipulation.

AUTONOME

(« off-line ») Se dit d'une partie du système (terminal, ordinateur périphérique...) qui exécute certaines tâches sans être connecté à un ordinateur central. Certains terminaux « intelligents » font une partie du travail (prétraitement) dans une indépendance totale par rapport à l'unité centrale de gestion du système.

BANQUE DE DONNÉES

Ensemble de fichiers regroupant les informations disponibles dans un domaine particulier et destinés à la consultation externe. Les BASES DE DONNÉES sont, elles, construites pour permettre à l'ordinateur de traiter une application.

BASIC

Langage évolué créé en 1965 pour un usage didactique (enseignement). Précis mais surtout simple d'utilisation, en particulier pour non-informaticiens.

BAUD

Dans un réseau de transmission, unité de mesure de la vitesse de modulation qui correspond à une impulsion par seconde. Il est souvent interprété abusivement comme l'équivalent d'un BIT (une information élémentaire, 0 ou 1) par seconde.

BIBLIOTHÈQUE

Programmes et sous-programmes disponibles dans un contexte informatique et directement utilisables par l'ordinateur. C'est souvent le patrimoine informatique d'une entreprise.

BINAIRE

Système de calcul utilisé par les ordinateurs. Il ne comporte que les chiffres 0 et 1. Pour représenter 2, on écrira 10, 3 : 11, 4 : 100, 5 : 101, etc. L'ordinateur convertit

donc tout chiffre du système décimal en système binaire.

BOITE NOIRE

C'est en général un boîtier qui renferme un système pour exécuter des fonctions précises. Il est doté d'entrées et de sorties.

CALCULATRICE

Machine préprogrammée ou incorporant des circuits logiques électroniques (programmes figés) assumant des fonctions courantes (opérations arithmétiques, algébriques...) et dont l'emploi exige une intervention extérieure (opérateur).

CAO

(conception assistée par ordinateur). Méthode faisant appel aux ressources de l'ordinateur pour la création industrielle ou dans les bureaux d'études.

CHAÎNE DE TRAITEMENT

Ensemble des programmes qui doivent être successivement déroulés pour accomplir une tâche dans sa totalité.

CHIP (ou PUCE)

Parcelle de silicium (semi-conducteur) constituant un circuit intégré élémentaire.

CIRCUIT INTÉGRÉ

Circuit monolithique réalisé sur un substrat semi-conducteur (silicium) de quelques mm² et regroupant de nombreux composants électroniques. Fabriqué en 1959, les premiers CI sont à l'origine de l'actuelle génération d'ordinateurs, grâce au passage de l'intégration simple à l'intégration à très grande échelle, LSI (jusqu'à 10 000 composants sur une seule puce).

CLAVIER

Dispositif de communication avec l'ordinateur. Il comprend généralement des touches alphanumériques pour composer des messages et des touches de fonctions pour « appeler » des programmes particuliers.

CODE

Système conventionnel pour établir des équivalences entre des informations (données) et leur représentation numérique, en vue de faciliter leur traitement. Le code BINAIRE a pour base 2 : l'information est traduite par deux états, notés 0 ou 1. D'autres codes interviennent à l'intérieur de la machine, pour gérer les échanges (codes ASCII, BCD, ISO, assembleur, hexadécimal,...)

CONFIGURATION

Description détaillée d'un système informatique précisant la puissance de l'ordinateur, sa

taille mémoire, ses connexions (interfaces), le nombre d'entrées/sorties et leurs caractéristiques, la capacité de la mémoire de masse, les modes de transmission utilisés, etc.

CONNECTÉ (ou EN LIGNE)

Se dit d'une unité travaillant en liaison directe avec l'ordinateur et sous sa dépendance.

CONSOLE DE VISUALISATION

Matériel organisé autour d'un écran, d'un clavier et de circuits de commande et de communication et relié à un ordinateur.

CONVIVIALITÉ

Le développement de l'informatique suppose une cohabitation harmonieuse de l'homme et de la machine. Un outil est convivial s'il laisse à l'homme son libre-arbitre et l'initiative du choix informatique (objectifs élaborés par l'utilisateur, transparence des programmes, responsabilités bien situées et non pas diluées). En outre, il doit offrir des facilités d'accès et de manipulation sans exiger de lui des connaissances informatiques particulières.

COURRIER ÉLECTRONIQUE

Il est assuré par un terminal de télétraitement de textes. Il accomplit l'ensemble des tâches correspondant à la composition et au traitement de textes (saisie, insertion ou suppression de lettres, mots, paragraphes, stockage, archivage etc) ainsi que la transmission du courrier, généralement par le réseau téléphonique commuté.

DIALOGUE

Mode de fonctionnement qui permet un échange de messages sous forme de questions-réponses entre un utilisateur et un ordinateur. Cet échange s'effectue en « temps réel », c'est à dire à un rythme voisin d'une conversation normale. L'utilisateur, qui dispose d'un terminal spécialisé est en relation permanente avec les ressources nécessaires (bibliothèque de programmes, base de données...) à la résolution de son problème. Le dialogue, encore appelé mode CONVERSATIONNEL ou INTERACTIF, est couramment pratiqué en CAO.

DIFFÉRÉ (TRAITEMENT EN TEMPS DIFFÉRÉ)

Traitement dans lequel les données sont d'abord stockées sur une mémoire auxiliaire avant d'être transmises plus tard au

centre informatique pour exploitation. Le traitement des informations ne se fait donc pas au moment même de leur création, donc en « temps réel ». On parle aussi de TRAITEMENT PAR LOTS (batch processing), l'ordinateur opérant sur des paquets d'informations regroupés selon un format pré-établi. Le traitement par lots A DISTANCE (« Remote batch ») concerne les travaux exécutés à distance à partir d'un terminal « lourd ».

DONNÉE

Information écrite dans un code pour être traitée par l'ordinateur. On distingue les données d'entrée (informations saisies) et les données de sortie (résultats obtenus).

EAO

Enseignement assisté par ordinateur.

ENTRÉES/SORTIES

Dispositifs périphériques qui organisent et commandent les échanges d'informations.

EURONET (European network)

Équivalent du réseau public (PTT) de transmission TRANSPAC (voir ce mot), à l'échelle européenne. Destiné, dans un premier temps, à l'accès aux bases de données scientifiques de la Communauté.

GUICHET AUTOMATIQUE

Appareil automatisant certaines fonctions de guichet, notamment bancaires : distribution de billets ainsi que d'autres transactions en temps réel (à venir).

INFORMATIQUE

Technique de traitement automatique des informations, ne nécessitant l'intervention d'aucun opérateur humain. Le SYSTEME INFORMATIQUE regroupe à la fois le logiciel et le matériel. L'INFORMATIQUE REPARTIE est née avec le développement des réseaux d'ordinateurs. Ceux-ci s'appuient sur l'entrée en scène de micro et mini-ordinateurs organisés autour d'un centre de calcul (ordinateurs centraux).

INGENIEUR-SYSTEME

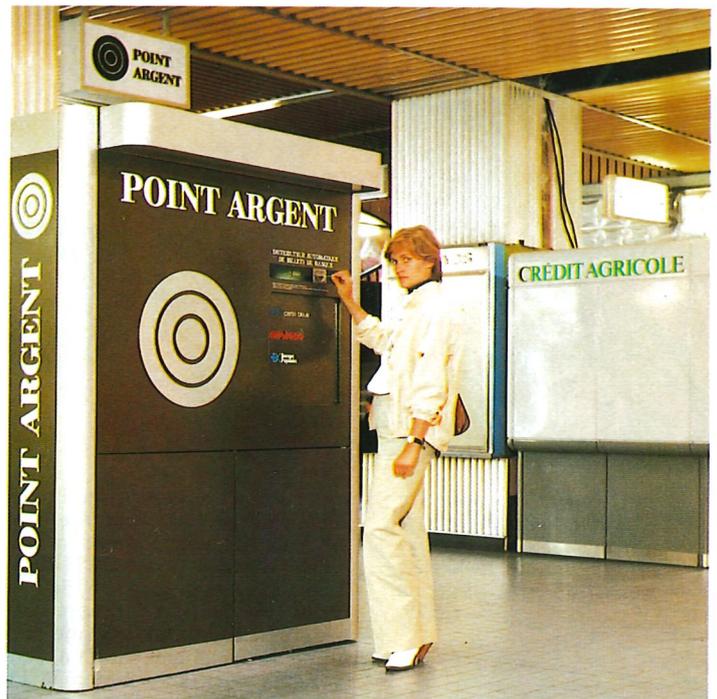
Informaticien chargé de bâtir un système d'exploitation.

INSTRUCTION

Expression codée qui contient un ordre de traitement exécutable par l'ordinateur. Elle indique notamment la nature de l'opération à effectuer et l'adresse des données à traiter.

INTERFACE

Matériel ou logiciel chargé



Ensemble de guichets automatiques distributeurs de billets à la gare St-Lazare (Paris).

d'établir une jonction entre deux équipements ou deux programmes.

ISO

Définit des normes internationales communes à plus de 80 pays.

KIT

Jeu d'éléments séparés destinés à être montés par l'acquéreur afin de construire un ensemble opérationnel, généralement un micro-ordinateur.

LANGAGE DE PROGRAMMATION

Langage artificiel créé par les informaticiens pour pouvoir dialoguer avec la machine. Il est défini par des règles de grammaire et un nombre fini de caractères. Les instructions du programme que doit exécuter l'ordinateur sont codées dans un langage de programmation particulier, selon la nature de la machine et le type d'application. En réalité le LANGAGE-MACHINE est le seul langage que comprend un ordinateur. Toutes les informations, quelles qu'elles soient, arrivent à l'organe central de commande sous forme de bits (suites de 0 et de 1). Pour faciliter le travail du programmeur, des langages de plus haut niveau sont mis à sa disposition. Les LANGAGES EVOLUES sont en effet très voisins des langues naturelles, bien que strictement normalisées : une expression-instruction a un sens unique et

Console de visualisation (CII Honeywell-Bull).





Support des informations, on distingue des bandes, disques, minidisques, qui permettent de mettre en **mémoire** les informations (IBM).

ne souffre aucune ambiguïté. Mais l'usage d'un langage évolué n'est possible que si la machine dispose d'un **COMPILATEUR**. C'est une sorte de dictionnaire logé dans la mémoire centrale qui traduit en langage-machine les instructions d'un programme écrit en « évolué ». La machine fabrique donc ses propres programmes. Parmi les langages évolués les plus utilisés, on distingue le Cobol pour les applications de gestion et le Fortran pour les problèmes scientifiques. Il en existe cependant d'autres également utilisés : Algol, APL, Basic, PL 1, Ada, Pascal, etc. Cette richesse linguistique n'est pas, d'ailleurs, sans poser des problèmes... de communication!

LIAISON SPÉCIALISÉE

De meilleure qualité qu'une ligne téléphonique normale, la liaison spécialisée est mise à la disposition exclusive et permanente d'un utilisateur. Il peut s'agir d'une ligne télégraphique, téléphonique (2 ou 4 fils) ou à large bande. Utilisée pour de courtes distances (moins de 15 km), c'est une ligne très rapide (jusqu'à 72 x 1024 bits/seconde).

LOGICIEL

(software) Ensemble des programmes et des techniques mis en œuvre pour faire fonctionner l'ordinateur. C'est la partie « matière grise » d'un système informatique, par opposition au matériel (Hardware) qui représente la « quincaillerie », les éléments physiques. La conception des langages de programmation relève du logiciel.

LOGIQUE CABLÉE

Montage logique réalisé par câblage de composants électroniques. A l'inverse d'une **LOGIQUE MICRO-PROGRAMMÉE** ou

les micro-instructions sont stockées dans une mémoire, donc modifiables, la logique câblée est « imprimée » une fois pour toutes.

MÉMOIRE

Dispositif servant à ranger et à restituer des données. Une mémoire se caractérise par sa taille c'est-à-dire le nombre de mots qu'elle peut conserver. Il existe deux sortes de mémoires :

- Celles, rapides, logées dans l'ordinateur (mémoires centrales par exemple) qui contiennent des informations exploitables immédiatement par l'unité centrale. On distingue les mémoires vives (RAM) dont on peut modifier le contenu, les mémoires mortes (ROM) qui autorisent la lecture seulement et les REPRM, mémoires reprogrammables.

- Celles, auxiliaires ou périphériques, d'un temps d'accès plus long mais capables de stocker un volume important d'informations. Ces « mémoires de masse » utilisent des supports tels que bandes et disques magnétiques, tambours, floppy disques (disquettes), ruban et cartes perforées...

MICROPROCESSEUR

Circuit hautement intégré (LSI) jouant le rôle d'unité centrale. Le microprocesseur est très largement à l'origine de l'explosion des microsystèmes.

MODEM

(MODulateur-DEModulateur) C'est un appareil électronique qui sert à transformer (convertir) les caractéristiques des signaux émis ou reçus par une ligne de transmission — téléphonique par exemple. La conversion porte notamment sur la vitesse de transmission (en bauds ou bits/seconde).

MOT

Unité de stockage en mémoire. Elle correspond à une chaîne de caractères ou d'éléments binaires considérée comme une entité et traitée comme telle par l'ordinateur. Il se mesure en bits — mot de 4, 8 (ou « octet »), 16 ou 32 bits — et en K bits ou K octets ($1 K 2^{10} = 1024$ unités d'information).

MULTITRAITEMENT

Utilisation d'un système unique pour exécuter simultanément plusieurs tâches. Les programmes d'exploitation correspondants sont gérés par un **SYSTÈME D'EXPLOITATION**, appelé **MONITEUR**. C'est un logiciel indépendant des programmes d'application et fourni par le

constructeur. Il a pour mission de superviser l'enchaînement des travaux d'exécution, en tenant compte des files d'attente et des priorités pour optimiser les ressources du système.

ORDINATEUR

(ou calculateur programmable) machine universelle de traitement de l'information. Elle est commandée par les instructions d'un programme enregistré en mémoire interne et munie d'organes permettant de recevoir et conserver des données, d'y effectuer des opérations et de sortir des résultats à des fins scientifiques ou de gestion. Un ordinateur est doté d'une unité centrale comprenant à la fois l'UAL (unité arithmétique et logique) et la mémoire centrale ainsi que d'organes d'entrée/sortie (périphériques). Un **ORDINATEUR INDIVIDUEL** (ou **MICRO-ORDINATEUR**) est un calculateur de faible puissance de traitement fabriqué à partir d'un microprocesseur (circuit intégré) et de mémoires associées (vives et mortes). La réalisation d'un **MICRO-SYSTÈME** informatique se fait par un regroupement de plusieurs microprocesseurs spécialisés dans une même machine. C'est un outil peu coûteux, permettant un éclatement des fonctions et des applications. Un **MINI-ORDINATEUR** se situe en milieu de gamme, avec également des microprocesseurs et une unité centrale de traitement manipulant des mots de 16 bits et exceptionnellement de 32 bits.

PAIEMENT ÉLECTRONIQUE

(système de carte à mémoire) carte aux normes ISO comportant sur une de ses faces ou plusieurs bandes magnétiques pour mémoriser des données. Chargée magnétiquement, elle intègre aussi, dans sa version moderne, une « puce » électronique dotée d'une mémoire. Grâce à ces techniques, la banque accorde un avoir à sa clientèle qui offre toute sécurité pour la distribution. Le client devra introduire la carte dans le terminal point de vente installé chez le commerçant et frapper un code confidentiel. Ce type de carte permet de mémoriser une centaine de transactions, soit 4 chèques. Le compte bancaire, dans ce système, est débité à posteriori lorsque le commerçant transmet à sa banque ses transactions.

PÉRIPHÉRIQUES

Equipements servant de moyens de communication et d'échange entre l'ordinateur (unité centrale)

Crayon électronique permettant la visualisation sur écran de dessins, graphismes, etc.



et les unités extérieures : organes d'entrées (saisie des données, introduction des programmes au moyen d'un terminal), de sortie (écran, imprimantes), mémoire de masse...

PROGRAMME

Suite ordonnée d'instructions formulées dans un langage approprié et précisant les différentes étapes du traitement informatique. Des programmes de base (ou SYSTEME D'EXPLOITATION) spécifiques à chaque machine sont fournis par le constructeur pour en faciliter l'exploitation.

SÉCURITÉ DES PROGRAMMES

Outre le MOT DE PASSE (Code d'autorisation d'accès) plusieurs moyens sont mis à la disposition des utilisateurs pour protéger le système informatique. La PROTECTION MEMOIRE est une instruction apportée à la lecture et l'écriture de certaines zones de mémoires. Elle évite que des erreurs de programmation ou des programmes non autorisés ne viennent perturber le déroulement normal d'autres programmes. Ces clés de protection, qui sont des matériels ou des logiciels, se développent surtout depuis que les banques de données constituent un véritable patrimoine pour le service informatique.

TÉLÉCOM 1

Satellite de télécommunications dont la mise sur orbite est prévue pour 1983. Sa mission est double : d'une part acheminer les télécommunications classiques (téléphone et télévision) entre la métropole et les territoires et départements d'outre-mer ou autres régions mal desservies ; d'autre part, assurer des liaisons intra-entreprise, offrant des liaisons numériques à large bande et grande vitesse entre les différentes implantations d'une entreprise

TÉLÉCOPIE

Photocopie à distance par circuit téléphonique spécialisé ou auto-commuté. Elle permet la transmission en 2 mn de documents dactylographiés, manuscrits ou dessinés, LE TELECOPIEUR GRAND PUBLIC est destiné aux particuliers. Commercialisable fin 1981, il sera raccordé au réseau PTT et fonctionnera en réception automatique.

TÉLÉFAX

C'est en quelque sorte le téléphone de l'écrit. Ce service permet d'envoyer ou de recevoir

rapidement tout document de format courant grâce à un télécopieur placé chez un abonné ou dans un centre public.

TÉLÉMATIQUE

Néologisme forgé par le rapport Nora-Minc sur l'« informatisation de la société » en 1978 et depuis, employé pour désigner l'ensemble des services associant l'ordinateur et les télécommunications. Contrairement à la TELE-INFORMATIQUE - mode d'exploitation se servant du téléphone pour véhiculer des données et autoriser l'accès de l'informatique à des points distants - le but visé par la télématique est de regrouper la totalité des techniques disponibles concourant à l'ouverture de services nouveaux. Les PTT offrent dès à présent de nombreuses prestations télématiques comme le vidéo et le télétexte, la télécopie, la téléconférence, l'annuaire électronique ainsi que des moyens électroniques de paiement (cartes de crédit).

TÉLÉTEL

Système vidéotex interactif. Il donne accès à des informations (consultations d'une banque de données), mais il permet également de communiquer avec des fournisseurs de services et d'obtenir les résultats, sous forme de texte ou de dessin, sur l'écran.

TEMPS PARTAGÉ

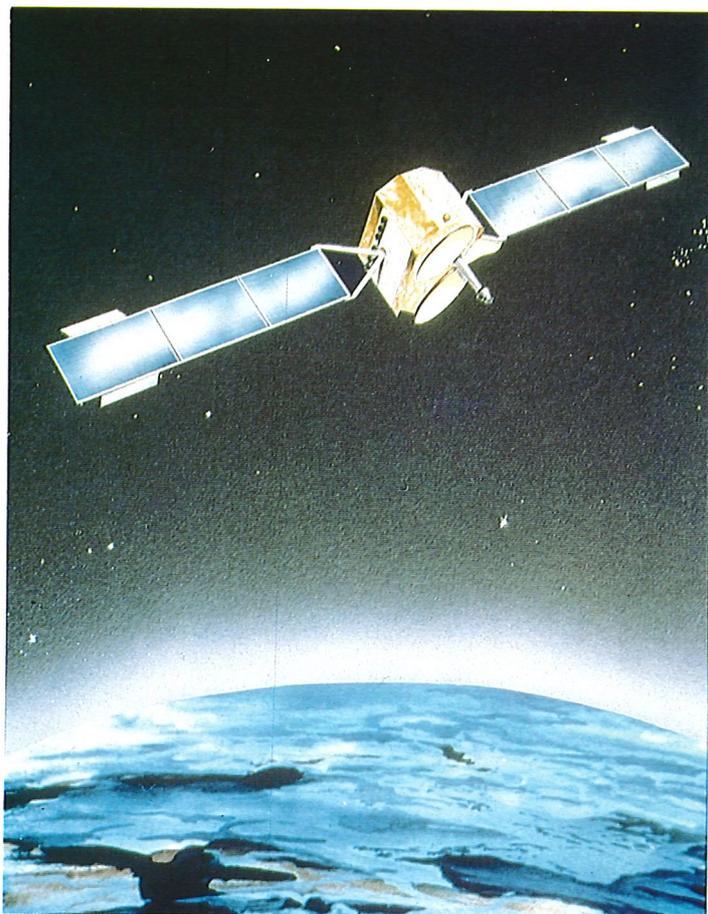
Exploitation simultanée d'un système unique par plusieurs utilisateurs. À l'intérieur de la machine une tranche de temps est alloué successivement à chacun d'entre eux ; mais à l'« extérieur », le temps de réponse, adapté au rythme de l'utilisateur, est suffisamment court pour lui donner une impression de dialogue continu.

TERMINAL DE SAISIE

Périphérique d'entrée/sortie. Il est spécialisé dans l'échange des données avec l'unité centrale (par télécommunication) grâce à un contrôleur de gestion. Il alimente directement la machine en informations codées nécessaires à la conduite d'une application et en reçoit les résultats sous forme d'états. Un TERMINAL LEGER est un poste de travail unique, doté d'un clavier de saisie, de mémoires externes et de sorties (écran, imprimante...). Un TERMINAL LOURD dispose d'entrées/sorties plus rapides et est particulièrement adapté au traitement par lots.

TRANSPAC

Réseau national de TRANSMIS-



Dessin du futur satellite de télécommunication Telecom I, qui sera mis en orbite en 1983.

sion de données par PAQUETS, opérationnel depuis 1978. Le principe est simple. Les informations à transmettre sont envoyées à un ordinateur spécialisé (concentrateur) qui en fait des paquets, selon un format établi. Ces tronçons de données sont ensuite placés en attente, jusqu'à ce qu'une voie de transmission soit libérée. À l'arrivée, la chaîne d'information est reconstituée et restituée à son destinataire. Avantage de Transpac : la tarification est indépendante de la distance. Elle est calculée sur le volume des informations transmises et sur la vitesse choisie.

VIDÉOTEXTE

Système qui permet la diffusion, à distance, de textes, de données ou d'illustrations graphiques. Chaque page est « photographiée », transmise par un réseau (hertzien ou téléphonique) et visualisée sur un écran. L'ensemble des services vidéo, en France, a été baptisé « vidéotex ».

VISIOPHONE

Téléphone avec un écran où les correspondants sont visualisés.

Télécopieur SECRE.



LA RÉVOLUTION INFORMATIQUE

Et l'homme créa la puce

● Depuis le premier ENIAC, un géant de 19 000 tubes électroniques créé en 1946 — aujourd'hui pièce de musée — aux circuits intégrés inventés en 1959, l'itinéraire technologique de l'homme est comparable au passage de l'âge de la pierre taillée à celui de la machine-outil. page 1

L'intelligence artificielle

● Françoise Harrois-Monin, notre correspondante aux Etats-Unis, réside dans la « Silicon Valley », le sanctuaire de l'informatique. C'est de là que nous viennent toutes les inventions liées aux ordinateurs. Vous apprendrez bien des choses étonnantes dans son article sur « l'intelligence des machines ». page 8

Mieux vivre avec l'informatique

● Les progrès réalisés vers l'infiniment petit nous réservent encore bien des surprises. Dans un style vivant, N. Zaoui nous entraîne dans le monde informatisé de demain : écoles, monnaies, voitures, informations à domicile, etc. page 10

L'ORDINAPOCHE

● C'est un véritable simulateur d'ordinateur. C'est-à-dire qu'en deux ou trois heures, vous apprendrez comment fonctionne un vrai ordinateur, qu'il soit grand ou petit, et vous saurez écrire votre premier programme. C'est l'instrument indispensable des années 1980 si vous tenez à ne pas rater la Révolution informatique. page 21

Le banc d'essai des micro-ordinateurs

● Après avoir lu cet article clair, complet et détaillé, vous serez en mesure de choisir et de sélectionner vous-même le micro-ordinateur indispensable à votre travail, que vous soyez médecin, enseignant, étudiant, avocat, architecte, patron de PME, directeur d'agence ou chef de service. Vous pourrez aussi connaître son prix. page 45

Votre avenir serait-il dans l'informatique ?

● Cinq cent mille postes à pourvoir dans les années à venir. Albert Ducrocq, grand spécialiste des problèmes techniques et scientifiques, a rédigé ce chapitre important pour l'avenir des jeunes en France. Il passe en revue tous les métiers de l'informatique et explique les filières à suivre pour chacun d'entre eux. Vous saurez tout sur les métiers d'avenir, les écoles et les salaires actuels. page 54

Le petit dictionnaire de l'informatique

● Soixante-dix mots clés pour comprendre le langage de l'informatique. page 61