



MME BARBARA UTILISE le poste de calcul de sa cuisine.

ORDINATEURS D'AUJOURD'HUI

IL y a quelque temps, Mme Barbara Crawshaw, de Phoenix, Arizona, était confrontée à un problème typique pour une maîtresse de maison. Son mari, avec la désinvolture habituelle aux hommes, venait de lui téléphoner qu'il avait invité à dîner quelques-uns de ses associés, des personnages très importants, et pas moins de neuf ! Mme Crawshaw pense aussitôt à servir son plat favori, du poulet préparé suivant une recette qu'elle tient de sa grand-mère. Seulement voilà, la recette est pour huit personnes et les convives seront onze !

En l'occurrence, Mme Crawshaw résout le problème d'une manière qui n'est pas courante. Elle se dirige vers une espèce de grosse machine à écrire qui occupe tout un coin de sa cuisine, et se met à taper sur les touches. Cette machine à écrire est en réalité un poste de calcul relié par le réseau téléphonique normal à un ensemble de machines à calculer situé à 15 kilomètres de là.

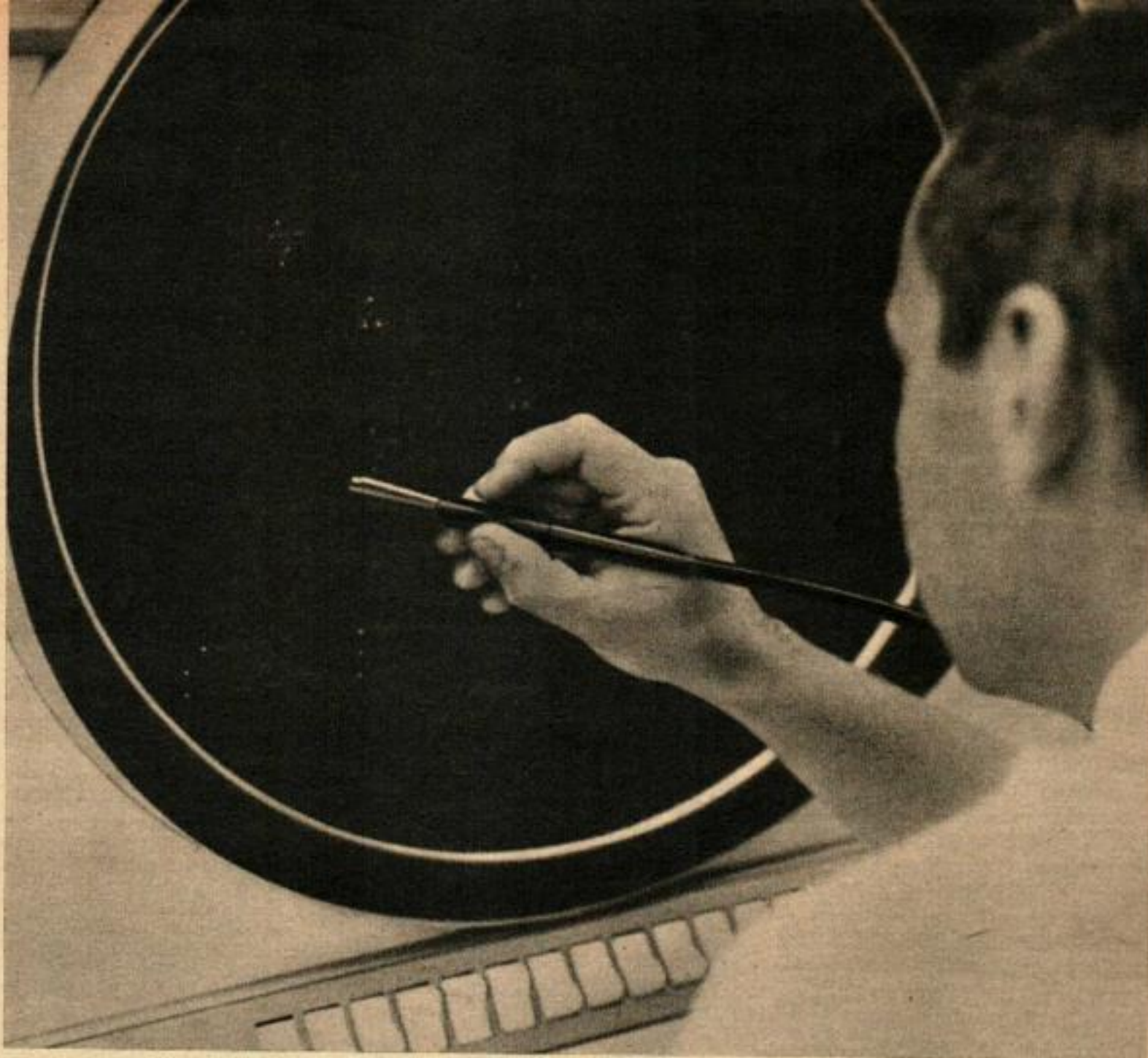
Un ordinateur pour chacun, voilà le but

Charles, le mari de Mme Crawshaw, est ingénieur à l'usine de machines à calculer de la General Electric, à Phoenix. Le poste de la cuisine fait partie d'une réalisation destinée à vérifier les possibilités des machines sur le plan familial.

L'ordinateur ne met pas plus de deux minutes pour répondre. « Pour que les onze convives puissent manger à leur faim, tape la machine à écrire, il faut prendre 1,37500 cuillerée à café de sel, 2,750000 de condiments, et 6,18750 livres de poulet ». Mme Crawshaw se permet d'arrondir les chiffres à 6,25 livres de poulet, 2 cuillerées $\frac{3}{4}$ de condiments, une pincée en dessous d'une cuillerée et demie de sel. Le résultat est parfait.

Cette expérience montre où en sont aujourd'hui les ordinateurs. Naguère réservés aux organisations gigantesques pour traiter des problèmes compliqués, ces machines sont maintenant à la portée de quiconque a quelque problème à leur poser (Charles Crawshaw s'en sert pour calculer ses impôts).

L'ordinateur à la cuisine, directement ou par téléphone, ce n'est tout de même pas pour demain. Certes, les prix sont relativement raisonnables pour une machine à temps réparti (environ 14 dollars de l'heure), mais il n'est peut-être pas très rentable de louer le poste, de payer la ligne et les taxes juste pour calculer une recette de cuisine ou pour ne pas manquer un rendez-vous. Cependant on est content de savoir que la technique est déjà au point, qu'on pourrait le faire ; et on peut espérer que les prix baisseront à



CET INGENIEUR fait le plan d'un ordinateur, aidé par l'ordinateur : avec un « crayon lumineux » et un écran il transforme les circuits de l'I.B.M. 360.



L'IMAGE EXACTE DES CHIFFRES manuscrits, comme ceux de ce bordereau, est affichée sur l'écran de l'oscilloscope en même temps que l'I.B.M. 1-287 les enregistre.

CE TEXTE QUI DEMANDE DES CORRECTIONS est mis au net par la nouvelle I.B.M. 2 741.



l'avenir et que sans attendre trop longtemps, on pourra le faire effectivement.

Ce système expérimental pour maisons individuelles utilise la plupart des progrès récents en matière de calcul électronique, tant au point de vue de la machine que des programmes. Regardons d'abord la machine.

La majorité des calculateurs que l'on installe aujourd'hui font partie des machines de la « troisième génération ». Ceci veut dire que les pièces dont ils se composent sont des composants solides (transistors, diodes, etc.), avec des circuits micro-électroniques dont la rapidité atteint la nanoseconde (milliardième de seconde). Ceci veut dire encore que leurs mémoires magnétiques, très petites, bien serrées, peuvent enregistrer des milliers d'unités d'information, unités accessibles en quelques microsecondes.

En plus des circuits plus petits, plus rapides et plus sûrs, qui composent le matériel moderne, les systèmes d'ordinateurs récents ont la possibilité de travailler avec un large éventail d'organes d'entrée et de sortie.

Jusqu'à ces dernières années, les moyens d'entrée consistaient surtout en cartes perforées, en papier perforé, en bandes ou disques magnétiques, en caractères magnétiques (tels ceux que l'on voit maintenant sur la plupart des chèques), certains caractères d'imprimerie, des marques au crayon tracées dans des cadres préparés. Au cours des derniers mois, la capacité d'entrée a été augmentée grâce à la mise au point d'une machine qui sait lire pratiquement tous les nombres manuscrits et huit alphabets.

On lit la réponse sur un écran de télévision

Ainsi les données pourront passer directement du carnet à souches de l'employé du gaz, du vendeur, de l'agent d'assurances, sans aucune machine intermédiaire pour les traduire.

Du côté de la sortie se produisent des choses encore plus merveilleuses. Il y a peu de temps les machines ne savaient parler que sous forme de cartes, de bandes magnétiques ou de textes tapés. Maintenant on peut obtenir un dessin sur un écran semblable à celui d'un poste de télévision ; ou bien la machine possède sa propre voix qui répond au téléphone. Peut-être avez-vous déjà parlé à un ordinateur sans vous en apercevoir.

A la Southwestern Bell Telephone Company de Saint-Louis, un « système répondant » (voice-answer-back) est en service pour trouver les numéros qui ont changé. Voici comment cela fonctionne : supposons que vous arrivez en ville et que vous pensez tout à coup à une amie dont le numéro est inscrit dans votre calepin. Seulement vous ne vous doutez pas que depuis votre dernière rencontre elle a changé de numéro. Vous composez l'ancien numéro (qui ne sert plus) et une voix vous arrête et vous demande : « Quel numéro désirez-vous, s'il vous plaît ? » Vous répétez le numéro et pendant ce temps la machine le note. En moins de deux secondes elle a parcouru les

listes de sa mémoire, elle a trouvé le nouveau numéro, elle a fabriqué une réponse parlée en cherchant les mots dans son vocabulaire et les nombres sur son tambour magnétique, et elle vous répond au téléphone. Vous entendez une voix féminine bien vivante, et pourtant c'est la machine qui parle.

Les unités de visualisation, en liaison avec le « crayon lumineux » ont trouvé de nombreuses applications dans la recherche et l'enseignement. Il s'agit de l'écran d'un oscillographe sur lequel l'ordinateur fait apparaître mots, chiffres ou images. Le « crayon lumineux » est une sorte de crayon qui permet à la machine de changer ce qui est sur l'écran chaque fois qu'on le lui désigne.

Ces matériels nouveaux, une fois couplés à des systèmes accessoires et des programmes perfectionnés, étendent à un point tel les applications des ordinateurs qu'on peut s'en servir pour n'importe quoi. On le voit bien par l'exemple de notre Mme Crawshaw. Comme entrée et sortie elle possède un télé-imprimeur standard, mais elle aurait pu tout



aussi bien se payer les instruments de l'IBM 2050, avec le téléimprimeur comme entrée et l'écran d'oscillographe comme sortie. Pour parler à l'ordinateur elle n'a eu qu'à prendre le téléphone. La machine a fait son travail en l'intercalant entre d'autres travaux.

Cette répartition du temps est peut-être l'un des plus grands progrès de ces dernières années ; c'est l'utilisation en apparence simultanée du même calculateur par plusieurs clients. Par leurs postes et par les lignes téléphoniques ces clients peuvent communiquer avec la machine de quelques centaines de mètres ou de quelques milliers de kilomètres du central. On cite l'exemple d'un savant qui dernièrement se trouvant en Suisse, travaillait avec une machine qui, elle, était à New York. Chaque utilisateur peut avoir à résoudre des problèmes entièrement différents. La machine travaille avec une telle rapidité que jusqu'à 50 calculs peuvent s'exécuter pratiquement en même temps et ne prennent que quelques minutes.

Le contrôle dynamique est un autre pro-

grès important que l'on vient de réaliser ; il joue un grand rôle dans les diverses industries. En effet ce contrôle consiste à faire surveiller, de loin ou directement, par un ordinateur, un système de fabrication. Des transducteurs ou des capteurs analogues sont incorporés à la chaîne de production, disons par exemple à une génératrice de courant électrique ou dans le haut fourneau qui produit du fer, pour mesurer à chaque instant les facteurs importants : température, pression, épaisseur, largeur, acidité, alcalinité, etc... Certes la plupart de ces mesures sont sous forme de signaux analogiques, mais une « boîte noire » les transforme en nombres. Ces quantités numériques sont fournies au calculateur qui les compare aux paramètres enregistrés à l'avance. Si le calculateur découvre qu'un des chiffres tend à sortir des limites, il peut exécuter tout seul les réglages qui remettent tout en ordre. Si le calculateur découvre qu'un des chiffres est dangereusement anormal, il fait retentir un signal d'alarme et arrête toutes les machines. Dans



ces deux cas, le contrôle dynamique exerce une surveillance ininterrompue et réagit très rapidement.

Et voilà les grands progrès réalisés par les ordinateurs. Examinons maintenant comment ils fonctionnent en pratique dans chaque spécialité.

Les ordinateurs en médecine

Lentement mais sûrement les calculateurs électroniques sont en train de devenir un des instruments les plus importants de l'art médical. Dès maintenant on s'en sert pour des examens, pour le diagnostic, pour la surveillance des grands malades, pour retrouver des informations et pour la recherche. Pourtant la plupart des spécialistes affirment que les possibilités des machines commencent seulement à être utilisées.

Peut-être que le plus impressionnant des cas où la machine remplace l'homme est la surveillance continue des malades. Par exemple à l'hôpital du Mont-Sinaï, à New-York, les malades dangereusement atteints du cœur sont branchés directement par des cap-

teurs et des lignes électriques sur une machine qui lit en permanence le tracé de leur électrocardiogramme. L'ordinateur est programmé de manière à attirer immédiatement l'attention du médecin dès que quelque chose d'important ou de bizarre se produit dans le rythme ou la forme des battements du cœur. En même temps il enregistre l'E.C.G pour qu'on puisse l'examiner plus tard. Par suite, le patient est mieux surveillé et on réagit plus vite aux accidents.

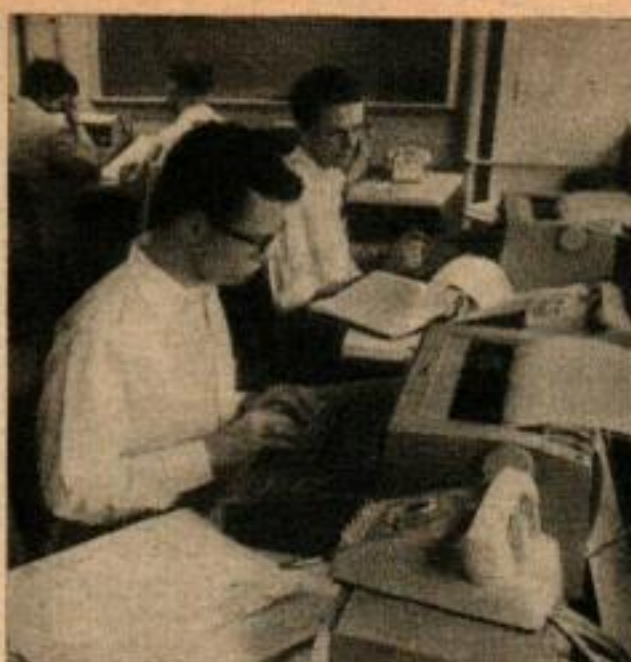
A l'U.S.C., un ordinateur soigne les victimes d'un choc.

L'Ecole de médecine de l'université de la Californie du Sud fait un peu la même chose pour les malades en état de choc. Les accidentés sont amenés d'urgence dans un bloc spécial de recherches sur le choc et on les « branche » à l'appareil. Environ 24 fonctions biologiques comme la température, le rythme du cœur et de la respiration, la force des battements du cœur, la pression sanguine, l'urine, sont mesurées et introduites dans la machine. L'ordinateur analyse ces mesures, chacune en particulier et considère aussi l'état global du patient. Les résultats sont imprimés par le télétype de la salle de garde et affichés sur l'écran qui se trouve au chevet du malade. Ainsi le personnel médical est constamment au courant de l'état du malade et peut prendre immédiatement les mesures qui s'imposent si l'ordinateur détecte ou prédit quelque chose d'anormal.

La clinique Mayo de Rochester, Minnesota, a installé un système de surveillance médicale dans sa section de neuro-chirurgie. Des électrodes sont branchées aux principales fonctions physiologiques du sujet durant l'opération. Les données fournies à l'ordinateur sont reproduites devant le chirurgien sur un écran à rayons cathodiques. Ainsi il s'aperçoit presque immédiatement d'une crise soudaine comme une hémorragie, et il peut constater les effets de son action, un abaissement voulu de la tension par exemple, au moment même où il l'entreprend.

Comme instrument de diagnostic, le calculateur électronique est encore limité à quelques maladies bien caractérisées. Actuellement, on s'en sert en divers lieux pour l'analyse des électrocardiogrammes et des électro-encéphalogrammes, et pour reconnaître les syndromes de certaines maladies héréditaires. Un groupe d'ingénieurs et de docteurs au laboratoire de recherches de l'IBM à Mohansic, New York, est au travail sur un programme qui, dans un proche avenir, prendra des décisions sur 10 000 maladies dont souffre l'humanité. Une fois ceci réalisé, nous aurons pratiquement un diagnostic généralisé par ordinateur.

Les calculateurs sont un outil d'importance vitale pour les soins donnés aux malades dans les hôpitaux. Au Centre médical Monmouth, à Long Branch, N. J., toutes les salles de malades sont reliées à un ordinateur central. Tout ce qui se rapporte à un malade : prescription de remèdes, passage aux rayons X,



A DROITE, maîtresse et élève autour des nouveaux moyens d'instruction ; une des 32 « stations » qu'on peut brancher à l'I.B.M. 1500 destinée à l'enseignement, avec écran de télévision, projecteur d'images, son et clavier. A GAUCHE ; les étudiants du M.I.T. font leurs devoirs sur une sorte de machine à écrire reliée au calculateur central. CI-DESSOUS : la console à dessin électronique est une des pièces principales du D.A.C. (Design Augmented by Computer) qui sert aux ingénieurs en automobile.

régime, etc., est manipulé par le système. Par exemple, le médecin ordonne de la pénicilline à un malade ; l'infirmière enregistre l'ordonnance sur un poste de calcul ; l'ordinateur cherche dans le dossier du malade pour voir s'il n'est pas allergique à la pénicilline (si c'est le cas, il alerte immédiatement l'infirmière) ; en même temps, le remède est commandé à la pharmacie par le poste ; et l'infirmière est avertie quand le moment est venu d'administrer le remède. D'ailleurs, elle est obligée de signaler à la machine que l'ordre a été exécuté ; si elle ne le fait pas, l'ordinateur continue de l'avertir. Par suite, on ne risque plus d'oublier des malades ; la surveillance est plus attentive ; tout est noté et enregistré ; on voit moins de cas de réaction aux remèdes.

La plupart des écoles de médecine utilisent maintenant un ordinateur pour les recherches et l'enseignement. A l'université de Colombie par exemple, un ordinateur sert à simuler le poumon humain. Ainsi, les étudiants et les chercheurs peuvent observer les interactions des gaz et des liquides dans le poumon ; ils peuvent essayer de nouveaux remèdes, voir ce qui se produit dans certaines maladies, tout cela sans l'aide de « cobayes » humains.

Les ordinateurs dans l'industrie

La notion de contrôle dynamique des opérations de l'industrie est un des aspects qui se développent le plus rapidement parmi toutes les utilisations des machines électroniques. C'est en effet une automatisation en temps réel d'un degré tel qu'on pouvait seulement en rêver il y a quelques années.

Aux usines d'acier McClouth de Detroit et aux usines Richard Thomas et Baldwins Spencer, à Llanwern, au pays de Galles, des ordinateurs G.E. sont utilisés pour surveiller, contrôler et faire marcher la production d'acier. Des capteurs prennent des mesures comme la température, l'épaisseur, la largeur, etc., ces informations sont fournies à la machine qui les compare avec les paramètres précédemment enregistrés. Si la machine s'aperçoit que l'un de ces facteurs n'est pas correct, elle règle automatiquement les appareils et expédie un rapport imprimé à la direction. Ainsi, la production d'acier s'effectue presque sans intervention humaine.

Un système semblable est utilisé par la Compagnie Mid-Hudson Power and Light à Poughkeepsie, New York, pour surveiller les génératrices. Un calculateur numérique lance et arrête les turbines, veille aux surcharges

$$M+N(08)=5$$

$$M=3$$



et autres accidents possibles, et distribue le courant là où on en a besoin.

Peut-être que le système de contrôle le plus impressionnant qui existe actuellement sur la terre est celui dont se sert l'IBM à son usine de Endicott, New York, pour fabriquer les panneaux SLT (Solid Logic Technology, ensemble logique à composants solides) qui entrent dans les ordinateurs du système 360.

Le centre de l'usine est une grosse machine qui ressemble un peu à une antique galère romaine; les plaquettes brutes sont chargées sur des bras en porte-à-faux qui sont comme les rames de la galère. Sous le contrôle de l'ordinateur, les plaques sont plongées dans diverses solutions chimiques pour les métalliser; non seulement le calculateur surveille la métallisation, mais il vérifie les bains chimiques, et fait retentir un signal si leur température, leur pureté, leur acidité, etc., n'est pas normale. Après la métallisation, les panneaux sont transportés vers une série d'opérations automatiques, contrôlées toujours par l'ordinateur: sensibilisation à la lumière, exposition et développement, ce qui forme sur le panneau les régions conductrices et les connexions. Finalement, les pièces passent par des systèmes de vérification, encore sous la conduite de l'ordinateur; c'est là qu'on s'assure qu'elles pourront faire le travail qui leur sera demandé.

Dans l'imprimerie, la composition et même déjà quelques opérations de mise en page sont confiées aux ordinateurs. Au bureau d'imprimerie du gouvernement canadien, à Hull, Québec, les caractères pour l'imprimerie sont alignés automatiquement à partir d'une bande de papier perforé qui a été justifiée, tirtée et mesurée par une machine UNIVAC.

Les ordinateurs dans les affaires

Au cours des quinze dernières années, les ordinateurs sont devenus l'outil essentiel de milliers de firmes commerciales. Leurs progrès dans les affaires et l'industrie ont d'ailleurs suivi plutôt une évolution qu'une révolution.

Quand les machines ont fait leur première apparition, dans les premières années 50, on les a utilisées d'abord pour les travaux secondaires ennuyeux: établissement des listes de paye, dettes actives, dettes passives, etc. Plus tard, quand les sociétés ont été familiarisées avec leur nouvel instrument, on les a employées à des choses plus sérieuses: examen scientifique de l'inventaire, contrôle de production, prévision des ventes. Maintenant, de plus en plus, on les emploie comme le dépôt central de toutes les données de l'affaire.

A la société Equitable Life Assurance de New York, par exemple, un système répondant aide le personnel à suivre les dossiers.

L'Equitable, une des plus grandes sociétés d'assurances des Etats-Unis, doit s'occuper de plus de 15 000 dossiers en même temps. Chaque dossier doit passer dans divers services : service médical, comptabilité, service des polices, etc. Aussi, lorsqu'on veut chercher un papier, c'est exactement le célèbre et antique problème qui consiste à chercher une aiguille dans un tas de foin.

La voix féminine de la machine répond aux questions

Eh bien, cette aiguille, c'est l'ordinateur qui va la trouver. L'Equitable a disposé 35 postes d'entrée et sortie dans les diverses salles de ses bâtiments. Lorsqu'un dossier arrive dans une salle, l'employé prend une carte perforée à l'avance et fournit toutes les informations concernant ce dossier à l'ordinateur central. L'ordinateur enregistre les données et les reporte sur sa mémoire magnétique à accès direct. Si un membre du personnel désire savoir où se trouve le dossier et où en sont les affaires, il lui suffit de décrocher le combiné de son poste et de taper sur son clavier le numéro du dossier ; aussitôt, la voix féminine de la machine lui répond. Résultat : plus d'aiguilles perdues dans le foin, contrôle plus précis, meilleur service.

Le dessin par ordinateur, dont l'instrument essentiel est un écran à rayons cathodiques et un crayon lumineux, aide bien des industries à dessiner et construire de meilleurs « pièges à souris ». Au laboratoire de recherches de la General Motors, à Warren, Michigan, par exemple, un système expérimental appelé DAC-1 (Design Augmented by Computers, dessin arrangé par calculateur) sert à trouver la forme des automobiles. Le point de départ du système réside dans les dessins déjà réalisés et des carte perforées sur lesquelles on a imprimé diverses formes de voitures. Sur demande, ces dessins et ces formes apparaissent sur l'écran ; l'ingénieur en carrosserie change ou assemble ces dessins à l'aide de son crayon lumineux ; il peut voir les divers points de vue, même en trois dimensions. Ainsi, il peut modifier rapidement l'allure des diverses parties avant de s'arrêter au style définitif.

L'organisation par exception est un autre procédé que les machines utilisent à la perfection chez l'American Bosch Arma Corporation de Springfield, Massachussets. Là, les postes d'entrée sont situés le long de la chaîne de production. Quand les pièces passent par les diverses machines de fabrication, elles envoient des messages sous forme de cartes perforées jusqu'à l'ordinateur central. Ce dernier, se basant sur son programme enregistré, remarque les délais exagérés et les postes embouteillés ; il avertit la direction immédiatement.

Ainsi, on peut remédier aux difficultés avant qu'elles deviennent vraiment sérieuses.

La répartition du temps, ici encore, a permis à de nombreuses sociétés de faire en quelques minutes des calculs qui, autrefois, auraient pris des heures, des jours et même des semaines. Un calculateur IBM 7044, placé dans le bâtiment Life-Time, est actuellement utilisé par 50 firmes dispersées sur la moitié de la surface du globe. Certains utilisateurs sont des organisations ou des industries qui s'en servent pour procéder à des calculs de routine, par exemple, la tenue des livres de comptes ; d'autres sont des bureaux de recherche qui utilisent l'ordinateur pour des calculs mathématiques compliqués. Dans tous les cas, les utilisateurs ne paient que pour les quelques minutes où ils se servent vraiment de la machine, ce qui est plus économique que de la louer pour un mois à des milliers de dollars.

Les ordinateurs dans l'enseignement

Le système à temps réparti permet à plusieurs personnes d'utiliser en même temps le même ordinateur ; et c'est très intéressant dans l'enseignement. Un dispositif qui a fait



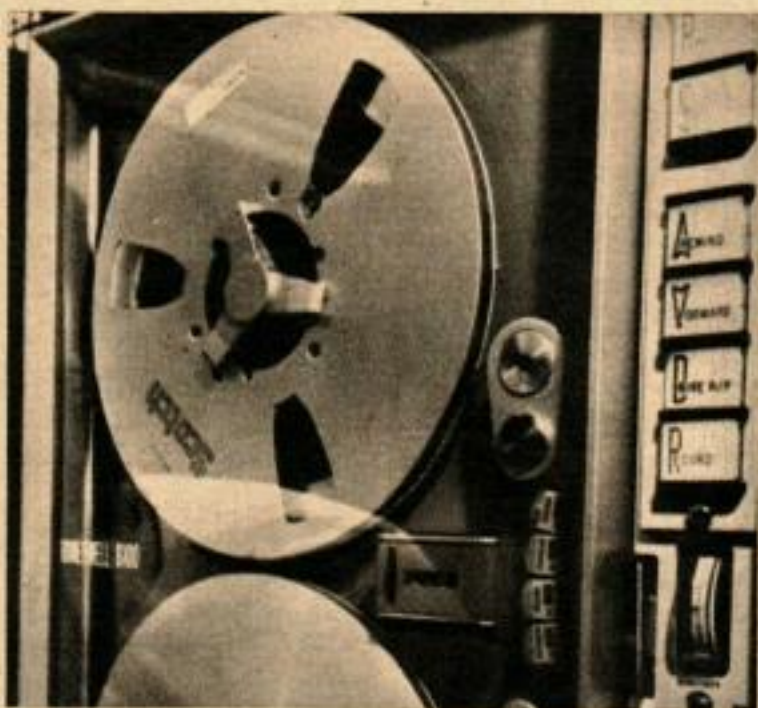
beaucoup parler de lui est la Bibliothèque de Mathématiques de Patrick Suppes, à l'université de Stanford. Les élèves de quatrième année disposent d'une IBM 1500 et du système CAI (Computer Assisted Instructional, machine à enseigner par ordinateur) pour apprendre l'arithmétique. Ils reçoivent des informations auditives par des messages enregistrés et visuelles sur un tube cathodique et une machine à écrire. Ils répondent aux questions de l'ordinateur par un crayon lumineux sur l'écran à rayons cathodiques, par le clavier de la machine à écrire et en appuyant sur des boutons marqués « oui » ou « non », « vrai » ou « faux ». L'ordinateur examine les réponses et pose les questions suivantes en tenant compte des résultats obtenus.

Un système du même genre, à l'école de l'université de Floride, à Tallahassee, va encore plus loin. L'ordinateur sert d'intermédiaire entre le professeur et l'élève. Le

professeur établit un programme que la machine enregistre dans sa mémoire ; les élèves tapent des réponses que la machine juge. S'ils progressent lentement, l'ordinateur peut faire repasser des notions précédentes, ou donner des explications supplémentaires, exactement comme un professeur en chair et en os, jusqu'à ce que la notion nouvelle soit bien assimilée.

Mais le système d'enseignement le plus complet et le plus intéressant, c'est celui de l'institut de technologie du Massachussets ; là, les étudiants, les professeurs et le personnel d'administration sont réunis par 160 postes extérieurs à une IBM 7094. Des postes sont placés dans les bureaux, d'autres dans des salles communes ou dans les laboratoires ; quelques-uns dans des appartements privés. Ces postes sont soit des télétypes, soit des télétypes avec écran cathodique et crayon lumineux.

Le Dr J. A. Stratton, qui vient de quitter la direction du M.I.T., voit dans ce système une des pièces essentielles du matériel d'enseignement. « Nous sommes arrivés à une



époque où la nécessité du calcul a pénétré tous les recoins de la recherche et de l'enseignement. Les caractéristiques même de l'enseignement sont modifiées par la possibilité de jouir d'une machine à temps réparti. »

Dans la section des travaux publics, une classe a été munie d'un calculateur de taille moyenne, avec possibilité d'accès au gros 7094. Aidés par des graphiques et des dessins projetés, les étudiants et les professeurs terminent sans sortir de leur classe des plans extrêmement complexes de travaux d'ingénieurs. Les objets qui apparaissent et se transforment sur les écrans vont des grands échangeurs d'autoroutes aux gigantesques constructions métalliques.

Le fait que certains postes sont placés dans les appartements des professeurs fait surgir des relations nouvelles ; dans certains cas, des membres du personnel dirigeant ont pu travailler directement avec certains des étudiants restés à l'université ; l'ordinateur

servait d'intermédiaire. Ceci aboutit à une collaboration efficace entre les personnes, tandis que la machine se charge de faire les calculs et de fournir des renseignements tirés de sa mémoire.

Un autre poste du M.I.T. est capable d'imprimer en braille, si bien que les étudiants aveugles peuvent se servir du système ; ils tapent leurs programmes et leurs chiffres sur le clavier et reçoivent les réponses en caractères braille qu'ils lisent avec leurs doigts.

Les ordinateurs en science et technologie

Ce qui fait la valeur inestimable d'une machine à calculer pour un ingénieur ou un savant, c'est qu'elle est capable de mener à bien des calculs compliqués en un temps très bref ; ainsi, le chercheur peut travailler davantage en quelques minutes qu'il ne le pourrait en des jours ou des semaines.

Sans les machines à calculer, il y a bien des chances que l'homme ne se promènerait pas encore dans l'espace ; pratiquement chaque phase de l'exploration spatiale est à la merci de ces machines, soit pour en calculer la possibilité, soit pour en surveiller la réalisation. Pour mettre au point un LEM (Lunar Excursion Module, véhicule lunaire), la National Aeronautics and Space Administration a fait de la simulation par calculateurs pendant des années. La simulation donne aux savants des indications précises sur les performances du LEM quand il sera sur la Lune ; ainsi, on peut repérer les erreurs de conception et les difficultés imprévues et les résoudre sans risquer la vie des astronautes ou des pertes d'argent importantes.

Les ordinateurs ont autant d'importance dans la profondeur des océans. Au Wood's Hole Oceanographic Institute du Massachussets, un calculateur G.E. est utilisé pour enregistrer et analyser des milliers de températures venant de partout et de profondeurs différentes dans la mer.

La compréhension de la répartition des températures est essentielle à l'exploration des profondeurs des mers. En utilisant une machine, des mois de travail sont ramenés à quelques minutes, et les savants recueillent plus de données sur les problèmes qu'ils envisagent.

Pour les savants et pour les ingénieurs, comme pour tout le monde, un grand progrès a été réalisé avec l'avènement des machines à temps réparti et avec les postes de visualisation. Maintenant, un chercheur peut parler à la machine : (1) dans sa langue à lui, (2) quand il veut, (3) pour le prix le plus réduit et (4) sans interrompre le travail de sa propre usine. L'unité de visualisation graphique lui permet de demander des informations, des dessins, des projets, et de les changer avec son crayon à lumière s'il le désire. En somme, c'est une nouvelle dimension qui s'ajoute à la science et à la techni-

que, dimension qui portera des fruits dans l'amélioration de notre niveau de vie et de la compréhension que nous avons du monde qui nous entoure.

Les ordinateurs au gouvernement

Le gouvernement des Etats-Unis a été le premier utilisateur d'un système commercial de calcul et maintenant, il est le plus grand utilisateur du monde d'ordinateurs. Un observateur du gouvernement remarque : « Si demain, toutes les machines électroniques tombaient en panne, nous ne pourrions plus rien faire. »

Dans leur ensemble, ces systèmes sont utilisés pour classer et manipuler de grandes séries de chiffres. L'Internal Revenue Service de Martinsburg, Virginie, possède un enregistrement sur bande magnétique qui contient des données sur chaque contribuable du pays, y compris ses déductions annuelles, le nombre de personnes à charge, ses revenus, etc. Chaque année, quand il remplit une nouvelle feuille d'impôts, les données de cette feuille sont comparées avec la bande magnétique. Tout ce qui paraît anormal, par exemple si ses dépenses de voyages sont multipliées par deux, est immédiatement signalé à l'attention des vérificateurs. Il en résulte en général une demande de justification pour le contribuable.

Le premier système de calcul du commerce qui ait été installé, et qui d'ailleurs fonctionne toujours, en concurrence avec des machines plus récentes, est utilisé par l'administration de la Sécurité sociale. Là encore, le but est de garder des enregistrements et de les comparer avec les nouvelles informations qui arrivent ; le résultat en est qu'on peut s'occuper de millions de rapports sur la Sécurité sociale, avec un minimum d'erreurs et de dépenses de personnel.

A l'échelon de l'Etat et de la ville, il y a des centaines de calculateurs utilisés par la police pour la circulation.

A Toronto, au Canada, un nouveau système de contrôle de la circulation comporte un réseau de signaux et des détecteurs de trafic reliés par fil à une machine UNIVAC à mémoire à film mince. L'ordinateur analyse automatiquement et d'une manière continue le mouvement de tous les véhicules de la zone qu'il surveille. Connaissant l'allure de la circulation et les embouteillages, l'ordinateur peut faire varier le moment et la durée des feux rouges et verts en mille points critiques.

Entre les mains de la police les ordinateurs ont servi à identifier des criminels, à retrouver des voitures volées et à prévoir les vagues de crimes. L'an dernier, à Boston, une machine a permis à la police de résoudre un double crime particulièrement difficile, en repérant une voiture aperçue en train de quitter les lieux du crime. Tout ce que la

police savait était le type et l'année du véhicule. L'ordinateur eut bientôt fait de parcourir la liste de toutes les voitures, d'établir celle des voitures de ce type et de cette année, et de fournir l'adresse de celles qui se trouvaient dans un rayon de 20 km autour de la scène du crime. Il fallut ensuite procéder à de laborieuses recherches, mais on finit par tomber sur le suspect numéro 1 qui ne tarda pas à avouer.

En plus des travaux d'enregistrement et de recherche dans des listes, les ordinateurs du gouvernement servent aussi à établir des prévisions météorologiques à brève ou longue échéance ; ils analysent les mouvements de population, les changements d'adresses, les difficultés de la circulation ; ils surveillent les activités des amis et des ennemis de l'Amérique ; ils dressent des listes de paye ; ils examinent les épidémies ; ils impriment des références bibliographiques mensuelles sur la médecine ; ils suivent des spécialistes en divers domaines militaires ou scientifiques ; et ils apportent au président, au secrétaire d'Etat, au secrétaire de la Défense et à d'autres personnalités, une foule de renseignements divers.

L'avenir des ordinateurs

A la naissance des ordinateurs dans les dernières années 40, quelques experts faisaient remarquer « qu'une bonne douzaine de ces machines serait suffisante pour les besoins de l'humanité ». Et maintenant, il y en a 35 000 qui mènent la besogne dans le commerce, l'administration et la science. En 1975, on pense qu'il y en aura 50 000 de plus.

Il n'y a pas de doute que le calculateur numérique ne va pas cesser de s'imposer. On peut dire que l'homme vient tout juste de comprendre la machine. Et à mesure que grandit notre connaissance, et aussi notre confiance, l'utilisation des ordinateurs se répand toujours davantage ; et nous ne savons pas jusqu'où cela ira.

L'ordinateur sera aussi courant que le téléphone

Dans un proche avenir on peut s'attendre à voir les machines à calculer se charger de plus en plus de la centralisation des renseignements, et aider de plus en plus les individus dans leur travail. La première de ces tâches est rendue possible par les mémoires à accès direct comme les disques magnétiques qui enregistrent un grand nombre d'informations et les fournissent sur demande, dans de grandes unités centrales. On peut concevoir que dans les grandes sociétés, tous les bureaux seront reliés à l'ordinateur général. Au lieu de transporter des tonnes de papier d'un bureau à l'autre, on se servira de la machine comme intermédiaire. De cette ma-

nière les fichiers seront toujours à jour ; il sera facile de vérifier l'exactitude des informations ; le personnel recevra à la fois des rapports sur la marche générale de l'affaire et sur les anomalies accidentelles.

Les progrès que nous avons signalés : la répartition du temps et la visualisation sur des postes éloignés devraient encourager les hommes d'affaires, les ingénieurs et les savants à utiliser les machines pour résoudre des problèmes que l'on résout d'ordinaire soit par le « flair » soit par de laborieux calculs avec un papier et un crayon. Finalement peut-être les gens se serviront-ils du calculateur comme aujourd'hui du téléphone.

Dans l'enseignement et la médecine le proche avenir verra l'accentuation des tendances actuelles. A mesure que la besogne des médecins et des hôpitaux deviendra plus importante (et on peut prévoir que cela ira vite) il faudra faire travailler davantage les machines. Dès maintenant on commence à voir le calculateur en service pour des examens massifs de l'état du cœur, puisque la machine se charge de passer en revue un grand nombre d'électrocardiogrammes, en ne signalant au docteur que les cas spéciaux. Dans 10 ans on peut s'attendre à voir chaque hôpital des Etats-Unis pourvu d'un ordinateur ou relié à un autre. Les écoles, elles aussi, vont se procurer une grande quantité d'ordinateurs dans les dix années qui viennent ; elles vont installer dans des classes des postes reliés à l'ordinateur central. Certes, l'instruction programmée ne va pas supprimer le professeur, elle va rendre son travail plus facile.

Pour un avenir plus lointain on peut se laisser aller à rêver de « l'ordinateur à la maison ». A quoi ressemblera-t-il ? On en discute. Les uns pensent qu'il va tellement se miniaturiser qu'on pourra le loger dans un coin de la cuisine ou de la cave. D'autres pensent que l'avenir appartient à un grand ensemble de machines, une sorte de service public de calcul, relié à chaque citoyen par les lignes téléphoniques. John Diebold compare la situation au développement du courant électrique.

Ce que nous faisons, la machine le fera mieux

« Nous avons d'abord mis une génératrice dans la cave d'un grand bâtiment ; puis nous nous sommes aperçus que nous pourrions mettre une génératrice plus puissante à côté du bâtiment et alimenter tout le quartier. Maintenant nous préférons mettre une génératrice encore plus puissante à distance du quartier et desservir tout le pays. L'histoire recommence avec les ordinateurs... »

D'une manière ou d'une autre, l'ordinateur domestique servira d'abord à faciliter les opérations que nous faisons déjà. Par exemple nous l'utiliserons comme une sorte d'aide-

mémoire ; il gardera les messages qui entrent et sortent de la maison et nous rappellera les fêtes, les anniversaires, les rendez-vous et les multiples événements de la vie de tous les jours.

Nous l'utiliserons aussi pour connaître nos revenus et nos impôts et les calculer au moment opportun. Comme nous l'avons vu faire à Mme Crawshaw, les ménagères lui demanderont la liste des appareils ménagers ou des produits d'épicerie qu'il leur faut ; elles lui feront préparer les commandes peut-être en examinant les divers catalogues et listes de prix fournis par les commerçants, pour voir ce qui est le plus avantageux. Avec un programme approprié dans sa machine, une femme pourra, de son crayon lumineux, dessiner les vêtements qu'elle désire porter et l'ordinateur lui fournira tous les patrons et les instructions nécessaires à la confection de l'habit, par elle ou par son tailleur.

Le système de calcul domestique aura la grande utilité de permettre l'accès de toutes les bibliothèques générales ou spécialisées situées sur la Terre entière. Peut-être qu'un jour nous pourrions mettre toute la science du monde sous forme tellement compacte qu'elle sera à la portée de chacun. Par exemple supposons que vous désirez vérifier quelque chose, ou savoir qui a dit : « Donnez-moi un point d'appui et je soulèverai le monde ! » Il vous suffira d'appuyer sur le clavier et la réponse exacte viendra aussitôt. De même l'étudiant qui travaille chez lui peut avoir besoin de renseignements sur les « acides nucléiques » ; il tapera ces mots sur son clavier et l'ordinateur lui enverra aussitôt une bibliographie complète. Ensuite, il désignera de son crayon lumineux, certains des titres apparus sur l'écran, et la machine des titres apparus sur l'écran, et la machine lui fera parvenir un exemplaire de l'ouvrage ou une photocopie du passage désigné.

Est-ce que ce sont des prédictions fantaisistes ? Pas du tout. Dès aujourd'hui toutes les pièces de ce mécanisme existent sous une forme ou sous une autre. Il faudra beaucoup de temps pour que le matériel et les accessoires, sans parler du prix, soient à la portée du citoyen moyen ; mais le jour vient.

A l'avenir, vous aurez certainement un ordinateur.

SCIENCE DANS LE MONDE

Une couverture chauffée chimiquement a été inventée par un chercheur de l'armée pour les nuits très froides à passer dehors. Elle contient un produit chimique intercalé entre deux couches de plastique ; il réagit avec l'air quand on perce une ouverture et maintient une température de 37° pendant 8 à 12 heures. Après une utilisation on peut recharger la couverture et ainsi dormir plus confortablement à la belle étoile.