

# INTRODUCTION A LA **MICRO** INFORMATIQUE



Hachette Jeunesse

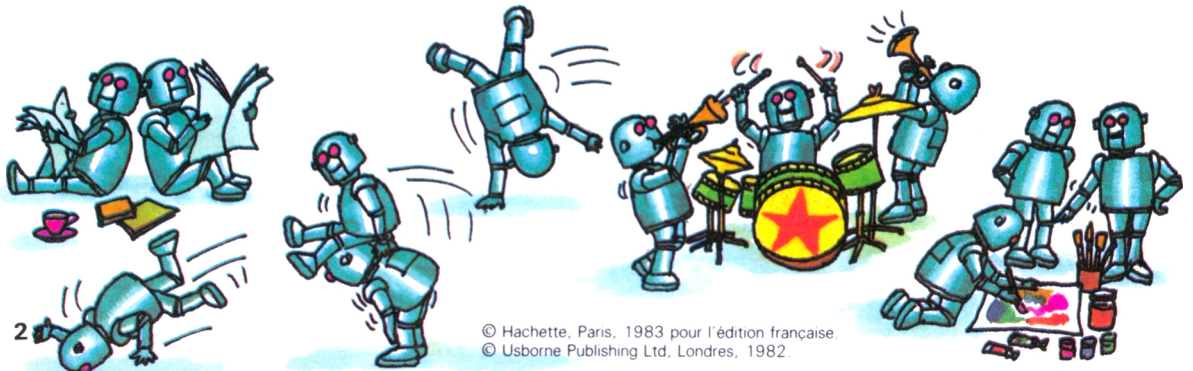
Comment  
choisir son  
micro





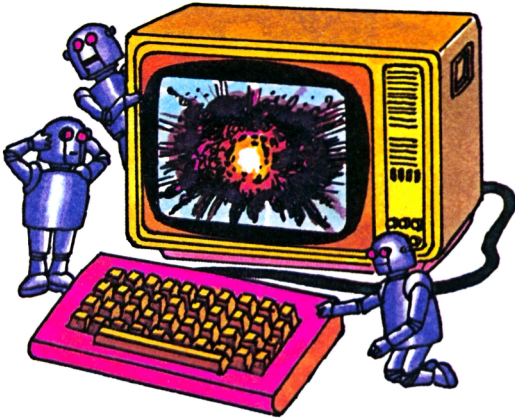
# Sommaire

- 4 À la découverte du micro-ordinateur
- 6 Qu'est-ce que la programmation
- 8 Un coup d'œil sur la console
- 10 Des programmes sur mesure
- 12 Écrivez vos propres programmes...
- 14 Faites-les fonctionner sans peine
- 16 Comment conserver un programme
- 18 Dessins, graphismes et animations
- 20 Bruitages et musique
- 22 Voyage à l'intérieur de la console
- 24 À l'intérieur d'une puce
- 26 Comment une puce travaille
- 28 À propos des puces
- 30 Histoire de la micro-informatique
- 32 Réseaux d'ordinateurs
- 34 Robots et automates
- 36 D'autres utilisations  
de la micro-informatique
- 38 Des périphériques pour  
votre micro-ordinateur
- 40 Le guide des micro-ordinateurs
- 46 Un peu de vocabulaire
- 48 Index



# Avant-propos

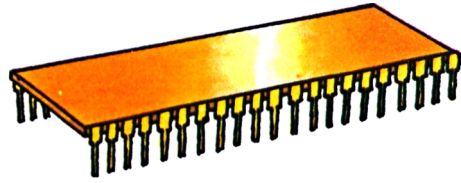
Ce guide pratique s'adresse à tous ceux qui veulent pénétrer dans le monde passionnant de la micro-informatique. Abondamment illustré, il vous fera connaître les limites et possibilités de ces étranges petites machines que sont les micro-ordinateurs. Et découvrir les secrets de leur fonctionnement.



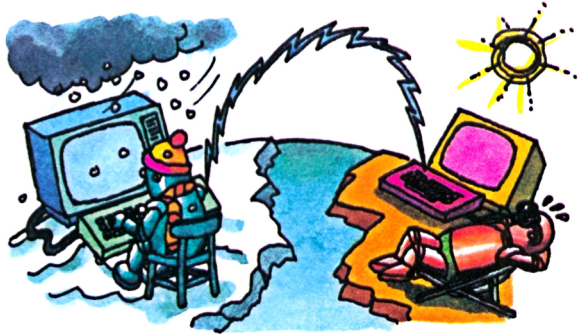
Les micro-ordinateurs, de petites dimensions, ont de nombreuses applications : jeux, production d'images ou même – avec certaines machines – création de sons, de musique. Vous pouvez aussi les employer à faire très rapidement des calculs fort complexes, tenir votre agenda, répertoire vos disques, vos diapositives...



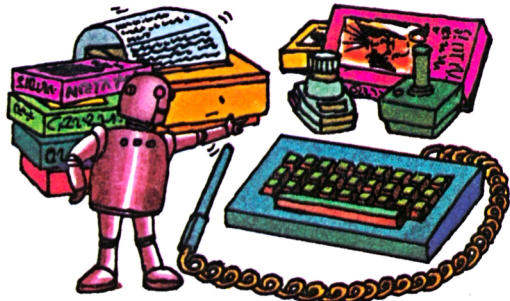
La première partie de ce livre explique comment se servir d'un micro-ordinateur et comment écrire un programme lui indiquant ce qu'il aura à faire. Cela constituera pour vous une introduction concrète et amusante au BASIC, langage de programmation le plus répandu actuellement. Et si vous avez la chance de posséder un micro-ordinateur, vous pourrez créer vos propres programmes de jeux en vous inspirant de ceux que nous vous donnons comme exemples.



Dans la seconde partie, vous découvrirez le fonctionnement d'un micro-ordinateur et comment il arrive à créer images et sons. Des illustrations très claires vous dévoileront l'intérieur de la machine : ainsi les minuscules « puces » de silicium qui assurent le traitement des informations. Vous apprendrez aussi comment certains micro-ordinateurs peuvent converser avec d'autres à distance et la façon dont ils parviennent à commander robots ou appareils électriques.



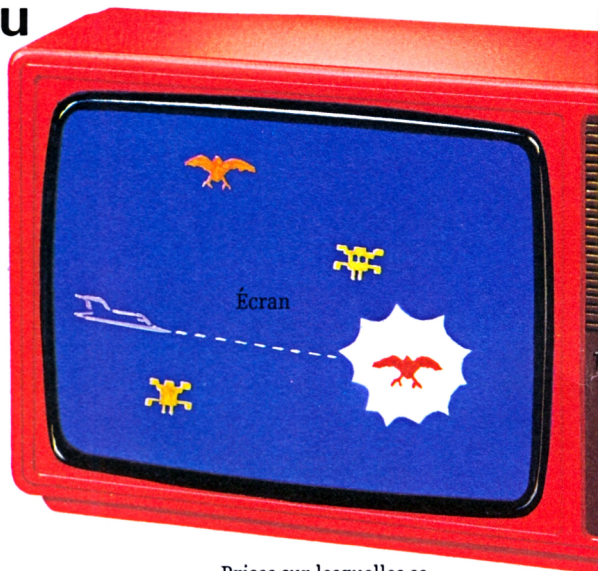
Bien que, pour débiter, vous n'ayez besoin que d'un poste de télévision ordinaire relié à votre ordinateur, vous pouvez acheter des équipements complémentaires : un crayon optique pour écrire directement sur l'écran ou des accessoires à utiliser avec des jeux, également décrits dans ce guide pratique.



À la fin de l'ouvrage, un guide d'achat présente les micro-ordinateurs les plus répandus, afin d'avoir une vision exhaustive des machines actuellement commercialisées. Enfin, un lexique vous explique les termes habituellement employés en micro-informatique.

# A la découverte du micro-ordinateur

Les micro-ordinateurs grand public ne ressemblent pas tous exactement à celui de l'illustration. Mais, de l'un à l'autre, il existe finalement peu de différences importantes. La plupart d'entre eux sont constitués d'une simple console à relier à un téléviseur normal. Certains sont pourvus d'écrans spéciaux appelés consoles de visualisation. Tous les appareils récents sont fournis avec une notice d'utilisation relativement détaillée qu'il est recommandé de lire avec attention avant de brancher la prise !



## Console

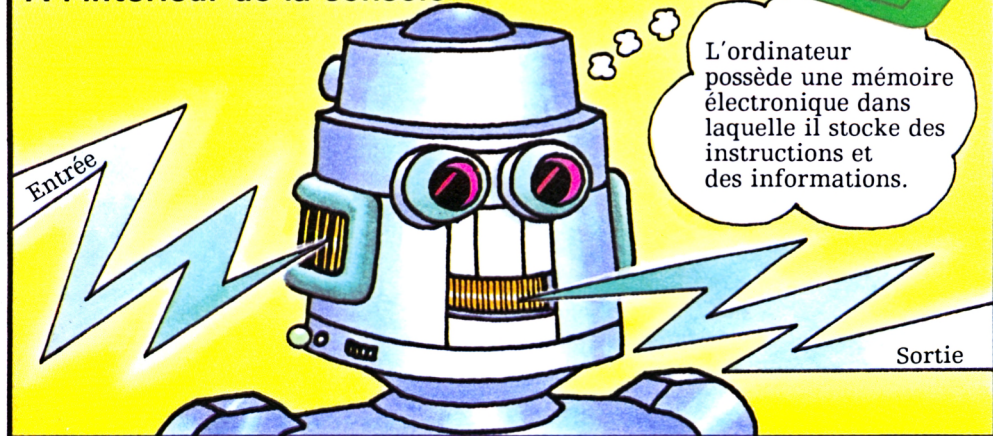
C'est par son intermédiaire que vous communiquerez vos instructions et informations au micro-ordinateur.

Toutes les parties importantes d'un ordinateur sont contenues à l'intérieur de la console.

Prises sur lesquelles se branchent le cordon TV et l'alimentation électrique.



## A l'intérieur de la console



Le « cerveau » d'un ordinateur se trouve généralement sous le clavier et comporte deux parties : la mémoire et l'unité centrale (Central Processing Unit, CPU) qui assure le traitement des informations. Mais, sans programme, sans instructions, le CPU ne peut rien

faire. C'est pourquoi, vous devrez « entrer » en mémoire un programme ainsi que des informations ou des données sur lesquelles travailler. Programmes et données sont appelés « entrées ». Les informations délivrées par l'ordinateur se nomment « sorties ».



### L'écran

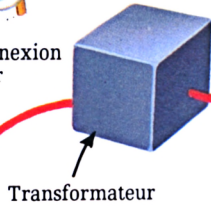
Tout ce que vous tapez sur le clavier, ainsi que les informations, dessins ou graphiques délivrés par l'ordinateur, s'affichent sur l'écran. Certains modèles permettent de créer des images colorées. Ce qui présente un intérêt à condition de pouvoir les connecter à un téléviseur couleur.

Cordon secteur du téléviseur

Cordon de connexion de l'ordinateur au téléviseur

Cordon d'alimentation de l'ordinateur

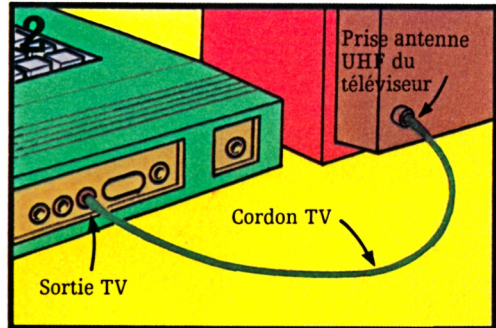
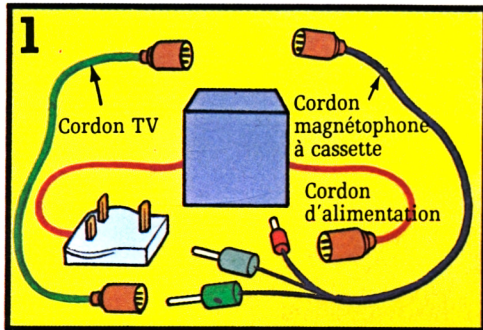
Certains ordinateurs peuvent produire des sons et de la musique.



### L'alimentation secteur

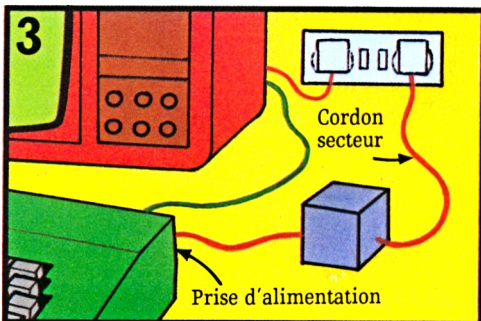
Le transformateur sert à abaisser le courant du secteur et à le stabiliser pour qu'il puisse passer dans le micro-ordinateur.

## Comment brancher un ordinateur



De nombreux micro-ordinateurs ont trois cordons. Le premier pour relier la console au téléviseur, le deuxième pour l'alimentation électrique et le troisième pour connecter un lecteur-enregistreur de cassettes\*.

Pour raccorder la console au téléviseur, débranchez le fil de l'antenne TV. Connectez ensuite une extrémité du cordon TV à la prise marquée TV sur l'ordinateur, et l'autre à celle marquée UHF sur le téléviseur.



En branchant le transformateur, faites bien attention à ne pas vous tromper de prise ni à inverser les cordons. Assurez-vous que la TV est branchée; ensuite seulement, mettez les deux appareils sous tension.

Sélectionnez un canal que vous n'utilisez pas pour capter une chaîne. Réglez ce dernier jusqu'à ce qu'apparaisse la mention « READY » ou « OK » sur l'écran. Ce signal varie suivant les modèles.

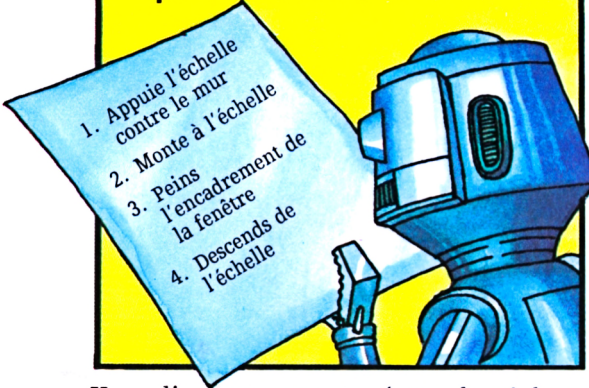
\* Le magnétophone servira à stocker des programmes ou des données pour l'ordinateur (v. page 16).

# Qu'est-ce que la programmation

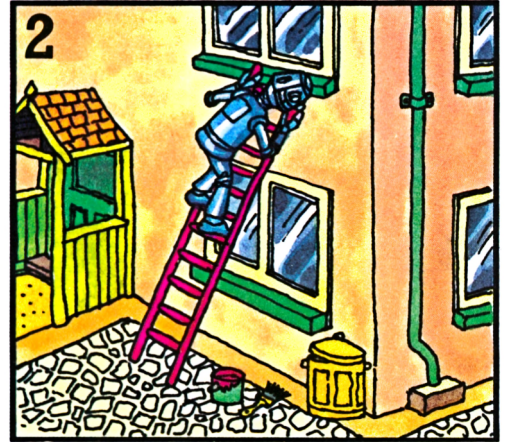
Que vous vouliez utiliser votre ordinateur comme jeu vidéo, ou simplement pour additionner plusieurs nombres, vous devez lui fournir un programme, c'est-à-dire une suite d'instructions qui lui indiquent tout ce qu'il doit faire. Et des langages spéciaux existent, pour écrire ces programmes informatiques. Ils sont constitués de mots et de

symboles que l'ordinateur sait reconnaître et convertir en signaux électriques. Les instructions des programmes sont stockées dans la mémoire de l'ordinateur pour être ensuite traitées par l'unité centrale. Le programme s'appelle le logiciel (« software » en anglais). L'ensemble des éléments physiques se nomme le matériel (« hardware »).

## 1 Dire à l'ordinateur ce qu'il doit faire

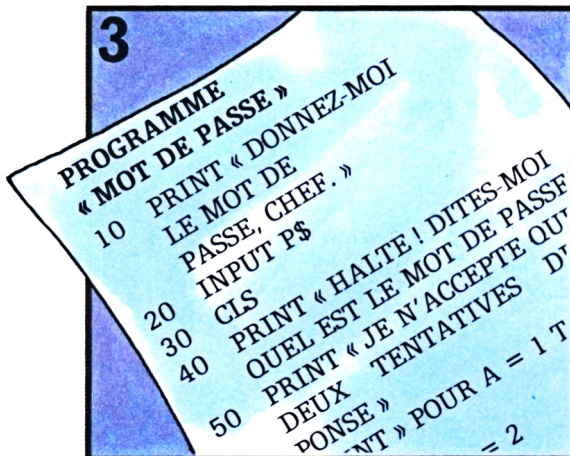


Un ordinateur ne peut exécuter les tâches que vous lui confiez que dans la mesure où vous lui avez dit avec précision ce qu'il doit faire et dans quel ordre il doit opérer. Le programme ci-dessus explique à un robot dont le cerveau est un



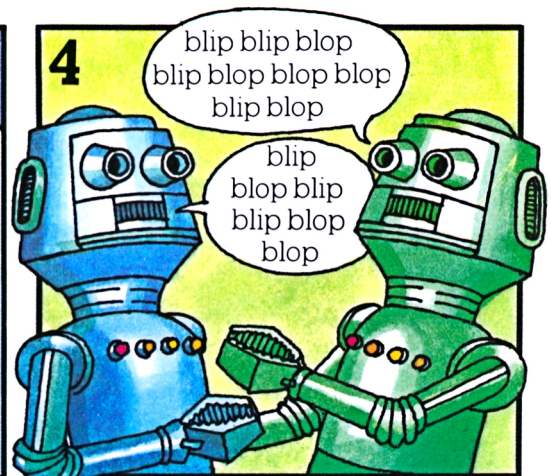
ordinateur, comment il doit s'y prendre pour repeindre une fenêtre. Le robot ne pourra pas exécuter ce travail. Le programme aurait dû préciser qu'il fallait prendre le pot de peinture et le pinceau avant de monter sur l'échelle !

## 3



Cet extrait de programme\* est en BASIC, le langage le plus utilisé par les micro-ordinateurs. Chaque ordinateur contient un jeu d'instructions spéciales, appelé interpréteur, qui traduit le langage de programmation, que vous employez, en code machine.

## 4



Toutes les opérations, à l'intérieur de l'ordinateur, sont faites en code machine. Chaque mot ou élément de ce code consiste en une suite d'impulsions électriques qui circulent dans l'ordinateur.

\*Le programme complet se trouve page 12.

## La mémoire de l'ordinateur

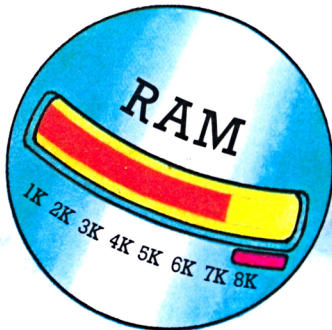
Un ordinateur a deux sortes de mémoires. L'une conserve en permanence les instructions qui lui permettent de traiter et de restituer informations, données et instructions. L'autre, dite mémoire vive, stocke provisoirement vos données et vos programmes. Son contenu est altéré par une coupure de courant.

La mémoire permanente est appelée ROM (Read Only Memory) ou mémoire morte. L'ordinateur peut seulement y puiser ou y lire des données et des instructions. Vous ne pouvez pas vous en servir pour stocker des informations. L'interpréteur est stocké en ROM.

▲ La ROM est comme un manuel contenant des instructions. L'ordinateur peut le lire, mais ni l'effacer ni y stocker de nouvelles informations.

La mémoire temporaire se nomme RAM (Random Access Memory) ou mémoire vive (MEV). On l'appelle aussi souvent mémoire de lecture-écriture. Tout ce que vous entrez dans votre appareil est stocké ou « écrit » à l'intérieur, pour que vous puissiez le ressortir ou y apporter des modifications.

▲ La RAM, c'est comme un bloc-notes. L'ordinateur peut écrire dessus ou relire ce qu'il a noté. Mais elle s'efface dès que vous débranchez la machine.



### Puissances de mémoire

Les micro-ordinateurs ont des mémoires plus ou moins puissantes, qui se mesurent en nombre de mots stockables écrits en code machine. Chaque « caractère » est appelé un « byte », et 1 024 bytes forment un kilobyte ou 1 K.

Un kilobyte correspond à environ 500 instructions ou données BASIC. Ce qui est suffisant pour stocker un programme simple. En revanche, des programmes plus élaborés peuvent occuper jusqu'à 8 ou 16 K de RAM. Aussi, pour de nombreux ordinateurs, on peut se procurer des packs-mémoire supplémentaires.

# Un coup d'œil sur la console

Le clavier d'un ordinateur ressemble beaucoup à celui d'une machine à écrire. Les lettres et les chiffres sont disposés de la même manière.

(Attention, cependant : certains claviers correspondant à ceux des machines à écrire américaines, ne comportent pas de caractères accentués, et les touches de ponctuation ainsi que le A, le Z, le W, le Q... ne sont pas placées de la même façon que sur les claviers français.)

Un ordinateur dispose en outre de quelques touches supplémentaires comme celles qui donnent accès à des commandes BASIC spéciales. Si vous tapez un message que la machine n'arrive pas à identifier, un message d'erreur apparaît sur l'écran. Tout ce que vous tapez est stocké temporairement en mémoire vive et inscrit sur l'écran pour contrôle.

## Touches alphabétiques

Sur la plupart des ordinateurs, vous devez taper un programme en utilisant des touches portant des symboles spéciaux et en écrivant, lettre à lettre, chaque mot avec les touches alphabétiques.

Certains ordinateurs ont des touches différentes.



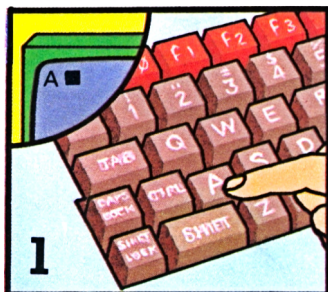
Touche majuscules et blocage majuscules

**Barre d'espace**  
Sert à mettre un espace entre des mots ou des symboles.

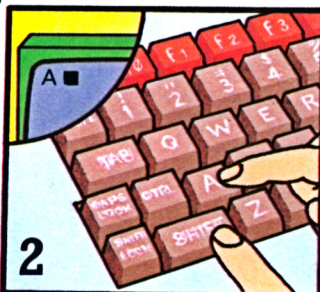
Cette étoile sert de signe de multiplication.

Touche avec symbole de division

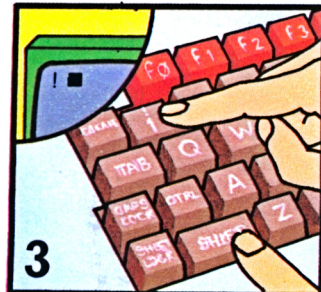
## Utiliser la touche majuscules



De nombreux micro-ordinateurs ne savent écrire qu'en lettres majuscules.



Quelques appareils comportent des minuscules. Pour écrire en majuscules, il faut tenir la touche « shift » enfoncée et appuyer sur la lettre à taper.

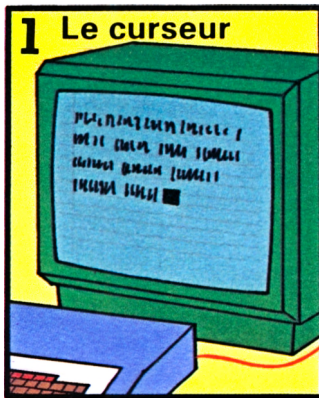


Lorsqu'une touche comporte plusieurs caractères ou symboles, le caractère du bas s'obtient en appuyant simplement sur cette touche, tandis que celui du haut ne peut s'obtenir qu'en pressant simultanément sur « shift ».

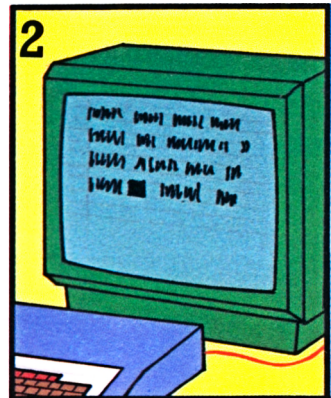
## Touches programmables

Ce sont des touches spéciales que vous pouvez programmer vous-même pour exécuter « automatiquement » certaines opérations. Ainsi la coloration des lettres s'affichant sur l'écran. Tous les appareils ne sont pas munis de ces touches.

Le zéro, sur un ordinateur, est représenté par un 0 barré pour le distinguer du o majuscule.



Le curseur est un repère lumineux qui se déplace sur l'écran lorsque vous tapez, pour indiquer la position du prochain caractère.



Si vous voulez changer ou effacer quelque chose, placez le curseur sur les caractères à remplacer ou à effacer à l'aide des touches de contrôle spéciales.

## Un autre type de micro-ordinateur

Ce clavier fait environ le quart de celui représenté à gauche. C'est en fait la taille et la disposition des touches qui déterminent la taille et la forme, car les circuits internes sont peu volumineux. Une place doit toutefois être prévue sur la console pour les prises dans lesquelles viennent se brancher l'imprimante ou le magnétophone à cassette.



Ce type d'ordinateur est équipé d'un clavier dont les touches ne s'enfoncent pratiquement pas lorsque vous les pressez. Beaucoup d'entre elles portent des mots entiers (instructions, fonctions...) en BASIC, de telle sorte que vous n'avez pas à les taper lettre à lettre.

Touches de contrôle pour le déplacement du curseur

### Touche « retour chariot »

A la fin de chaque ligne de programme, vous pressez cette touche pour commencer une nouvelle ligne. Elle a aussi pour fonction d'entrer dans la mémoire vive de l'ordinateur la ligne que vous venez de taper. Cette touche s'appelle soit NEW LINE, soit ENTER ou CR.

### Touche d'effacement

Vous pouvez effacer vos erreurs simplement à l'aide de cette touche. Sur certaines machines, elle s'appelle aussi RUBOUT ou ERASE.

# Des programmes sur mesure

On trouve des programmes dans des revues ou des livres spécialisés éditant des listes, c'est-à-dire des programmes détaillés ligne à ligne. Vous pouvez aussi acheter des cassettes ou des disquettes contenant des logiciels. Si vous vous sentez l'âme d'un créateur, essayez de concevoir vos propres programmes. Les programmes doivent être écrits dans un langage convenant à votre modèle. Le BASIC est le plus utilisé; mais différentes versions existent, véritables « dialectes » comportant des instructions spéciales. Le programme ne peut tourner si le dialecte est inadapté ou s'il comporte des erreurs.

## Où trouver des programmes

Vous trouverez dans la plupart des magasins de journaux des revues de micro-informatique contenant des



## un large éventail

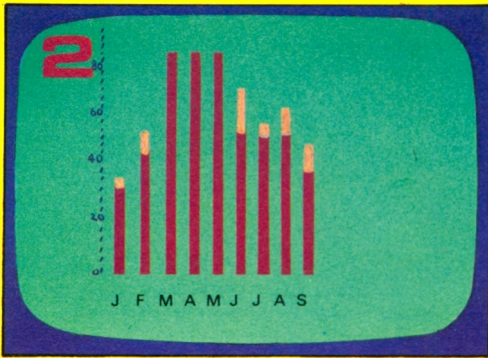
Vous pouvez acheter toutes sortes de programmes, depuis les jeux d'Arcade avec des images en couleurs et des bruitages élaborés jusqu'à des jeux plus traditionnels comme les échecs.

listes. Certaines sont conçues pour un type précis d'ordinateur. D'autres sont compatibles avec tous. Enfin, des séries entières de livres sont consacrées à l'édition de listes de programmes de jeux.



Vous pouvez aussi connecter votre appareil avec un centre Télétel pour avoir accès aux services videotex par le biais du téléphone ou du réseau Transpac. Télétel vous permet de consulter des banques de données, des pages d'information, de faire du télétraitement, de la recherche de renseignements...

Certains ordinateurs sont prévus pour recevoir des « cartouches de programmes » (logiciels stockés dans des mémoires mortes). Il vous suffit de connecter la cassette sur une prise spéciale montée sur l'appareil pour que le programme soit immédiatement disponible.



Pour des utilisations domestiques, des programmes vous aident à tenir vos comptes bancaires, votre agenda, votre carnet de rendez-vous ou des fichiers (disques, livres, timbres...).



Les programmes de formation constituent des aides pédagogiques appréciables : depuis l'orthographe et les mathématiques jusqu'à l'initiation ou au perfectionnement à la pratique de langues étrangères.

**QUELQUES TRUCS**

1. Assurez-vous que votre programme est écrit dans un langage BASIC convenant à votre micro-ordinateur. Un titre d'exemple, 1K de mémoire est suffisant pour contenir un programme de 40 lignes.
2. Si un programme sur disquette ou sur cassette compatible avec votre appareil ne fonctionne pas, écrivez à la société qui le commercialise et mettez-vous immédiatement en relation avec le magasin qui l'a vendue.



**Les clubs**

Les clubs d'utilisateurs vous donnent l'occasion de rencontrer d'autres personnes intéressées par la micro-informatique et d'échanger programmes et expériences. Pour connaître quels sont les clubs proches de votre domicile, écrivez à une revue spécialisée.




Vous pouvez vous procurer des programmes enregistrés sur cassette. Ce qui implique un magnétophone. Vous pouvez aussi en avoir sur disquettes (*floppy disk*). Ce sont les mêmes, mais ils coûtent un peu plus cher et nécessitent l'emploi d'un lecteur-enregistreur de

disquettes (*drive*). Toutes les boutiques spécialisées ainsi que certaines sociétés de vente par correspondance commercialisent ces disques et cassettes. Vous trouverez leurs coordonnées dans les revues ou les guides d'exposition comme le SICOB ou Micro-Expo.

# Écrivez vos propres programmes...

La plupart des micro-ordinateurs fonctionnent en BASIC, un langage de programmation permettant une grande diversité d'applications. Bien sûr, il existe d'autres langages, et certains spécialistes pensent que le PASCAL, par exemple, est beaucoup plus performant... mais c'est une autre histoire. Voici deux programmes en BASIC. Ce langage, constitué de symboles et de mots, est très facile à apprendre. Le meilleur moyen pour vous initier est d'écrire quelques programmes et de les tester. De nombreuses notices expliquent le BASIC.




Vous trouverez de nombreux termes du BASIC dans le programme « Mot de passe » à droite. Ce programme permet de stopper l'infiltration d'agents ennemis dans une société secrète...

Chaque ligne de programme porte un numéro. Ces numéros vont de 10 en 10 afin de laisser la place à l'introduction ultérieure de nouvelles lignes de programme sans avoir à tout changer. L'ordinateur exécutera le programme en suivant l'ordre ainsi défini.

```
PROGRAMME « MOT DE PASSE »
10 PRINT « DONNEZ-MOI LE MOT DE
PASSE, CHEF. »
20 INPUT P$
30 CLS
40 PRINT « HALTE! QUEL EST LE
MOT DE PASSE? »
50 PRINT « VOUS AVEZ DROIT À
DEUX RÉPONSES. »
60 FOR A = 1 TO 2
70 INPUT A$
80 IF A$ = P$ THEN A = 2 : GOTO 130
90 PRINT « FAUSSE RÉPONSE! »
100 NEXT A
110 PRINT « RESTEZ DEHORS,
VOUS ÊTES UN ESPION »
120 END
130 PRINT « ENTREZ, VOUS ÊTES DES
NÔTRES »
140 END
```


Pour l'utiliser, tapez exactement sur votre clavier le texte de cette liste. A la fin de chaque ligne, pressez la touche RETURN (ENTER, NEWLINE ou CR). Puis, tapez RUN pour que l'ordinateur exécute ce programme.

## 1 Concevoir un programme



Vous faites l'essai d'un kart fabriqué par un ami. La direction vient de lâcher et vous foncez vers une mare aux canards. Pour freiner à temps, il vous faudra absolument taper un code spécial que votre ami a oublié de vous donner. Vous pourrez faire cinq tentatives avant de plonger...

## 2

- 
1. Afficher le titre et les instructions
  2. Tirer une lettre au hasard
  3. Demander au joueur de taper une lettre
  4. Si la réponse est correcte, afficher un message et stopper le programme
  5. S'il est encore temps, donner une autre chance et retourner en 3
  6. Sinon, afficher « SPLATCH » et stopper

La première étape de l'écriture d'un logiciel consiste à mettre noir sur blanc ce que vous attendez du programme... en

clair. Ensuite à isoler chaque étape ou idée et à faire ressortir ce que l'ordinateur devra traiter pas à pas.

PRINT ordonne d'afficher sur l'écran tout ce qui se trouve entre guillemets.

INPUT lui indique d'attendre un message de vous et de le mettre dans une case de la mémoire que vous avez choisi d'appeler P\$.

\$ signifie que l'expression qui suit est une « chaîne » de caractères.

CLS efface l'écran... seulement.

FOR ... TO indique à l'ordinateur combien de fois il va devoir exécuter les lignes 70 à 90.

IF ... THEN indique à l'ordinateur ce qu'il devra faire SI une certaine condition est vraie (vérifiée).

Dans ce cas, GOTO indique qu'il faudra passer à la ligne 130. Si la condition n'est pas vérifiée, l'ordinateur passe à la ligne suivante, en 90.

END indique à l'ordinateur qu'il est bien arrivé à la fin du programme.

HALTE, QUEL EST LE MOT DE PASSE?  
VOUS AVEZ DROIT À DEUX RÉPONSES.  
? MICROFOU  
FAUSSE RÉPONSE !  
? MICROGÉNIAL  
ENTREZ, VOUS ÊTES DES NÔTRES

Lorsque vous faites tourner ce programme, l'ordinateur commence par vous demander de choisir un mot de passe et le stocke dans sa mémoire. Il efface ensuite l'écran pour ne laisser aucune trace, puis affiche la question posée au visiteur. En ligne 70, avec INPUT, la machine attend un message du visiteur. Il compare ensuite celui-ci avec le mot placé en mémoire et si c'est le même, il affiche « Entrez... »

```
3
10 PRINT « JEU DU KART FOU »
20 PRINT
30 PRINT « LA DIRECTION DU KART A LÂCHÉ »
40 PRINT « ET »
50 PRINT « VOUS ALLEZ FAIRE UN PLONGEON »
60 PRINT « DANS LA MARE AUX CANARDS À MOINS »
70 PRINT « QUE VOUS NE TROUVIEZ LA LETTRE »
80 PRINT « QUI PERMET DE FREINER, VOUS POUVEZ »
90 PRINT « FAIRE 5 TENTATIVES, PAS PLUS... »
100 LET C$=CHR$(64 + INT(RND(1)* 26 + 1))
110 FOR G=1 TO 5
120 INPUT G$
130 IF G$=C$ THEN G=5:GOTO 190
140 IF G$<C$ THEN PRINT « APRÈS »;
150 IF G$>C$ THEN PRINT « AVANT »;
160 PRINT G$
170 NEXT G
180 PRINT « SPLAAAAAAAAAATSH »
190 PRINT « L'EAU EST-ELLE BONNE? »
200 END
210 PRINT « SCRIIIIIIIIII... »
220 PRINT « VOUS AVEZ FREINÉ À TEMPS, BRAVO ! »
230 END
```

Ces programmes ne peuvent pas tourner sur tous les micro-ordinateurs, car certains utilisent des variantes du BASIC. Les instructions qui changent le plus souvent sont CLS qui sert à effacer l'écran et RND qui crée un nombre de manière aléatoire. Si ce programme ne fonctionne pas sur votre ordinateur, consultez votre notice pour savoir quelles sont les instructions équivalentes à utiliser.

```
4
JEU DU KART FOU
LA DIRECTION DU KART A LÂCHÉ ET
VOUS ALLEZ FAIRE UN PLONGEON
DANS LA MARE AUX CANARDS À MOINS
QUE VOUS NE TROUVIEZ LA LETTRE
QUI PERMET DE FREINER. VOUS POUVEZ
FAIRE 5 TENTATIVES, PAS PLUS...
? W
APRÈS W
? Z
AVANT Z
? Y
SCRIIIIIIIIIII.....
VOUS AVEZ FREINÉ À TEMPS, BRAVO !
```

Maintenant traduisez chaque étape de ce programme en BASIC. Tapez-le ligne par ligne et vérifiez très minutieusement ce que vous venez d'entrer. Voilà ce qui apparaît lorsque ce programme tourne. La lettre affichée

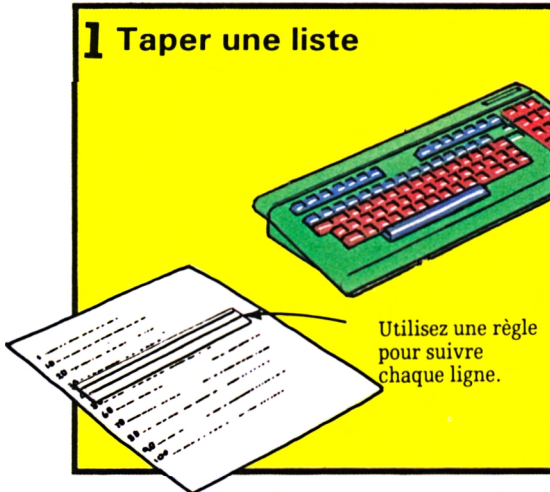
juste après le point d'interrogation constitue la réponse que vous avez faite à l'ordinateur. Vous en saurez plus sur la façon dont fonctionnent les programmes en tournant cette page.

# Faites-les fonctionner sans peine

Quand vous copiez une liste sur votre clavier, toutes les lignes du programme vont se mettre en mémoire. Vous pouvez charger un programme dans votre appareil en utilisant un magnétophone à cassette. Si le programme ne tourne pas après que vous avez tapé RUN, il contient

certainement un bug. Certains bugs causent des « plantages » complets et stoppent l'exécution des programmes. D'autres problèmes inattendus peuvent aussi se produire. Vous trouverez ci-contre quelques indications sur les bugs les plus répandus.

## 1 Taper une liste



## Des bugs dans le programme

Cette illustration montre un programme dans lequel se trouvent de nombreux bugs. Le plus commun d'entre eux, c'est la faute de frappe. Si vous ne tapez pas dans un BASIC correct, l'ordinateur ne va pas comprendre vos ordres. Ce type de bug est appelé « erreur de syntaxe »

(*syntax error*). L'appareil délivre sur l'écran des messages d'erreur quand il rencontre quelque chose qu'il n'arrive pas à reconnaître... soit pendant que vous tapez votre programme, soit après RUN ou LIST. Vous en trouverez ici quelques exemples.

Oubli de guillemets : les mots après PRINT doivent être mis entre guillemets.

10 PRINT "COMBIEN Y A-T-IL DE CROCODILES DANS LA RIVIÈRE?"

20 « VOUS POUVEZ DONNER CINQ RÉPONSES »

Erreur de syntaxe : oubli de PRINT pour dire à l'ordinateur d'afficher cette phrase sur l'écran.

30 LET A=6

40 FOR N=1 TO 5

Instruction inefficace : FOR...TO et NEXT constituent deux parties d'une même instruction demandant à l'ordinateur de répéter plusieurs fois la série d'instructions comprise entre les lignes 40 et celle portant NEXT. Cela constitue une boucle. La partie NEXT de la commande, qui devrait se trouver en ligne 80, n'a pas de numéro de ligne et l'ordinateur ne peut pas la retrouver.

Erreur de syntaxe : ce mot est mal orthographié, la machine ne peut donc pas le reconnaître.

50 ONPUT G

Numéro de ligne manquant : il n'existe pas de ligne 130 dans le programme.

60 IF G=A THEN N=5 : GOTO 130

70 PRINT "FAUX"

NEXT N

90 PRINT "SNAP ! VOUS AVEZ ÉTÉ HAPPE PAR UN CROCODILE"

100 END

110 PRINT "OUF ! MAINTENANT, FUYEZ A TOUTE PAGAIE"

120 OK - C'EST TOUT

Erreur de syntaxe : l'expression n'existe pas en BASIC et l'ordinateur ne peut donc pas le comprendre. Il aurait fallu écrire END.

Voici le programme correct :

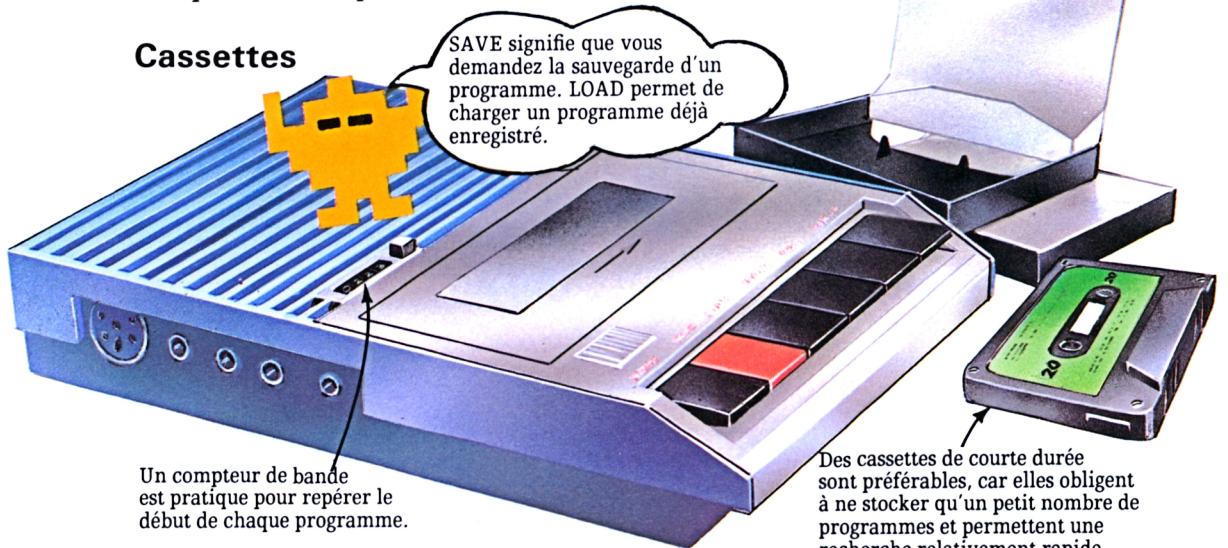
```
10 PRINT "COMBIEN Y A-T-IL DE CROCODILES DANS CETTE RIVIÈRE?"
20 PRINT "VOUS POUVEZ DONNER JUSQU'A CINQ RÉPONSES"
30 LET A=6
40 FOR N=1 TO 5
50 INPUT G
60 IF G=A THEN N=5: GOTO 110
70 PRINT "FAUX"
80 NEXT N
90 PRINT "SNAP ! VOUS VENEZ D'ÊTRE HAPPE PAR UN CROCODILE !"
100 END
110 PRINT "OUF ! MAINTENANT FUYEZ A TOUTE PAGAIE !"
120 END
```

# Comment conserver un programme

Après avoir entré un programme sur votre ordinateur, vous avez intérêt à l'enregistrer sur un magnétophone à cassette pour éviter qu'il ne soit perdu lorsque vous couperez l'alimentation de votre appareil (la RAM s'efface). Vous pouvez aussi utiliser des disquettes, ce qui est encore mieux si vous devez stocker un grand nombre de programmes. Bien entendu, l'emploi d'une imprimante est

conseillé pour garder des traces sur papier de vos données ou pour sortir des listes. Le magnétophone, le lecteur de disquettes et l'imprimante se branchent sur des sorties de l'ordinateur appelées portes d'accès. Celles-ci contiennent des circuits spéciaux (*interfaces*) qui convertissent les codes machine de l'ordinateur en signaux électriques compatibles avec le matériel utilisé.

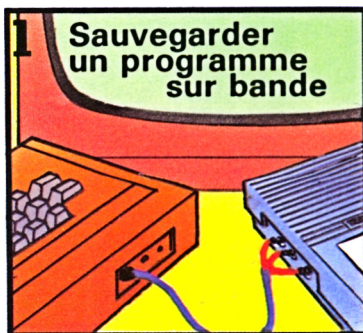
## Cassettes



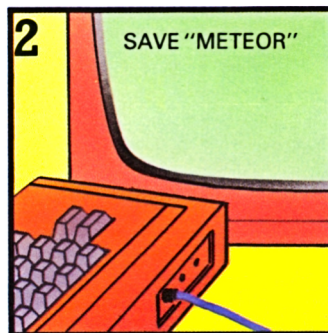
Un compteur de bande est pratique pour repérer le début de chaque programme.

Dans la majorité des cas, un magnétophone à cassette courant fera l'affaire. Attention, cependant : certains ordinateurs, comme le Thomson TO 7, impliquent un enregistreur spécial. Il existe dans le commerce des bandes « données » (*data tapes*), recommandées pour l'enregistrement de programmes ou

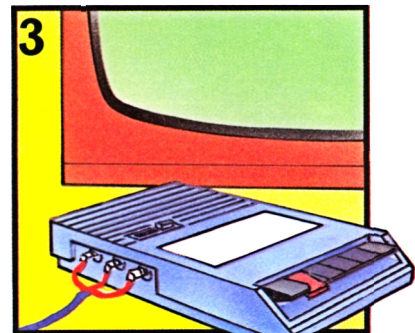
d'informations numériques (provenant d'ordinateurs). Mais, *a priori*, n'importe quelle bande de qualité moyenne peut être utilisée. Sauvegarder ou charger des programmes est quelquefois délicat : après plusieurs essais infructueux, nettoyez la tête d'enregistrement/lecture.



Connectez le magnétophone à cassette sur l'ordinateur en vous conformant à votre notice. Vérifiez la manière dont vous avez établi les connexions (attention aux inversions de fiches).



Ensuite, tapez SAVE suivi du nom de votre programme entre guillemets, pressez simultanément les touches RECORD et PLAY du magnétophone.



Lorsque la bande passera devant les têtes d'enregistrement du magnétophone, le programme sera sauvegardé sous forme d'impulsions magnétiques.

## L'imprimante



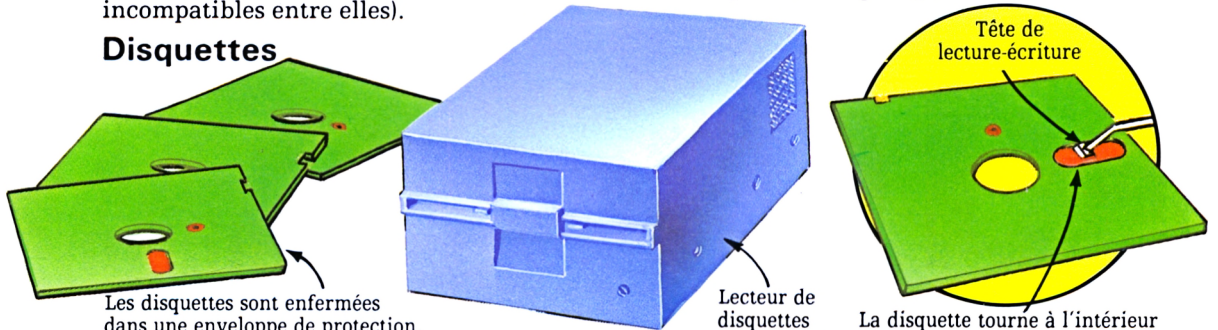
Cette imprimante est très rapide et fournit une bonne qualité de frappe.

Celle-ci coûte beaucoup moins cher, mais travaille plus lentement et sort une moins bonne impression.

Connectée à votre ordinateur, une imprimante permet d'éditer des listes de vos programmes, de copier des fichiers ou des données ou de créer des graphiques. De nombreux ordinateurs utilisent une interface standard appelée RS232 pour connecter l'imprimante (il existe deux types de sorties RS232 : l'une appelée « Série », l'autre « Parallèle » incompatibles entre elles).

Les informations sauvegardées sur papier sont appelées *hard-copy*, copie papier. Vous pouvez tirer de nombreuses copies d'un même programme pour les distribuer à vos amis. Certaines imprimantes travaillent à très grande vitesse : plusieurs lignes par seconde !

## Disquettes



Les disquettes sont enfermées dans une enveloppe de protection, car elles risqueraient de se détériorer au moindre contact avec un corps dur ou gras.

Les disquettes stockent les programmes comme les magnétophones à cassette. La surface des disquettes est lisse, sans sillon. La sauvegarde et le chargement se font à l'intérieur de lecteurs-enregistreurs

Lecteur de disquettes (Disk drive)

Tête de lecture-écriture  
La disquette tourne à l'intérieur de son enveloppe de protection.

connectés aux ordinateurs. La tête d'enregistrement-lecture se déplace rapidement à la surface de la disquette à travers une fente pratiquée dans l'enveloppe de protection. Cette tête peut lire toutes les données enregistrées sur le disque ou bien en écrire de nouvelles.

## Pour en savoir plus



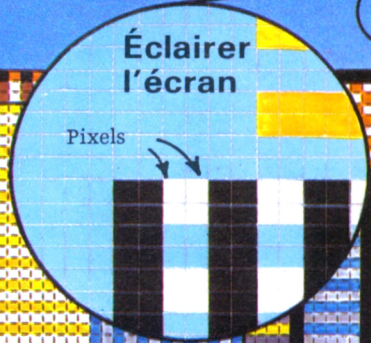
Normalement, lorsque vous conservez un programme, il faut lui donner un nom et le noter dans un répertoire. Pour recharger un programme, il suffira d'en indiquer le nom à l'ordinateur avec éventuellement une instruction particulière (LOAD, RUN...).

Lorsque vous chargez un programme à partir d'une disquette ou d'une cassette, une copie se fait en mémoire. Vous pouvez modifier cette copie ou utiliser des données différentes sans altérer la version stockée dans la cassette ou la disquette.

# Dessins, graphismes et animations

Les ordinateurs produisent des images en allumant sur l'écran de petits points, appelés *pixels*. Les images produites par l'informatique portent le nom de graphismes.

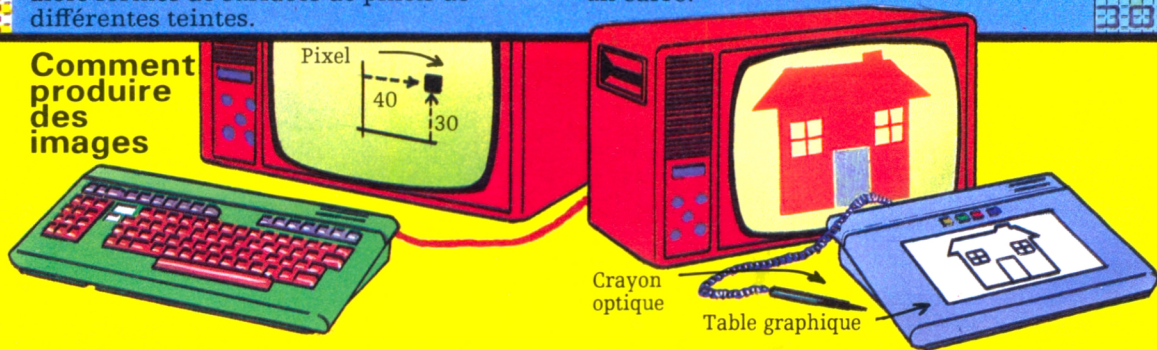
Il est possible de les créer à partir d'instructions simples et de programmes relativement faciles. Certains ordinateurs autorisent même la réalisation d'images en dessinant directement sur l'écran avec un crayon optique ou avec un accessoire spécial appelé table graphique.



Si vous regardez de près une image informatique, vous percevrez tous les pixels qui la composent. De nombreux ordinateurs peuvent produire des images en couleur s'ils sont connectés à des téléviseurs couleurs : les graphismes sont alors formés de surfaces de pixels de différentes teintes.

Les caractères (comme les lettres ou les symboles) sont, eux aussi, composés de pixels. L'ordinateur divise l'écran en rangées de carrés invisibles, et chaque caractère se forme par l'éclaircissement de différentes combinaisons de pixels dans un carré.

## Comment produire des images



Dans un programme graphique, vous indiquez à l'ordinateur quel pixel allumer en tapant ses coordonnées. Elles donnent pour chaque point de l'image sa hauteur sur l'écran et sa position en partant de la gauche selon une mesure exprimée en nombre de pixels.

Une table graphique est constituée d'une surface sensible à la pression et recouverte d'une grille. Vous placez votre image à reproduire sur cette grille et retracez ses contours avec un crayon spécial. Automatiquement, l'ordinateur enregistre les coordonnées de chaque pixel.

## Qualité de l'image



Pour allumer chaque pixel séparément, il faut une capacité de mémoire très importante. Aussi beaucoup d'ordinateurs opèrent par groupes entiers et tous les pixels d'un groupe ont la même couleur.



Un ordinateur doté d'une plus grande capacité de mémoire créera des images à partir de plus petits groupes de pixels et générera ainsi des images plus réalistes appelées graphismes à haute résolution.



Un ordinateur sait aussi animer des images en allumant et éteignant des groupes de pixels les uns à la suite des autres si rapidement qu'il en résulte une réelle impression de mouvement.

Le nombre de caractères que l'on peut mettre sur un écran dépend du nombre de carrés, et celui-ci varie suivant les ordinateurs. Avec un modèle qui divise l'écran en 30 colonnes et 20 rangées, il est possible d'afficher 20 lignes de 30 caractères.



Crayon optique

Vous pouvez écrire sur l'écran en le touchant avec un crayon optique. En traçant une ligne, le rayon envoie l'ordre à l'ordinateur d'éclairer des pixels le long de cette ligne. Le crayon peut « voir » ce qui est éclairé sur l'écran et donner à l'ordinateur la position des pixels par rapport au faisceau lumineux.

# Bruitages et musique

De nombreux ordinateurs peuvent jouer des morceaux de musique ou générer des effets sonores. Certains, même, sont doués de la parole. Les appareils capables de créer des sons disposent de circuits spéciaux appelés synthétiseurs. Sur de nombreux appareils, ces synthétiseurs doivent être achetés en option.

Pour ordonner à l'ordinateur de produire un son particulier, il suffit de taper une commande comme SOUND ou BEEP, suivie de chiffres précisant la note à jouer et sa durée.

## 1 Faire de la musique

Vous pouvez acquérir des programmes musicaux en cassette. Certains produisent en même temps des images relativement sophistiquées, véritables spectacles audiovisuels.

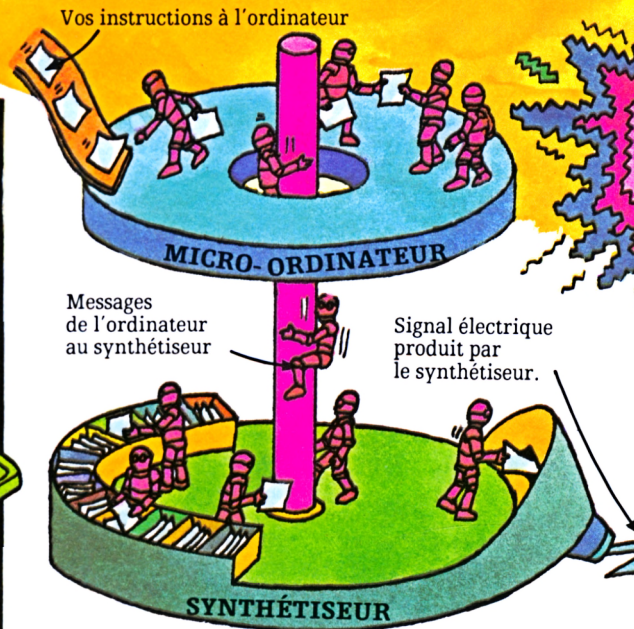


A moins que vous ne préfériez concevoir vos propres programmes musicaux en entrant des instructions correspondant à chaque note. Certains ordinateurs peuvent émettre plusieurs notes à la fois ainsi que leurs harmoniques. Ils disposent ainsi de plusieurs « voix ».

## 2

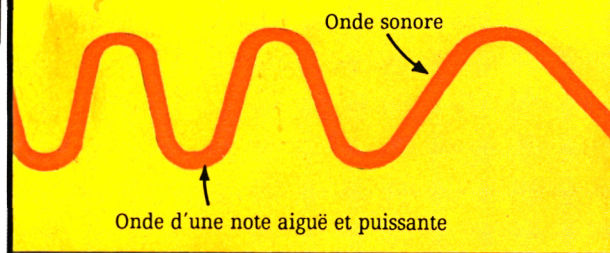


Il y a encore une autre façon de dire à l'ordinateur quelles notes jouer. Des programmes inscrivent en effet sur votre écran une portée qu'il vous suffira de remplir à l'aide d'un crayon optique.



Lorsque vous tapez une instruction pour produire un son, l'ordinateur envoie un message au synthétiseur en langage machine indiquant le son à générer. Le synthétiseur produira un signal électrique qui sera amplifié avant d'être transmis à un haut-parleur, dont le rôle

## Plus avant dans le son



Les vibrations de l'air engendrées par le haut-parleur s'appellent des ondes sonores. Celles-ci ont des formes différentes suivant les sons reproduits. Par exemple, à une note de musique très aiguë et puissante correspondra une onde de fréquence élevée. La valeur des

Vous pouvez programmer certains ordinateurs pour imiter des bruits de pas ou des sonneries de téléphone.

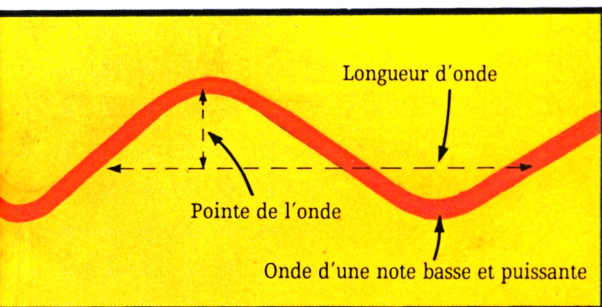


### LE HAUT-PARLEUR

Certains appareils sont équipés d'un haut-parleur intégré dans la console. Mais la plupart utilisent le haut-parleur du téléviseur dont il est possible de régler le volume.

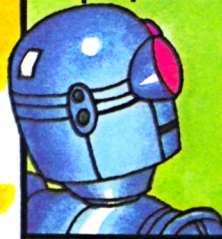
### AMPLIFICATEUR

consiste à transformer le signal électrique en ondes sonores. Des signaux différents provenant du synthétiseur feront vibrer le haut-parleur à des vitesses distinctes pour produire des sons différents.



« pointes » de l'onde indiquera la puissance de la note tandis que la longueur d'onde correspondra à la hauteur du son (grave ou aigu). Les variations du volume et des pointes d'un son durant une période de temps, sont appelées « enveloppes ».

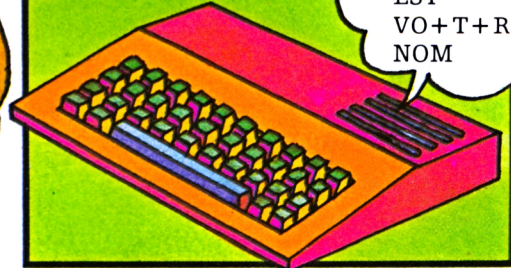
## 1 Des machines qui parlent



CE  
CH+AT  
EST  
UN  
RO+BOT

Il est plus difficile pour un ordinateur de parler que de produire de la musique, car les sons qui permettent de reproduire la parole sont beaucoup plus complexes. La plupart des mots sont composés de plusieurs sons; ainsi CH+AT ou RO+BOT.

## 2



QU+EL  
EST  
VO+T+RE  
NOM

En utilisant un synthétiseur, l'ordinateur assemble des sons pour créer des mots selon des règles très précises stockées en mémoire. La « synthèse vocale » a été surtout utilisée pour les aveugles ne pouvant pas lire les données affichées sur un écran ou pour l'enseignement de la lecture aux jeunes enfants.

## 3



Cette ville n'est pas assez grande pour nous deux, Jo.

Il est encore plus difficile pour un ordinateur de comprendre la parole. Et les programmes qui permettent de reconnaître tous les sons et le sens des mots sont extrêmement sophistiqués. Parce que chaque personne a une voix bien à elle.

# Voyage à l'intérieur de la console

Les illustrations de ces deux pages vous montrent l'intérieur d'un petit ordinateur. Tous les modèles possèdent au moins les éléments de base décrits ici; certains – les plus sophistiqués – comprennent davantage de composants.

Les parties les plus importantes d'un ordinateur sont les pastilles, appelées aussi « puces » – les quatre boîtiers noirs bien visibles sur le dessin. C'est sous la forme d'impulsions électriques que les informations circulent dans l'ordinateur. Des circuits en métal, imprimés sur une plaque d'isolant, guident ces signaux à travers les puces. Mais pour en savoir plus, lisez attentivement les pages qui suivent.

## Boîtier ROM

Le programme permanent contenant toutes les données de base essentielles au fonctionnement de l'ordinateur est stocké ici.

## Régulateur de tension

Il régule le courant provenant du bloc d'alimentation secteur et délivre une basse tension (quelques volts).

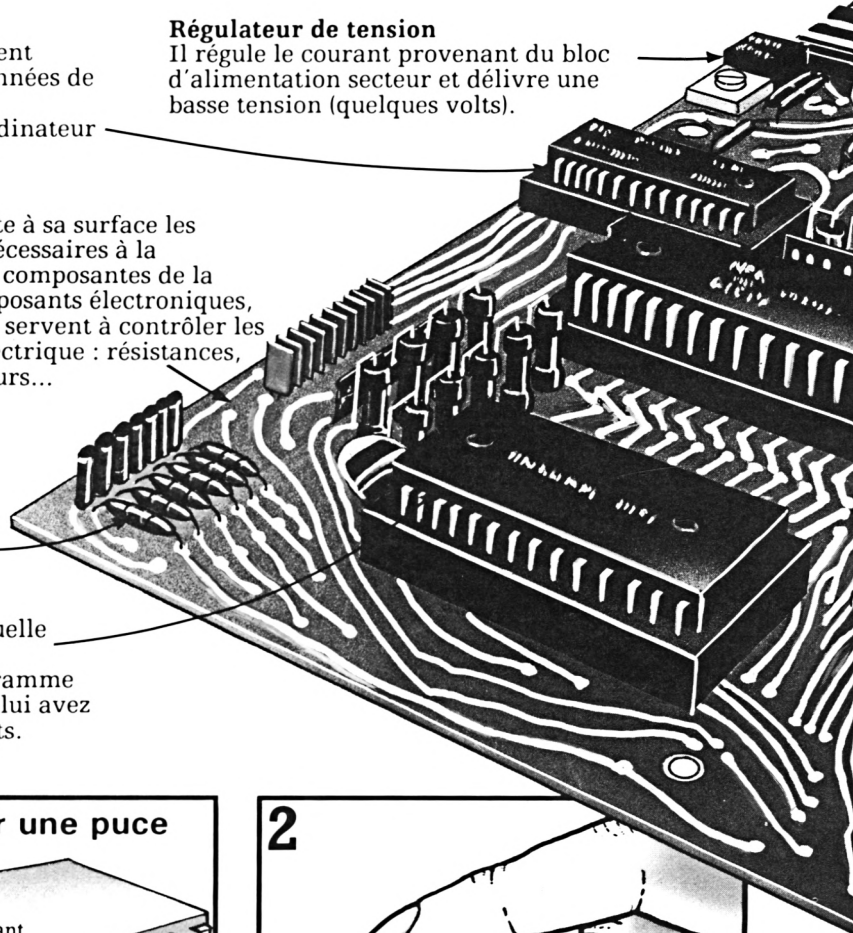
## Circuit imprimé

Support isolant qui porte à sa surface les liaisons conductrices nécessaires à la connexion des diverses composantes de la machine. D'autres composants électroniques, disposés sur ce support, servent à contrôler les échanges de courant électrique : résistances, transistors, condensateurs...

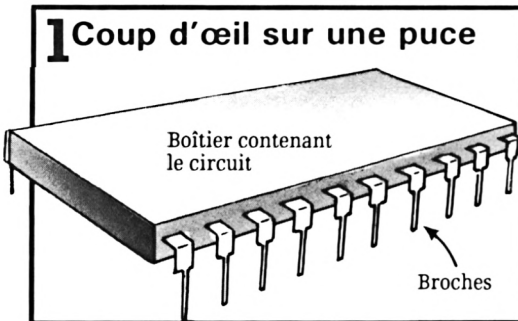
Résistance

## Boîtier RAM

Mémoire vive dans laquelle l'ordinateur stocke provisoirement le programme et les données que vous lui avez entrées ou qu'il a produits.

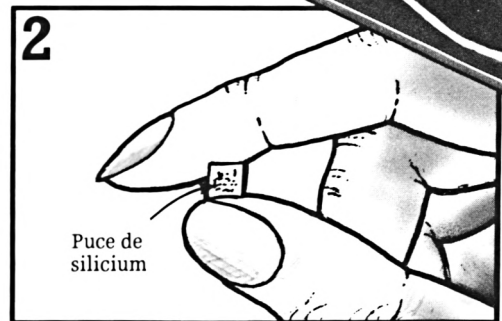


## 1 Coup d'œil sur une puce



La puce est une petite surface, en général de silicium, protégée par un boîtier, et capable de supporter un ou plusieurs circuits intégrés, très compliqués et précis. Quant aux broches de métal qui sortent du boîtier, elles servent aux entrées et sorties des signaux électriques.

## 2



Cette illustration vous montre la taille véritable d'une puce... pas plus épaisse qu'un ongle et pouvant contenir plusieurs dizaines de circuits différents gravés dans le silicium. Le nom exact d'une puce est circuit intégré. (Integrated Circuit, IC.)

### Unité logique spéciale

Il s'agit d'une puce spéciale, qui contient des instructions ou des commandes spécifiques à chaque modèle d'ordinateur.

**Connecteurs** pour raccorder l'écran TV, l'alimentation secteur, un magnétophone à cassette, une imprimante...

### Modulateur

Cet appareil convertit les informations délivrées par l'ordinateur et destinées à être affichées sur écran, en signaux de télévision.

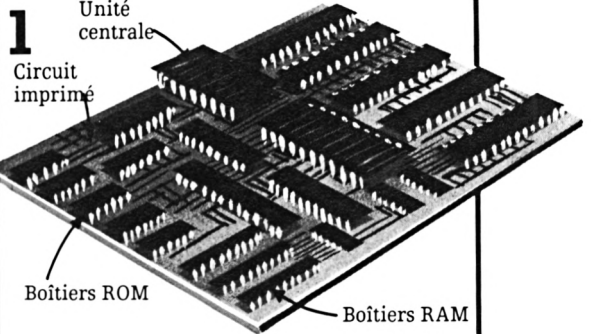
### Microprocesseur

L'unité centrale organise tout le fonctionnement. Elle exécute les instructions de vos programmes et contrôle la circulation des informations provenant de la console, entrant ou sortant de la RAM, de la ROM. Elle contient une « horloge » à quartz battant plusieurs millions de fois par seconde et régulant la circulation des signaux électriques dans l'ordinateur.

**Connecteurs** C'est là que s'enfichent des modules complémentaires (mémoires additionnelles, interfaces...). Les connecteurs de métal conduisent les signaux électriques provenant ou se dirigeant vers ces modules.

Ces trous correspondent aux endroits où les circuits de métal traversent le circuit imprimé pour se poursuivre sur l'autre face.

## Et les gros ordinateurs?



Les ordinateurs les plus puissants ont des capacités mémoires très importantes et comportent un très grand nombre de puces. Ici, un circuit imprimé portant plus d'une dizaine de puces permettant d'accroître les capacités de traitement ou de mémorisation.



Les gros ordinateurs utilisés dans l'industrie comportent des centaines de plaques de circuits imprimés réunies dans des coffrets disposés en rangées dans des locaux réservés au matériel informatique. Ces calculateurs peuvent réaliser une grande quantité d'opérations en même temps.

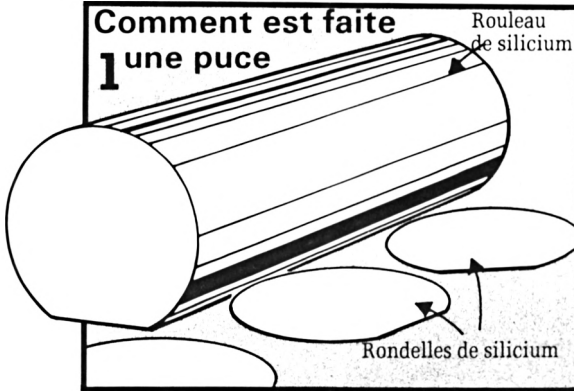


Un mini-ordinateur est une version plus petite de gros systèmes. Il ne comporte que quelques boîtiers de circuits imprimés et est plutôt utilisé pour réaliser un type défini de tâches (comptabilité ou la constitution et la gestion de banques de données).

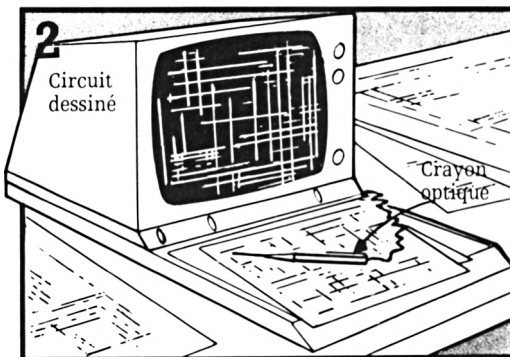
# A l'intérieur d'une puce

Chaque puce qui équipe un ordinateur se compose de circuits conçus pour une utilisation spécifique. L'illustration de droite montre deux puces de silicium très agrandies. L'une est un microprocesseur et l'autre une ROM. Vous pouvez voir les dessins des différentes connexions sur chacune d'elles. Ces connexions sont si petites et si compliquées que des tests très sévères doivent être faits à plusieurs stades de fabrication pour éliminer les puces défectueuses.

## Comment est faite une puce



Les puces sont fabriquées à partir de cristal de silicium très pur. Ce dernier est façonné en rouleau, puis coupé en rondelles de 100 millimètres de diamètre sur 0,5 d'épaisseur. Chaque rondelle permet de réaliser 500 puces. Le silicium, très abondant dans la nature, constitue donc une matière première peu chère.

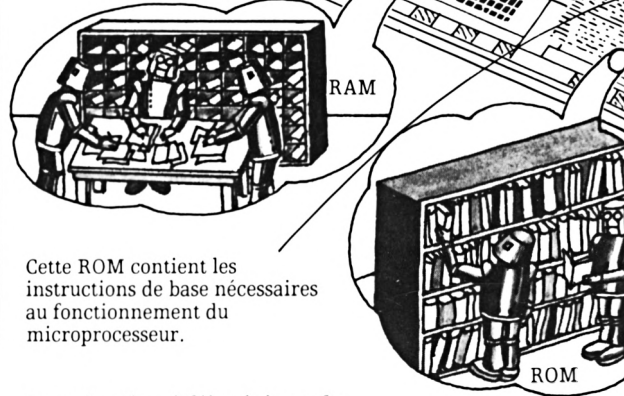


Les ordinateurs eux-mêmes participent à la conception des circuits des puces. Ici, un crayon optique est utilisé pour modifier le dessin d'un circuit : celui-ci sera ensuite réduit par l'ordinateur à la dimension exacte d'une puce.

## Microprocesseur

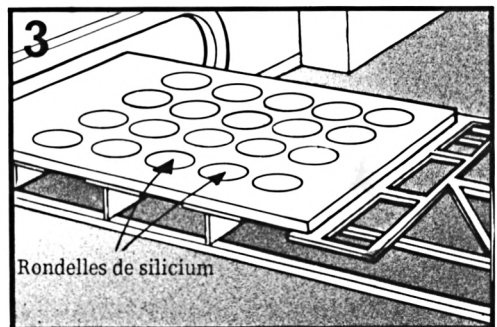
Un microprocesseur est souvent assimilé à un véritable ordinateur tenant dans une puce de silicium. Il possède différentes sortes de circuits et peut, en fait, réaliser à lui seul le travail d'un petit ordinateur. Le nom « micro-ordinateur » a d'ailleurs été formé d'après « microprocesseur ».

Voici les circuits de mémoire vive du microprocesseur. Les informations dont il a besoin pour effectuer un travail particulier sont stockées ici.

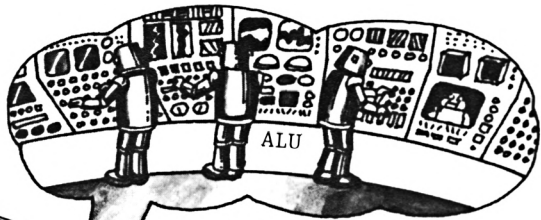


Cette ROM contient les instructions de base nécessaires au fonctionnement du microprocesseur.

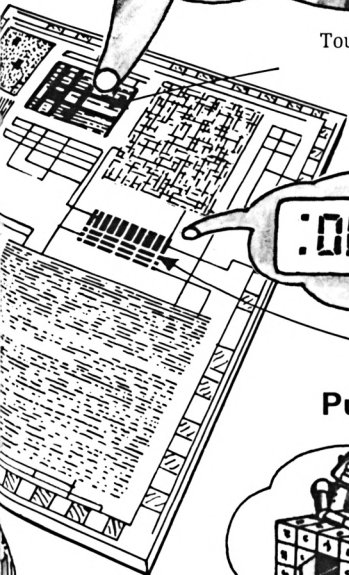
Les circuits, à l'intérieur du microprocesseur, sont reliés entre eux par des « bus ». Les broches métalliques qui sont reliées au circuit imprimé et qui permettent de connecter le microprocesseur à d'autres puces s'appellent aussi des bus.



Les dessins des circuits sont reproduits sur les puces par procédé photographique avant que les rondelles de silicium soient introduites dans un four. Ensuite un ensemble de phénomènes chimiques permettra aux circuits de se graver dans le silicium.



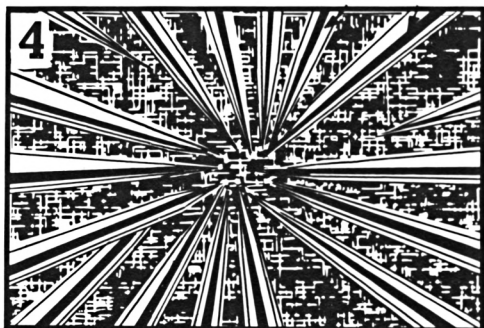
Tous les calculs et traitements « informatiques » sont réalisés dans les circuits de l'unité logique et arithmétique (Arithmetic and Logic Unit, ALU).



L'horloge contrôle la vitesse à laquelle travaille le microprocesseur.

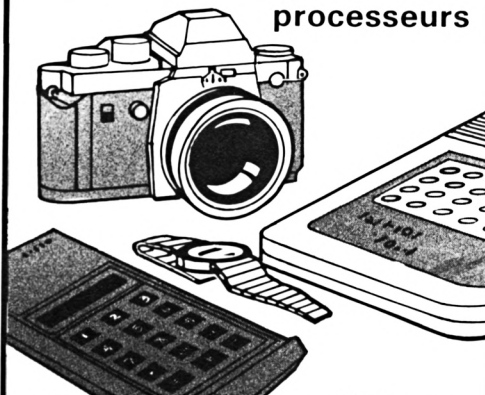
### Puce de mémoire

Les circuits d'une puce destinée à mémoriser des données ou des instructions sont semblables à des centaines de petites boîtes empilées les unes à côté des autres. Dans une ROM, chaque boîte contient une information, tandis que les casiers des RAM sont vides.

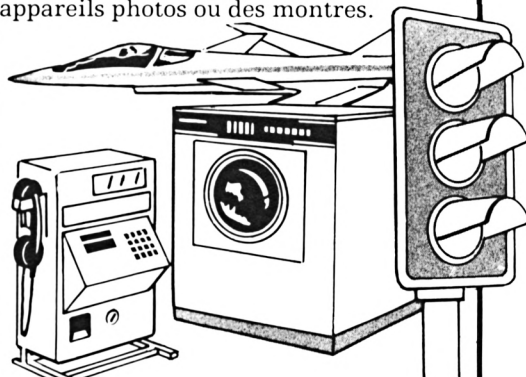


Plusieurs circuits peuvent être réalisés dans une même puce... ce qui peut prendre plusieurs semaines. Enfin les rondelles sont testées sous microscope pour repérer les puces défectueuses.

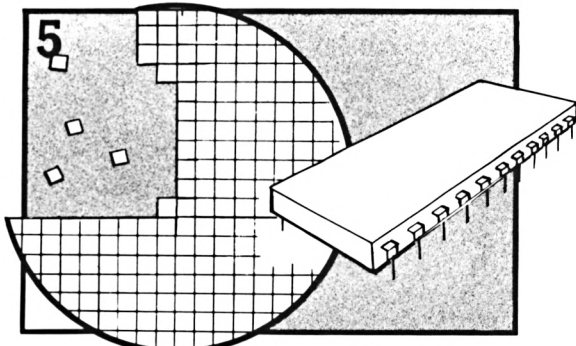
## Le monde des micro-processeurs



Les microprocesseurs sont utilisés pour contrôler ou assurer le fonctionnement de toutes sortes d'appareils. Ils sont si petits et légers qu'ils peuvent être placés dans des objets tels que des appareils photos ou des montres.



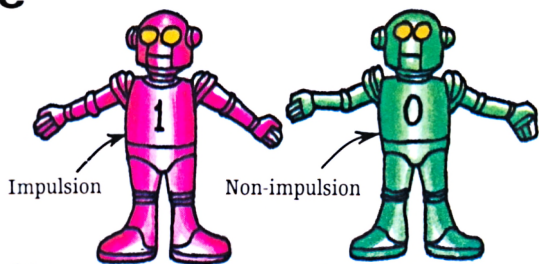
Les microprocesseurs ont remplacé de nombreux systèmes électromécaniques aujourd'hui démodés, tels ceux qui équipaient les machines à laver ou les téléphones à pièces.



Les rondelles de silicium sont ensuite découpées en puces à l'aide d'un diamant. Les puces défectueuses sont éliminées, les autres placées dans des boîtiers de protection qui peuvent être raccordés à des circuits imprimés.

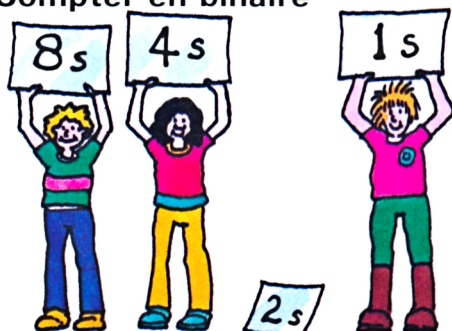
# Comment une puce travaille

Les circuits qui se trouvent à l'intérieur d'une puce comprennent des centaines de petits composants, appelés transistors, traversés par des impulsions électriques très rapides. Certains de ces transistors sont connectés entre eux de telle sorte qu'ils forment des portes laissant passer ou stoppant – sous certaines conditions – le courant. Grâce à de tels dispositifs, sont créées les suites



d'impulsions ou de « non-impulsions ». Le code machine se compose de deux signaux seulement : l'un correspond à une impulsion, l'autre à une absence d'impulsion. Il s'agit d'un code binaire dans lequel ces deux signaux sont représentés par les valeurs 1 et 0.

## Compter en binaire



$$(1 \times 8) + (1 \times 4) + (0 \times 2) + (1 \times 1) = 13$$

13 s'écrit 1101 en binaire

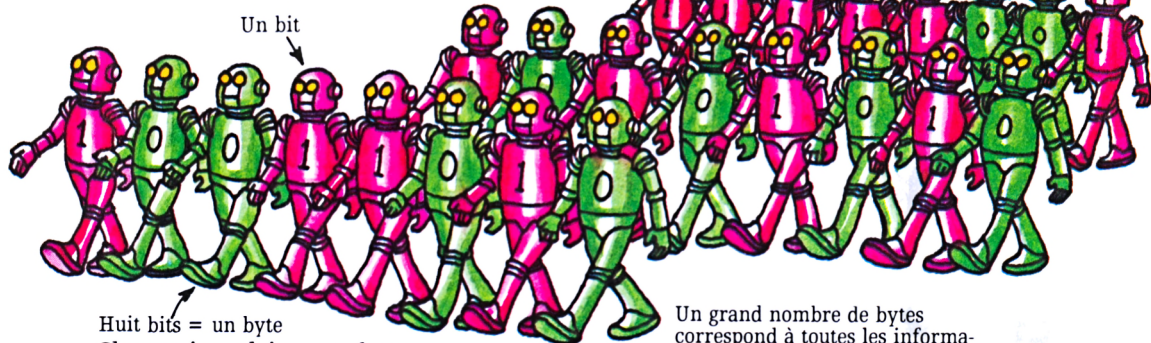
Les nombres binaires s'écrivent à l'aide de deux chiffres, 1 et 0. Ils sont placés de manière à représenter des valeurs particulières : 1 placé en 1<sup>re</sup> position à droite vaudra 1, placé en 2<sup>e</sup> position il vaudra 2, en 3<sup>e</sup> 4, en 5<sup>e</sup> 8, en 6<sup>e</sup> 16, etc.



$$(4 \times 1000) + (0 \times 100) + (2 \times 10) + (1 \times 1) = 4021$$

Le système de numération décimale est fondé sur le même principe que le binaire, mais fait appel à 10 chiffres (de 0 à 9). Ces chiffres ont aussi des valeurs différentes suivant la place qu'ils occupent dans le nombre qu'ils composent.

## Pour en savoir plus sur le langage machine



Huit bits = un byte  
Chaque impulsion ou absence d'impulsion est appelée un « bit », abréviation de *binary digit* (chiffre binaire). De nombreux ordinateurs utilisent des groupes de 8 bits pour représenter des parties d'informations. Chaque groupe de 8 bits s'appelle un « byte » ou octet.

Un grand nombre de bytes correspond à toutes les informations utilisées par l'ordinateur.

Il y a 256 façons de placer des 1 et des 0 dans un byte. C'est grandement suffisant pour représenter chaque symbole et caractère du clavier par un seul byte, ainsi que pour coder de la couleur et des sons.

# Comment l'ordinateur traite les informations

L'ordinateur traite les informations en faisant passer des impulsions en code machine à travers différents circuits combinatoires, appelés portes, qui réagissent de différentes manières.

Les points auxquels aboutissent les signaux s'appellent des terminaux. Certaines portes reçoivent deux signaux mais n'en émettent qu'un. Voici trois types de portes :



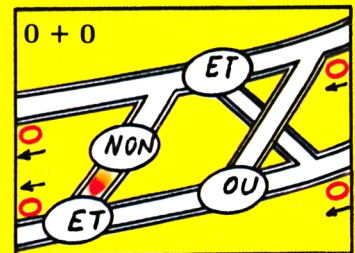
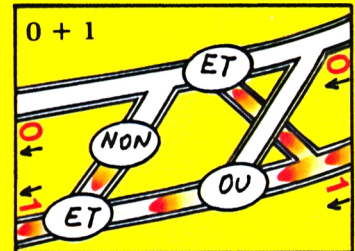
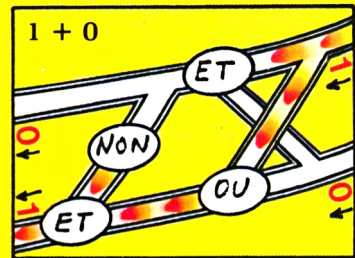
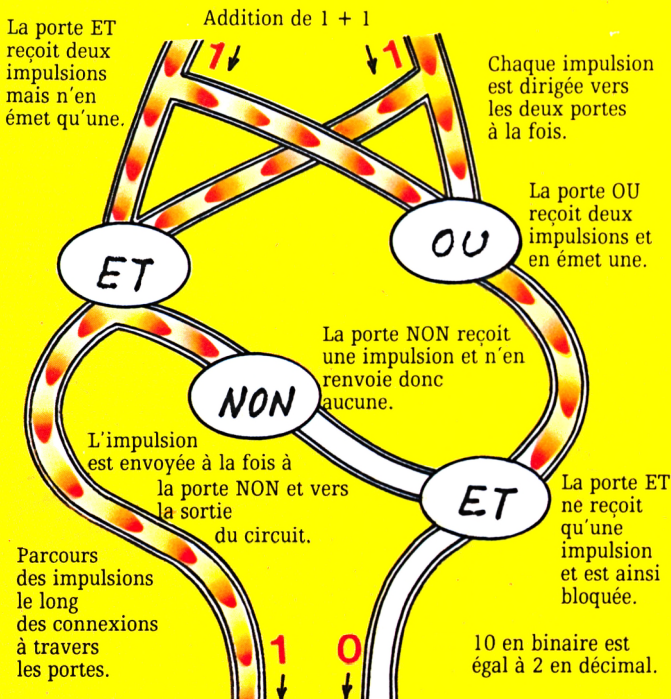
Une porte ET émet une impulsion seulement si elle en a reçu une sur chacun de ses terminaux.

Une porte OU n'envoie une impulsion que si elle en a reçu au moins une sur un de ses terminaux.

Une porte NON ne possède qu'un terminal. Elle n'émet une impulsion que si elle n'en reçoit pas.

## Comment l'ordinateur fait une addition

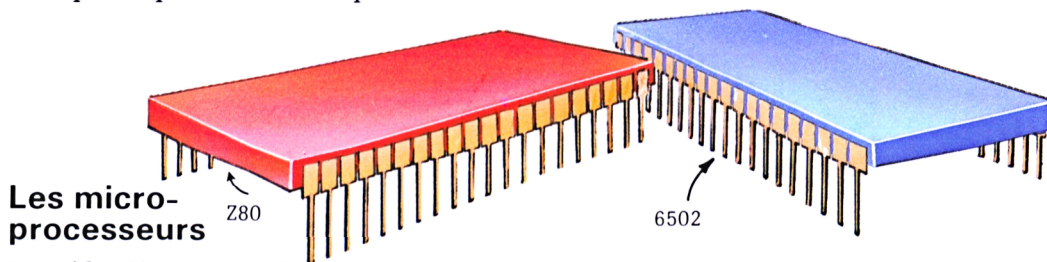
Cette illustration montre comment le calculateur se sert de portes pour additionner des chiffres binaires (1 + 1, 1 + 0, 0 + 1, 0 + 0). Et toutes les instructions ou les commandes que vous donnez à un ordinateur se réduisent à des opérations aussi simples que cela :



Voici quelques autres exemples d'addition utilisant le même circuit.

# A propos des puces

La façon dont travaille un ordinateur dépend du type de puce qu'il contient. Les appareils équipés des mêmes microprocesseurs utilisent le même code machine. Les interpréteurs traduisant le BASIC en langage machine sont stockés dans des ROM. C'est pourquoi, lorsque des ordinateurs disposent de ROM identiques, ils peuvent comprendre le même langage BASIC... Le BASIC est un langage qui se rapproche plus de celui des hommes que du code machine. Aussi les ordinateurs ont-ils besoin de « traducteurs », d'« interpréteurs » assez complets. Des langages comme le BASIC sont déjà relativement évolués. Il en existe d'autres, moins évolués, mais plus proches du langage machine, et qui peuvent donc être interprétés plus facilement par l'ordinateur.



## Les microprocesseurs

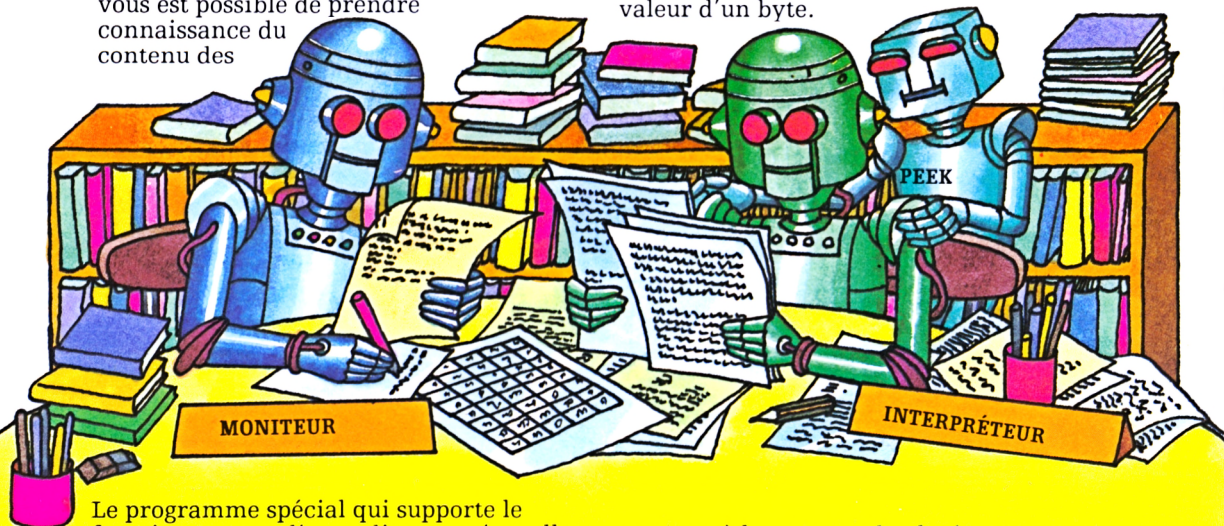
Parmi les divers types de microprocesseurs actuellement sur le marché, deux d'entre eux se retrouvent dans la majorité des micro-ordinateurs grand-public : le Z80 et le 6502. Les différences qui existent entre eux tiennent essentiellement à l'organisation de leurs circuits internes, car leur aspect

est identique. Les instructions concernant les opérations à mener, inscrites dans les ROM, doivent être écrites dans le langage machine correspondant au microprocesseur à commander. Ainsi, pour le Z80, les instructions devront être en code machine Z80.

## A l'intérieur d'une ROM

La ROM est organisée comme un assemblage de petites cases portant toutes des numéros, des adresses et contenant chacune une information (un *byte*). Il vous est possible de prendre connaissance du contenu des

cases-mémoires en tapant l'instruction PEEK, suivie d'un numéro d'adresse que vous aurez choisi parmi ceux indiqués dans la notice de votre appareil. PEEK vous permet en fait d'afficher à l'écran un nombre décimal correspondant à la valeur d'un byte.



Le programme spécial qui supporte le fonctionnement d'un ordinateur s'appelle le moniteur. Il est stocké dans une ROM avec l'interpréteur. Une des fonctions du moniteur consiste à détecter quelle touche a été pressée sur le clavier : recevant un signal électrique de la touche sur laquelle vous avez appuyé, il le

compare à la « carte » du clavier pour trouver quel byte correspond à cette touche. La plupart des micro-ordinateurs utilisent le Code ASCII (American Standard Code For Information Interchange) dans lequel chaque caractère ou signe correspond à un byte.

## A l'intérieur de la RAM

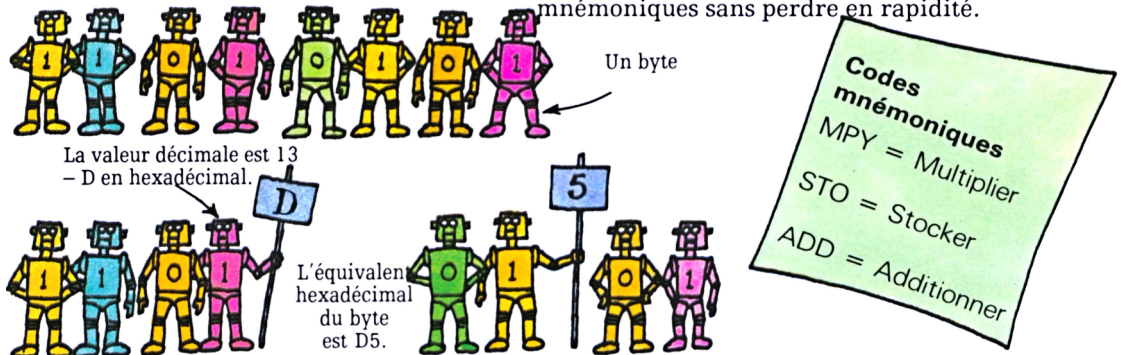
<b>Systèmes variables :</b>	Ces emplacements contiennent des informations telles que les caractères qui se forment sur l'écran.
<b>Mémoire programme :</b>	Là où est stocké le programme.
<b>Liste de visualisation :</b>	L'ordinateur y range une copie en code-machine de ce qui est affiché à l'écran.
<b>Variations :</b>	C'est ici que les données sont stockées.
<b>Ligne en cours et mémoire disponible :</b>	Elles contiennent la ligne qui est en cours de frappe.
<b>Pile calculateur :</b>	Le CPU réalise ici quelques opérations.
<b>Mémoire de secours :</b>	Espace qui sert à mémoriser des informations qui ne peuvent tenir dans d'autres RAM trop pleines.
<b>Pile machine :</b>	Le CPU utilise cet espace pour stocker, par exemple les numéros de ligne de programme.
<b>Pile GOSUB :</b>	Ici est mémorisé le numéro de la ligne de programme sur laquelle doit revenir l'ordinateur après une instruction GOSUB.

La RAM est divisée en plusieurs parties stockant différentes sortes d'informations. Vous pouvez utiliser l'instruction PEEK pour la RAM comme pour la ROM. Pour changer le contenu d'une case mémoire de la RAM, il suffit de taper POKE suivi d'une adresse et d'un nombre (cette opération est impossible avec une ROM qui est une mémoire permanente). La notice de votre ordinateur vous indiquera quelle partie de la RAM « paker » sans risquer de bloquer vos programmes ou de modifier des éléments essentiels au fonctionnement de votre appareil. Vous pouvez utiliser POKE dans l'espace réservé aux systèmes variables. Vous pouvez aussi stocker des données dans la mémoire de secours et les retrouver avec PEEK.

## Programmer en langage machine

Si vous vous « amusez » à programmer en langage machine, votre ordinateur peut exécuter vos instructions très rapidement, sans avoir à les interpréter. Pour les jeux, par exemple, c'est très

utile. Programmer à l'aide de suites de nombres binaires est fastidieux; il est préférable d'utiliser des langages un peu plus évolués faisant appel par exemple aux codes hexadécimaux ou à des codes mnémoniques sans perdre en rapidité.

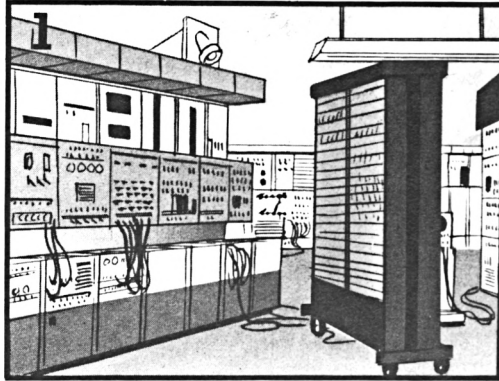


L'hexadécimal est un système de numération à 16 chiffres : les valeurs 10 à 15 sont représentées par les lettres A à F. Un byte de 8 bits peut être écrit sous la forme de deux chiffres hexadécimaux : il suffit pour cela de diviser chaque byte en deux groupes de 4 bits et de transformer ces derniers en chiffres hexadécimaux. Un code mnémotique est constitué par

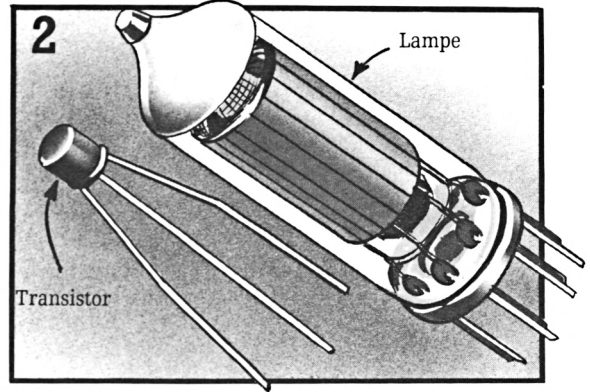
un ensemble de mots abrégés qui correspondent à certaines instructions particulières comprises par l'ordinateur. Chaque abréviation recouvre en fait une « chaîne d'opérations » à exécuter. Les langages de bas niveau sont beaucoup plus faciles à convertir en code machine. C'est pourquoi ils emploient des interpréteurs de taille plus réduite.

# Histoire de la micro-informatique

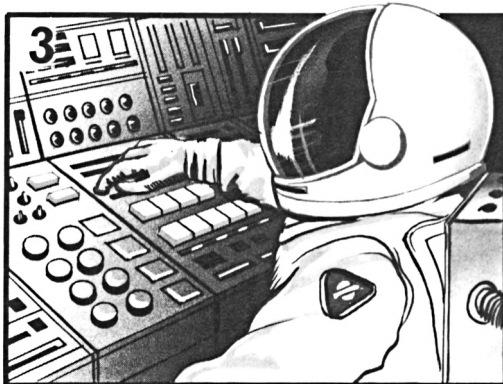
Les premiers calculateurs électroniques furent construits en Grande-Bretagne durant la Seconde Guerre mondiale. A la différence des premières machines à calculer mécaniques, ils étaient programmables et disposaient de véritables mémoires. Ces calculateurs furent utilisés par des chercheurs pour trouver les clés des codes secrets ennemis et pour suivre la trajectoire des avions. Les informations les concernant furent tenues « top secret » durant plusieurs années. Lorsque vint la fin des hostilités, quelques grandes sociétés et des États commencèrent à utiliser des ordinateurs... Mais ils étaient les seuls à pouvoir s'offrir de tels moyens. Depuis, les ordinateurs sont devenus moins chers, plus petits et plus puissants. Cela a conduit au développement de micro-ordinateurs à la portée de tous, même des non-spécialistes.



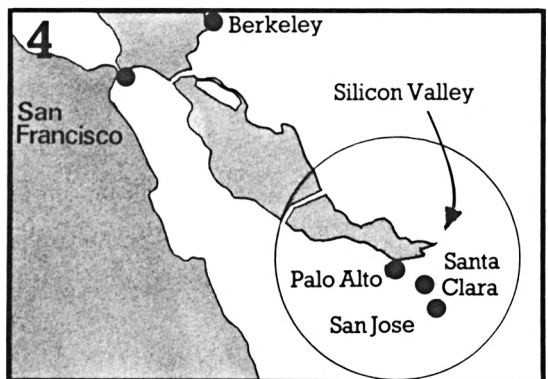
Le premier ordinateur fut construit avant que le transistor ne soit inventé. Ses circuits comportaient environ 18 000 lampes mesurant chacune une dizaine de centimètres de haut, faites de métal et de verre ! Le nombre de pannes était impressionnant et les ingénieurs qui travaillaient avec ces machines passaient un temps fou à localiser les lampes défectueuses...



C'est dans les années cinquante que les transistors sont mis au point aux États-Unis. Capables d'accomplir le même travail que les lampes, ils s'avèrent beaucoup moins chers, plus petits et plus rapides. Peu à peu, les transistors remplacèrent les lampes dans toutes sortes d'appareils électroniques, des postes de radio aux ordinateurs.



Puis, dans les années soixante, le gouvernement américain, engagé dans la conquête de l'espace, a besoin de calculateurs puissants et de petites dimensions pour ses fusées. Il finance la recherche dans le domaine des circuits intégrés, qui consistent en une combinaison de plusieurs transistors à l'intérieur d'une pastille de silicium.



Les puces de silicium connaissent alors un succès énorme et donnent naissance à une nouvelle technique : la micro-électronique. L'endroit où se concentre toute la recherche dans ce domaine fut la Santa Clara Valley, en Californie, aujourd'hui connue sous le nom de Silicon Valley (la vallée du Silicium).

## Les générations de calculateurs

L'ENIAC avait les dimensions d'une maison et pesait 30 tonnes.

Il coûtait un demi-million de dollars et consommait 200 kilowatts.

Il pouvait réaliser deux additions en 3 milliardièmes de seconde.

Toutes les 7 ou 8 minutes, une lampe tombait en panne !

1945

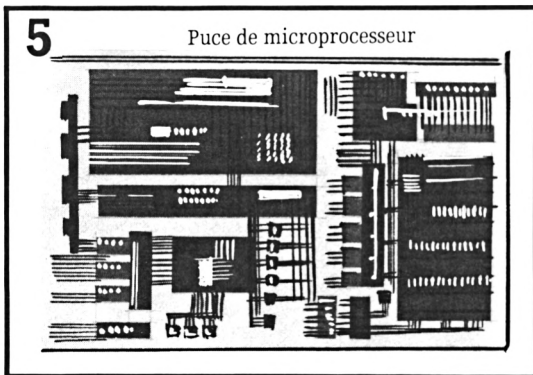
Quatre générations d'ordinateurs se sont succédé, correspondant à des machines de plus en plus petites et puissantes. Les calculateurs à lampes correspondent à la première génération. (Un des premiers d'entre eux, l'ENIAC, nécessita 2 années de construction et fut opérationnel en 1945.) La deuxième génération vit le jour avec l'apparition des transistors. La troisième fit largement appel à l'emploi de puces dans les calculateurs. Enfin, la quatrième correspond à l'invention des microprocesseurs et à l'ultraminiaturation des composants.

Une puce est plus petite et plus mince qu'une lentille de contact.

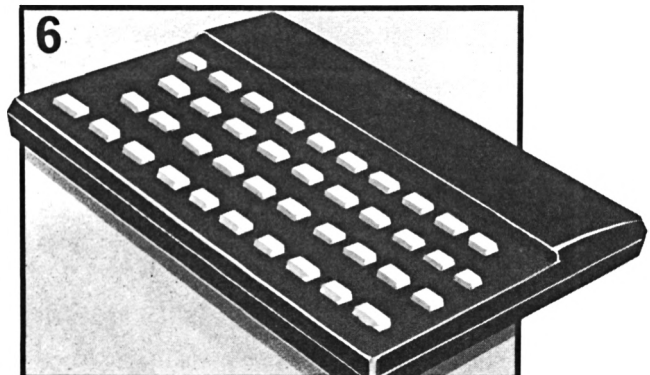
Elle coûte moins de 5 dollars et peut additionner deux nombres en un dix-millionième de seconde.

Elle ne tombe presque jamais en panne et consomme très peu d'énergie.

1980



Un progrès décisif est réalisé en 1971, lorsqu'il devient possible de faire entrer tous les composants d'un ordinateur dans une puce... appelée microprocesseur. Un ordinateur qui, hier, occupait une pièce entière, pouvait désormais tenir sur un morceau de silicium de 5 mm<sup>2</sup>.

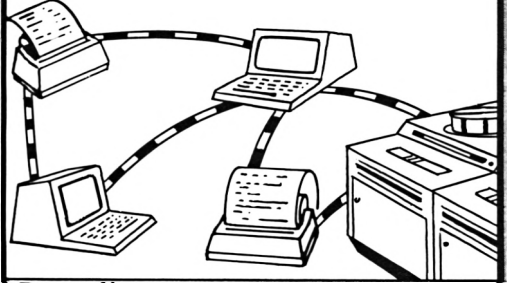


Grâce à cette nouvelle technologie, put être entreprise la fabrication de micro-ordinateurs utilisables pour des travaux ne demandant ni les performances de gros systèmes, ni la compétence de techniciens. Et l'on peut aujourd'hui acheter des ordinateurs de la taille d'un livre et pour le prix de quelques-unes des anciennes lampes.

# Réseaux d'ordinateurs

Vous pouvez mettre en communication deux ordinateurs n'importe où dans le monde, à condition de disposer des connexions nécessaires et de pouvoir se brancher sur un réseau. Vous pouvez utiliser aussi bien votre ligne téléphonique que des réseaux passant par des satellites. Pour se comprendre, les ordinateurs doivent fonctionner avec des programmes spéciaux traduisant les langages et convertissant les vitesses d'émission et de réception des uns et des autres. Cela pour transmettre des informations ou des programmes. Car tout ce qui est dans la mémoire d'un ordinateur peut être transmis à un autre.

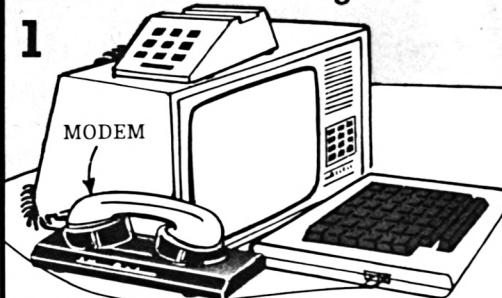
## Utiliser un réseau



Des ordinateurs peuvent communiquer entre eux par des réseaux spécialisés accessibles par l'intermédiaire de lignes téléphoniques normales. Pour les utiliser, il faut se faire reconnaître par un « mot de passe ». On peut ainsi établir des communications entre différents ordinateurs ou périphériques.

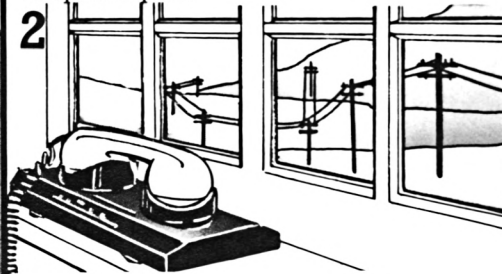
## Un ordinateur en ligne

1

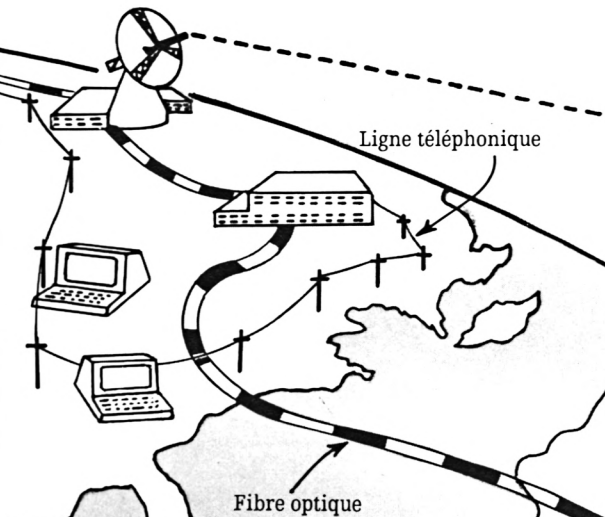


Des ordinateurs peuvent être mis en communication grâce au téléphone, par un MODEM\*. Ce dernier convertit le signal émis en code machine par l'ordinateur en un signal « transportable » par les lignes téléphoniques.

2



Pour recevoir les messages, il faut aussi utiliser un MODEM. Son rôle, cette fois, sera de convertir le signal transmis par les lignes téléphoniques en code machine.



## Envoyer des messages dans le monde entier

Les signaux délivrés par l'ordinateur (signaux « numériques ») peuvent être transmis sous la forme d'ondes radio relayées par des satellites et des stations d'émission-réception. Ces satellites servent aussi à transmettre des communications téléphoniques et des programmes TV dans le monde entier. De nouvelles possibilités de communication sont aujourd'hui offertes par les fibres optiques capables de transporter des informations à la vitesse de la lumière. Les signaux sont convertis en rayons lumineux transmis par les fibres optiques avec très peu de perte d'énergie et grande fidélité.

## SUPERMARCHÉ

EN PROMOTION AUJOURD'HUI  
FF.

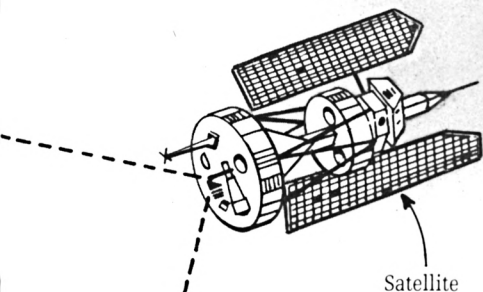
1. RAISIN BLANC 7,00 LE KG
2. PAPIER DESSIN 0,05  
LA FEUILLE
3. TROUSSE ÉCOLIER 11,00

Demain, vous pourrez faire vos courses sans vous déplacer, grâce à l'informatique. Il vous suffira de mettre votre ordinateur en rapport avec celui d'un magasin. Vous pourrez alors consulter la liste des articles, passer votre commande et indiquer à l'ordinateur le numéro de votre compte bancaire...

CHER JEAN,

VOUDRIEZ-VOUS BIEN  
M'EXPLIQUER VOTRE  
COMPORTEMENT FACE À  
CET ORDINATEUR

Se connecter sur un réseau peut permettre de transmettre du « courrier électronique ». Au lieu d'écrire une lettre et de la poster, il vous suffit de taper un texte sur le clavier de votre ordinateur, d'établir la connexion avec un autre ordinateur, puis de faire passer votre message sur le réseau.



Satellite

Radar qui reçoit  
les signaux.



Faire son travail à domicile est désormais une réalité : en utilisant des appareils connectés à un réseau aboutissant à un ordinateur central dans lequel sont stockés des informations ou des dossiers.



Depuis peu, certains ordinateurs peuvent se connecter à des centres informatiques vidéotex comme Télétel en France. Grâce à ces réseaux échanger, stocker des informations, entrer en relation avec d'autres ordinateurs dans le monde entier est à votre portée.

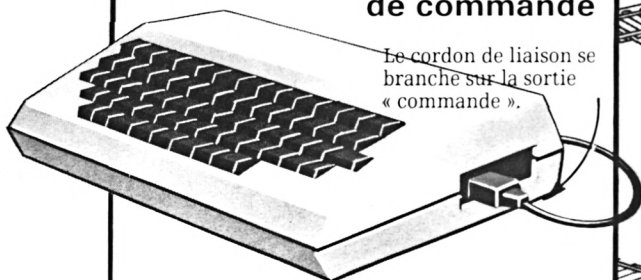


Aujourd'hui, quelques établissements d'enseignement sont équipés de véritables réseaux internes de micro-ordinateurs. Les enseignants peuvent, depuis un ordinateur central suivre les progrès de leurs élèves, qui travaillent chacun à son propre rythme.

# Robots et automates

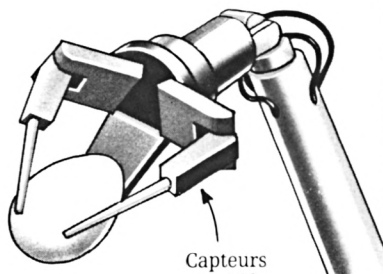
Certains micro-ordinateurs peuvent commander et contrôler divers appareils électriques aussi facilement qu'ils contrôlent leurs écrans d'affichage ou leurs imprimantes. A condition de disposer de la bonne « porte » et de connecteurs sur lesquels se raccorder. Bien sûr, il faut que le signal en code machine du micro-ordinateur soit converti pour convenir à l'appareil. Cette conversion se fait normalement par les circuits d'entrée/sortie de la console. Le microprocesseur assure cette fonction de contrôle.

## Entrée et sortie des signaux de commande



Le cordon de liaison se branche sur la sortie « commande ».

L'ordinateur a besoin non seulement d'envoyer des signaux vers la machine qu'il commande, mais aussi d'en recevoir. La porte de contrôle contient une interface\* par laquelle transitent les ordres (il est possible d'acquérir des circuits d'interface pour la plupart des micro-ordinateurs actuellement commercialisés).

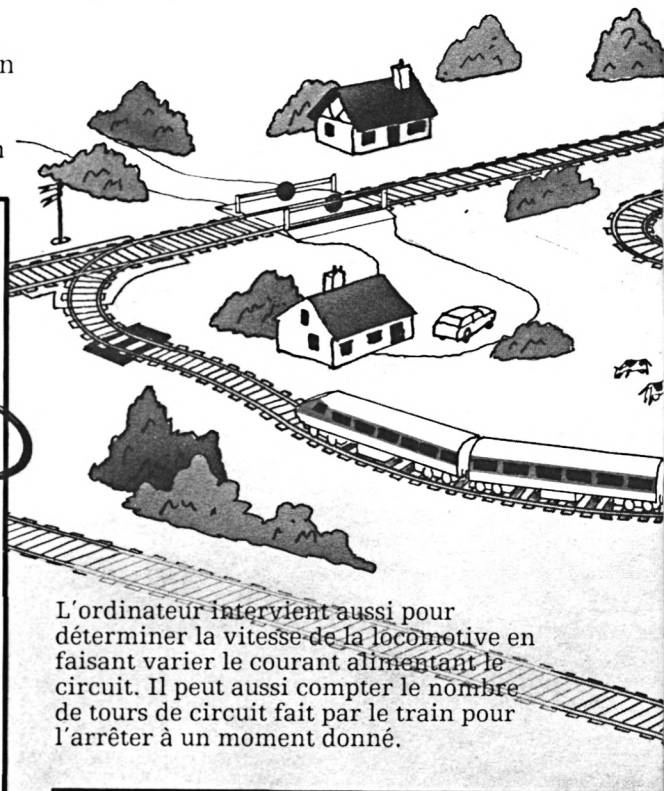


Capteurs sensitifs

L'ordinateur utilise des capteurs lui indiquant, par exemple, dans quelle position se trouve l'objet qu'il doit déplacer. Un bras de robot contrôlé par ordinateurs dispose de capteurs sensitifs réagissant au moindre contact. Il peut aussi être équipé de cellules sensibles à la lumière.

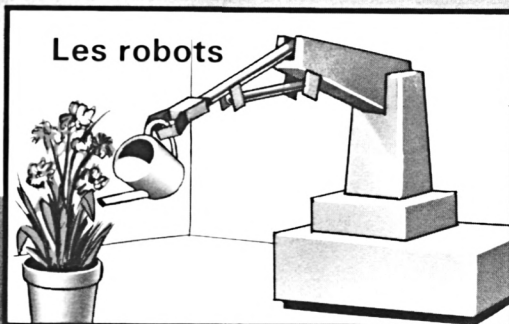
## Contrôler un train miniature

Ce train électrique est contrôlé par un micro-ordinateur relié aux rails par l'intermédiaire d'une porte de contrôle. Il envoie des signaux aux différents éléments du circuit pour changer la position des aiguillages, stopper et faire repartir le convoi.

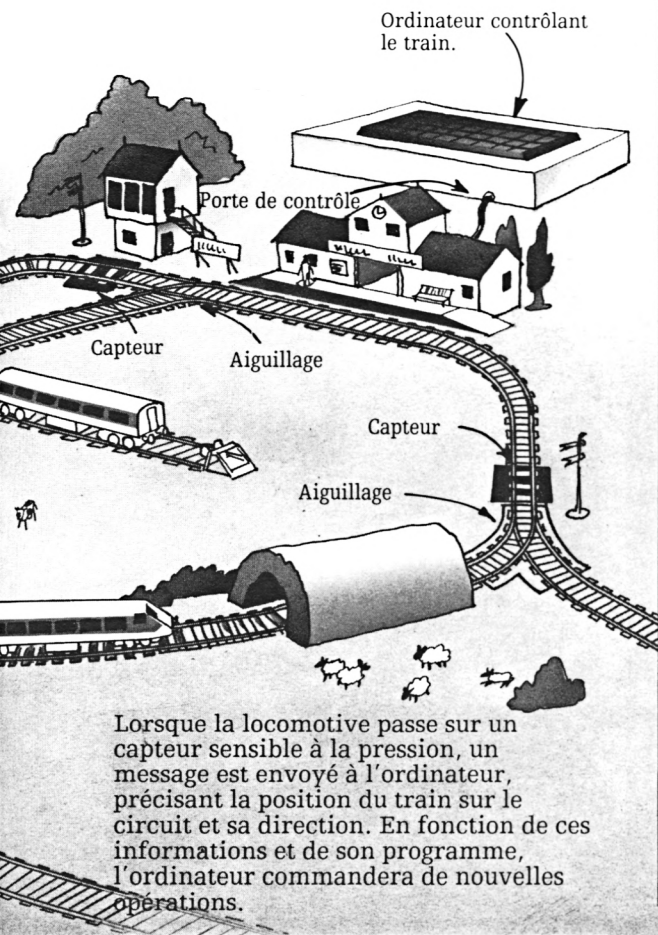


L'ordinateur intervient aussi pour déterminer la vitesse de la locomotive en faisant varier le courant alimentant le circuit. Il peut aussi compter le nombre de tours de circuit fait par le train pour l'arrêter à un moment donné.

## Les robots



Certains ordinateurs peuvent être transformés en robots. Il suffit alors de connecter un bras spécial et d'utiliser des programmes permettant de contrôler la saisie et le déplacement d'objets. Un peu à la manière d'un « cerveau », l'ordinateur ajuste les mouvements du bras en se servant des capteurs.



Lorsque la locomotive passe sur un capteur sensible à la pression, un message est envoyé à l'ordinateur, précisant la position du train sur le circuit et sa direction. En fonction de ces informations et de son programme, l'ordinateur commandera de nouvelles opérations.

## Des ordinateurs dans l'espace

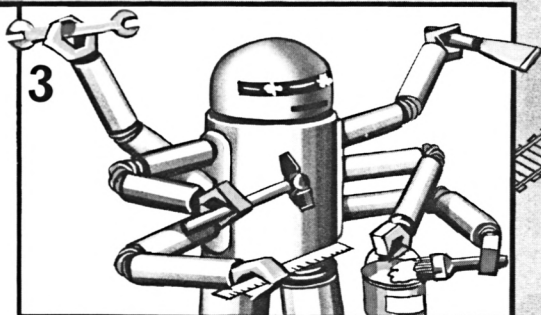
La navette spatiale dispose à son bord d'un micro-ordinateur presque ordinaire. Les sondes non habitées envoyées dans l'espace ont été contrôlées par des ordinateurs embarqués, reliés par radio avec de très puissants calculateurs au sol. Ces



micro-ordinateurs doivent effectuer des opérations compliquées à très grande vitesse. Et ils n'ont pas droit à l'erreur, car ils déterminent la trajectoire, contrôlent les moteurs et leur consommation. Ils sont aussi amenés à surveiller les différentes expériences et à superviser la photographie.



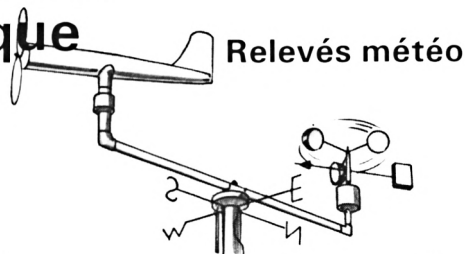
De grands robots sont utilisés dans des chaînes de fabrication. Ils effectuent tout type de tâches. Il s'agit bien de robots, et non pas seulement de machines, car ils peuvent être programmés de différentes façons et sont capables de « prendre des décisions » de manière autonome.



Robot vient du tchèque *robota*, mot utilisé pour la première fois par Karel Capek en 1920. Aujourd'hui, les robots sont utilisés pour des travaux dangereux ou répétitifs. Ils n'ont besoin ni de respirer ni de se nourrir; aussi peuvent-ils travailler dans l'espace ou dans des mines en présence de gaz toxiques.

# D'autres utilisations de la micro-informatique

Les micro-ordinateurs ont de nombreuses applications. Petits et puissants, ils parviennent à traiter tous types d'informations converties en code machine, en calculant beaucoup plus vite que le cerveau humain. Stockant un nombre important de données dans un petit espace, ils ont une mémoire totalement sûre... à la différence des hommes.



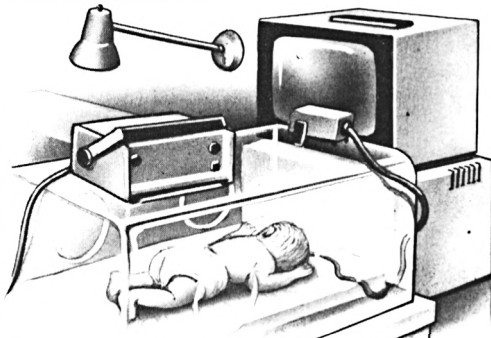
Relevés météo

Des micro-ordinateurs sont installés dans de petites stations météorologiques pour traiter les données relevées par différents instruments et pour envoyer les résultats dans des centres plus importants.

## Des ordinateurs-médecins

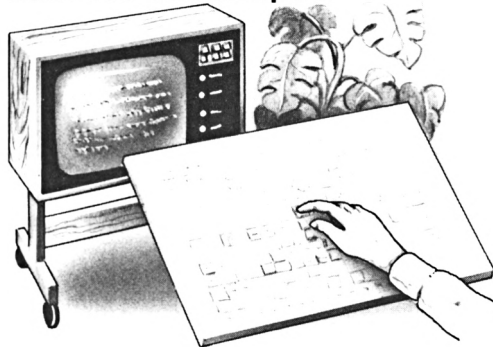
AVEZ-VOUS MAL A LA TÊTE?  
OUI  
VOYEZ-VOUS CORRECTEMENT?  
NON  
AVEZ-VOUS LA MIGRAINE?  
NON

De plus en plus, des médecins utilisent des micro-ordinateurs pour établir leur diagnostic. Le patient tape les réponses aux questions posées par l'ordinateur. Celui-ci les compare à une liste qu'on lui a adressée en mémoire afin d'établir un diagnostic et de prescrire d'éventuels soins.



Dans de nombreux pays, des médecins travaillant dans des maternités utilisent des systèmes construits autour de micro-ordinateurs, destinés à surveiller les enfants prématurés ayant des difficultés d'oxygénation. Ces bébés respirent grâce à une machine qui insuffle l'air adéquat dans leurs poumons : un excès d'air endommagerait ceux-ci ; un manque serait dangereux pour le cerveau.

## Aider les handicapés



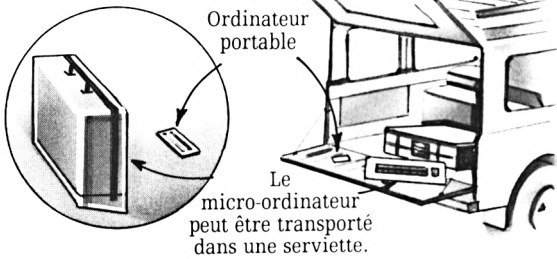
Les personnes muettes ou sourdes peuvent communiquer grâce à l'ordinateur. Il existe aussi des consoles spéciales pour les handicapés physiques. Un mouvement ou une pression légère d'un doigt ou d'une autre partie du corps suffit pour commander l'affichage d'une lettre ou d'un dessin.

## Dessin assisté par ordinateur

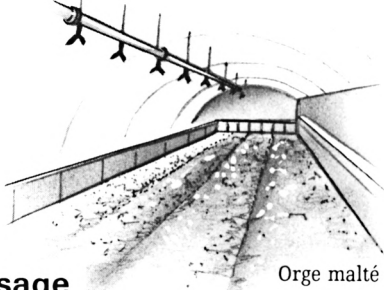


Un ordinateur peut créer et reproduire des dessins en trois dimensions, les faire pivoter pour permettre de les regarder sous des angles différents. En architecture, on peut ainsi dessiner un pont, puis demander à l'ordinateur de calculer les contraintes subies par les pièces et les éléments à déplacer.

## Ordinateurs portables

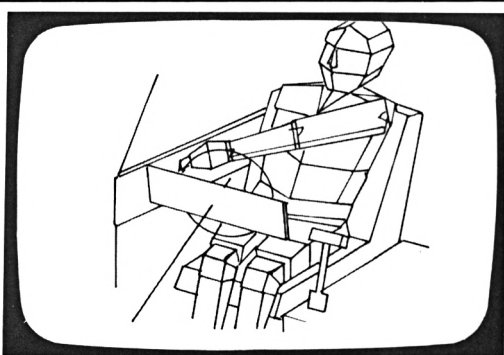


Des personnes qui travaillent en extérieur, comme des géologues faisant de la recherche pétrolière, utilisent des ordinateurs portables afin de pouvoir mettre en mémoire et traiter des données sur le terrain.



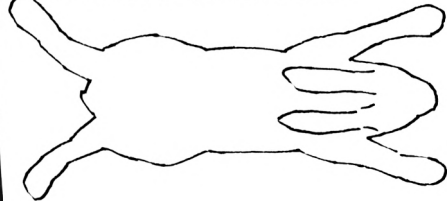
## Brassage de la bière

Les ordinateurs sont utilisés dans des brasseries automatisées. Ils contrôlent le mélange de la bière, la fermentation et ajustent les bonnes températures. Les capteurs indiquent à la machine qu'une opération arrive à sa fin et qu'une autre peut commencer.



Dans un espace aussi réduit que la cabine avant d'une voiture, tout doit être conçu pour que le conducteur ait sous la main les contrôles et leviers de commande indispensables. Avec un programme permettant de visualiser conducteur ou passagers, on peut déterminer les meilleurs emplacements.

## Apprendre avec un micro-ordinateur

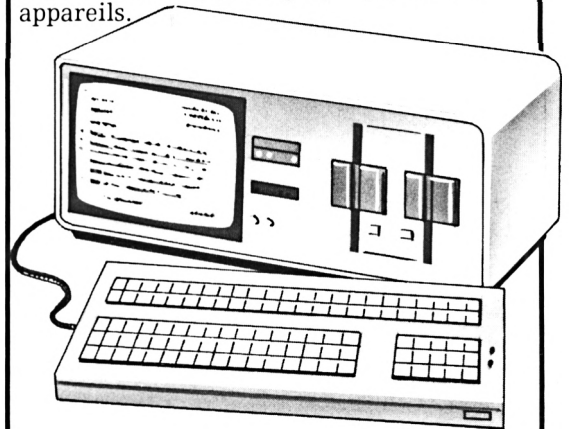


On peut tout enseigner avec un micro-ordinateur, de l'anglais à la cuisine... Si cela vous chante, vous pouvez même « disséquer » un lapin à l'écran, en utilisant un crayon optique à la place d'un scalpel.

## Les ordinateurs au travail



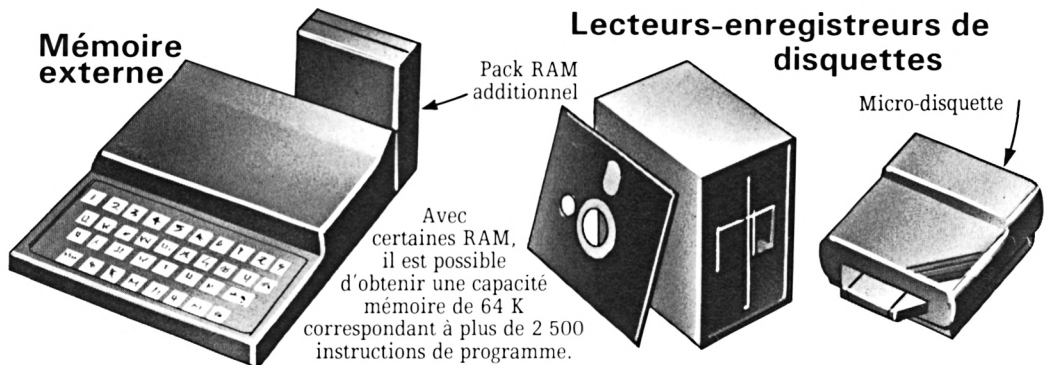
Des artisans, des travailleurs indépendants utilisent les ordinateurs pour traiter leur comptabilité et leur courrier. Plus professionnellement, un architecte ou un dessinateur peuvent recourir aux capacités graphiques de ces appareils.



Des microprocesseurs de « traitement de texte » sont utilisés dans des bureaux pour la réalisation de rapports, la frappe du courrier, etc. Lettres types et documents sont tapés et corrigés sur la machine de traitement de texte, puis stockés sur disque et imprimés.

# Des périphériques pour votre micro-ordinateur

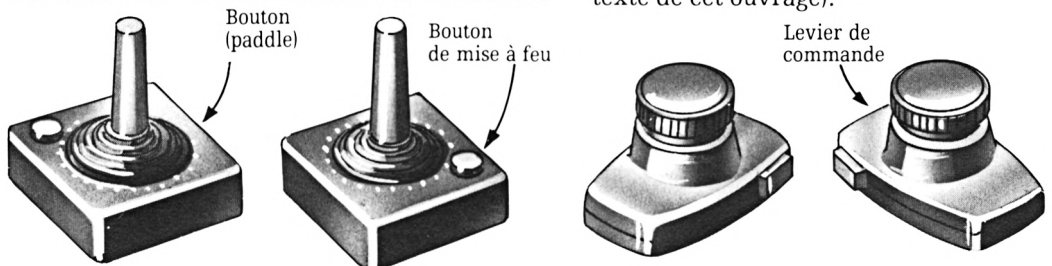
Vous êtes maintenant familiarisé avec votre machine et ses étonnantes possibilités. Mais savez-vous qu'il existe de nombreux périphériques et équipements complémentaires permettant des applications passionnantes : lecteurs-enregistreurs de disquettes, imprimantes, tables graphiques. Ces appareils se connectent à votre ordinateur par l'intermédiaire d'une interface qui assure la conversion des signaux. Et chaque type de périphérique implique une interface différente. La plupart des micro-ordinateurs sont équipés d'origine avec des connecteurs pour magnétophones et télévision; certains comportent aussi des entrées/sorties pour lecteurs/enregistreurs de disquettes, imprimantes, crayons optiques. La plus grande partie des interfaces peuvent être acquises en options si votre console n'est pas équipée.



Avant d'acquérir vos périphériques, vous avez intérêt à accroître la capacité mémoire de votre ordinateur. Vous pourrez ainsi créer des programmes graphiques ou de jeux beaucoup plus élaborés. Attention, tous les appareils n'offrent pas la possibilité d'augmenter leur capacité mémoire. Pour ceux qui le permettent, vous pourrez acheter des RAM s'enfichant sur un connecteur particulier.

Pour stocker des programmes très longs ou constituer de véritables petites banques de données, il est préférable d'utiliser des lecteurs-enregistreurs de disquettes. Par rapport aux magnétophones à cassette, ils recherchent ou sauvegardent les informations beaucoup plus rapidement. Mais leur prix est plus élevé. Récemment, la marque Sinclair parvint à mettre sur le marché des micro-disquettes stockant jusqu'à 100 K chacune (suffisant pour contenir tout le texte de cet ouvrage).

## Leviers de commande et boutons



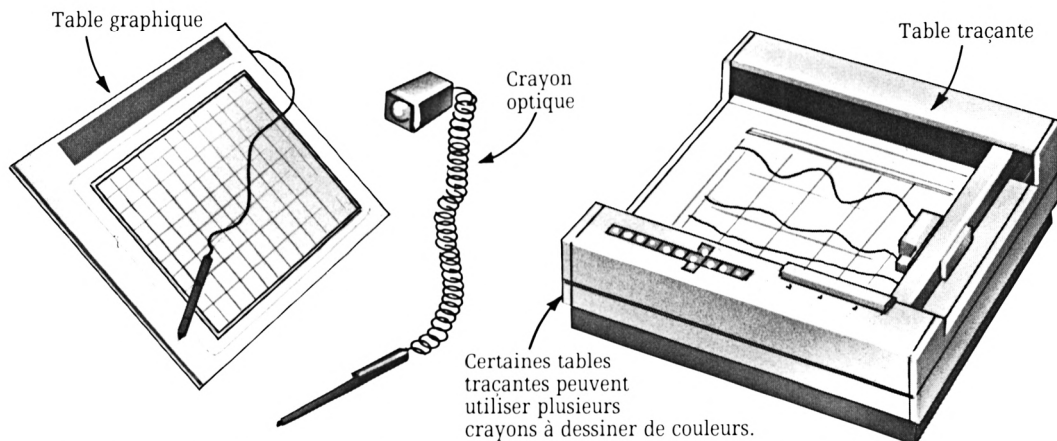
Ils sont surtout utiles pour les programmes de jeux où ils servent à commander les déplacements d'objets (avions, personnages, vaisseaux spatiaux). Plus pratiques et précis que les touches de contrôle du curseur de votre ordinateur, ils rendent vos jeux beaucoup plus vivants. Avec un levier de

commande (*joystick*), vous contrôlez les mouvements d'un objet sur l'écran dans toutes les directions. Le bouton (*paddle*), lui, vous limite à des déplacements horizontaux ou verticaux. La plupart des joysticks disposent d'un bouton séparé servant à déclencher le tir de missiles ou de balles...

## Dessins

Si vous vous intéressez au dessin, sachez que grâce aux tables graphiques vous arriverez à produire sur votre écran des images très complètes et à en tirer des copies sur une « imprimante » spéciale, appelée table traçante. Tous les mouvements de votre crayon sur la table

graphique seront en effet enregistrés et interprétés par un programme chargé spécialement dans votre ordinateur. Si vous ne voulez pas vous lancer dans des dépenses trop importantes, un simple crayon optique pourra vous donner satisfaction dans un premier temps.



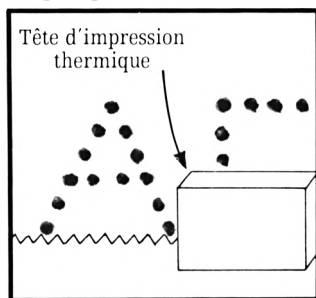
Certains ordinateurs peuvent recevoir une carte ou un pack à haute résolution graphique. Ce qui donne une qualité d'image étonnante grâce à une palette de couleurs plus large et à une augmentation du nombre de pixels qui peuvent être contrôlés individuellement. Par ailleurs,

en mode haute-résolution, votre ordinateur pourra afficher un plus grand nombre de lignes de caractères sur l'écran. Comme la création de graphismes très fins consomme beaucoup de place en mémoire, vous devrez sans doute utiliser des RAM complémentaires.

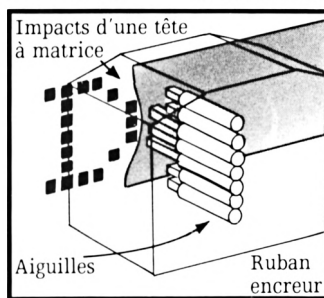
## A propos des imprimantes

Il existe trois grands types d'imprimantes : thermique, matricielle (ou par point), à marguerite. Les imprimantes thermiques, les moins chères, sont surtout destinées à la formation de listes. Les matricielles sont un peu plus chères, mais fournissent une

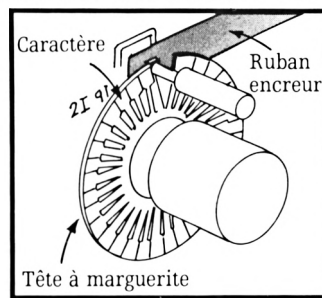
qualité d'impression supérieure. Quant aux imprimantes à marguerite, elles sont souvent hors de portée du grand public, mais leur frappe est remarquable. Pour gagner en vitesse d'impression, certaines imprimantes bidirectionnelles écrivent dans les deux sens (aller / retour).



La tête envoie de petites étincelles sur un papier sensible qui noirçit aux endroits « brûlés » par le courant électrique. C'est un ensemble de points noirs qui formeront une lettre ou une figure.



La tête d'impression est constituée d'un ensemble d'aiguilles venant frapper un ruban encreur dans un ordre et selon une cadence variant en fonction de la lettre ou du dessin à imprimer.



La tête d'une « marguerite » ressemble un peu à une roue de vélo. L'extrémité de chaque « rayon » porte un caractère.

# Le guide des micro-ordinateurs

Si vous en êtes encore à vos premiers pas en informatique, n'hésitez pas à consulter le petit lexique ci-dessous ou celui de la page 46. Pour vous y retrouver parmi tous les micro-ordinateurs en vente en France, le meilleur moyen consiste à vous renseigner auprès de vos amis déjà équipés ou de participer aux activités d'un club de micro-ordinateurs. Parallèlement, lisez les bancs d'essais et les tableaux comparatifs publiés dans les revues spécialisées. Enfin, avant d'opter pour tel ou tel modèle, étudiez de très près ce que vous attendez de votre ordinateur, comment vous comptez l'utiliser. Si vous optez pour une machine « bas de gamme », assurez-vous qu'elle peut recevoir des extensions mémoire et qu'éventuellement elle pourra accepter des lecteurs de disquettes et une imprimante.

**Processeur.** Il s'agit du microprocesseur, de l'unité centrale du micro-ordinateur. Les caractéristiques d'un micro-ordinateur comportent habituellement les références du processeur. Les modèles les plus utilisés sont le 6502 et le Z80 (v. page 28). Si vous n'êtes pas encore très expérimenté, ne vous préoccupez pas de ce problème.

**Clavier.** De nombreux ordinateurs ont des claviers semblables à ceux des machines à écrire. Quelques-uns sont équipés de touches micro-sensibles, peu pratiques lorsque vous avez à taper une liste assez longue. En règle générale, la disposition des lettres sur le clavier est la même que pour les machines à écrire (soit de type français : clavier AZERTY; soit de type américain : QWERTY). Il se peut que les touches comportent, en plus des caractères, des symboles spéciaux et des instructions de programmation (Sinclair par exemple) qui s'afficheront sur l'écran sans que vous ayez à les taper lettre par lettre.

**Écran de visualisation.** Les capacités d'affichage d'un ordinateur se comptent en nombre de caractères par ligne et en nombre de lignes par écran. Quelques micro-ordinateurs font défiler le texte automatiquement pour ménager de la place en bas de l'écran lorsque celui-ci est plein.

**Graphiques.** La finesse, la qualité d'une image se mesurent en nombre de points distincts pouvant s'afficher sur l'écran. Le nombre de points par ligne et le nombre de lignes par écran correspondent à la « résolution » permise par l'ordinateur en mode graphique.

**Interfaces.** La plupart des appareils sont équipés d'origine d'interfaces TV et/ou moniteur. Mais ils peuvent aussi disposer d'interfaces pour différents périphériques : imprimantes, unités de disques, joysticks, MODEM Télétel ou coupleur acoustique pour la communication. En achetant votre ordinateur, vérifiez bien qu'il pourra recevoir des interfaces d'extension mémoire, de communication ou de contrôle.

**Logiciels.** Ce sont des programmes sur cassettes, sur disquettes ou simplement imprimés sous forme de listes. Il est bien rare que des logiciels prévus pour tourner sur un type de machine puissent être compatibles avec d'autres machines. Cependant les logiciels de l'ATARI 400 peuvent être utilisés sur l'ATARI 800, ceux du ZX81 sur le Spectrum.

## ZX81 (Sinclair)

Processeur Z80  
RAM 1K, extension 16 ou 32K  
32 caractères sur 22 lignes  
Résolution graphique 63 × 43 points  
Clavier QWERTY

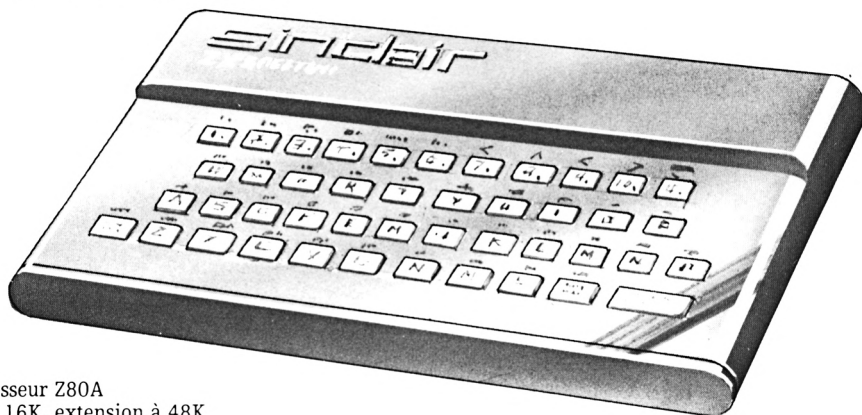


Le ZX81 est un petit micro-ordinateur

« bas de gamme ». Ses performances sont néanmoins étonnantes, et il constitue un extraordinaire outil d'initiation à la programmation. En moins de 3 heures, il permet à un néophyte de commencer à réaliser ses propres programmes. Il est équipé d'un clavier à touches micro-sensibles portant, outre les caractères habituels (majuscules seulement), des instructions BASIC complètes (CLS, PRINT, GOTO...) et certaines fonctions (RND, SIN...). Le ZX81 dispose d'une sortie TV en noir et

blanc, d'interfaces magnétophone à cassette et imprimante (spéciale à Sinclair). Cet appareil est certainement celui qui s'est le plus vendu dans le monde et qui dispose de la plus large bibliothèque de programmes dans le domaine des jeux (sur cassettes ou sous forme de listes dans des revues et des livres).

## SPECTRUM (Sinclair)



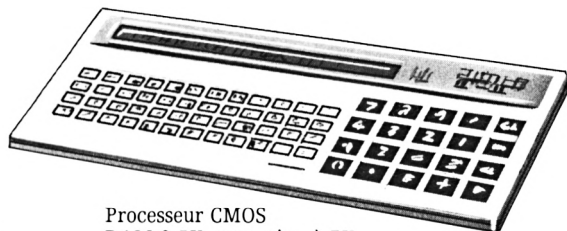
Processeur Z80A  
RAM 16K, extension à 48K  
22 lignes de 32 ou 40 caractères  
Résolution graphique 256 × 192 points  
Clavier QWERTY

Comme le ZX81, le Spectrum dispose d'un clavier alphanumérique portant aussi des instructions et des fonctions BASIC. Il permet de créer des images en couleur (8 programmables) avec un téléviseur SECAM muni d'une prise Péritel. Outre ses interfaces magnétophone, imprimante et TV, il dispose d'entrées/sorties pour des

lecteurs/enregistreurs de disquettes ou pour communiquer avec d'autres appareils (norme RS232). Il sait aussi créer des sons sur 10 octaves. De nombreux programmes conçus pour le ZX81 fonctionnent aussi sur le Spectrum. En outre, il existe un catalogue important de logiciels spécifiques utilisant toutes les ressources de la couleur.

## PC 1500 (Sharp)

Ce micro-ordinateur de poche peut être alimenté par batterie ou secteur. Réellement portable, il comporte un écran d'affichage, en noir et blanc, à cristaux liquides. Programmes et données peuvent être sauvegardés sur cassettes en passant par une interface spéciale, à se procurer en option. Pour cette « super-calculatrice », il existe aussi une imprimante 4 couleurs (Sharp).



Processeur CMOS  
RAM 3,5K, extension à 7K  
1 ligne de 26 caractères  
Résolution de 7 × 156 points  
Clavier QWERTY  
Dimensions 20,5 cm × 9 cm

## VIC 20 (Commodore)



Processeur 6502  
RAM 5K, extension à 29K  
Résolution de 176 × 158 points  
23 lignes de 22 caractères  
Clavier QWERTY

Petit ordinateur de jeu et d'apprentissage du BASIC, le VIC 20 permet la création de graphismes en couleur et de sons. Il utilise un magnétophone spécial (VIC) pour stocker et charger des données ou des programmes. En version de base, la machine est équipée d'une interface SECAM (TV) et produit des graphiques grâce à des commandes aussi simples que DRAW. Pour les effets sonores le VIC 20

utilise le haut-parleur de la télévision, et peut générer plusieurs sons en même temps. Le VIC 20 comporte en outre les interfaces suivantes : lecteur/enregistreur de disquettes, imprimante, joysticks, crayon optique. Une entrée/sortie RS232 peut aussi être adjointe, ainsi que des cassettes RAM se fixant dans un logement spécial, à l'extérieur de l'ordinateur.

## Newbrain

constructeur : Grundy Business  
importateur : Sanocor International  
processeur : ZX 80A

ROM : 29 KO  
RAM : 32 KO  
écran : 25 lignes par 80 caractères  
résolution graphique : 640 × 250 points

Il offre 4 jeux différents de 255 caractères proposant aussi bien les minuscules accentuées que des symboles permettant des jeux au graphisme

élaboré. Par ses capacités de mémoire, il autorise la conception de programmes très longs ainsi que la gestion d'écrans multiples.

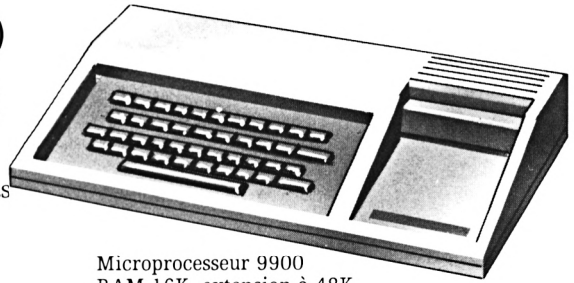
Le Newbrain est livré avec les interfaces permettant l'entrée et la sortie MODEM, l'entrée-sortie imprimante, les entrées-sorties pour deux magnétophones ainsi que le raccordement à un poste de télévision ou à un moniteur vidéo.

De nombreux programmes pour cette machine commencent à apparaître sur le marché.

## TI-99/4 (Texas Instruments)

Avec le TI-99/4, vous aurez besoin d'un téléviseur avec prise péritélévision pour visualiser les données, et vous pourrez dessiner en 16 couleurs ! Vous serez étonné également par la qualité des effets sonores passant par le haut-parleur interne de l'ordinateur. Vous pourrez jouer trois notes à la fois, et ce sur cinq octaves. Un synthétiseur de parole, capable de restituer plus de 200 mots, est également disponible.

Pour enregistrer et charger les programmes, utilisez un magnétophone à cassettes normal. Vous trouverez de nombreux logiciels en cassettes, cartouches ou disquettes. D'autres extensions complètent le système :



Microprocesseur 9900  
RAM 16K, extension à 48K  
24 lignes de 29 caractères  
résolution graphique de 256 x 192  
clavier QWERTY

imprimante, lecteur de disques,  
périphériques de jeu et interface RS 232.

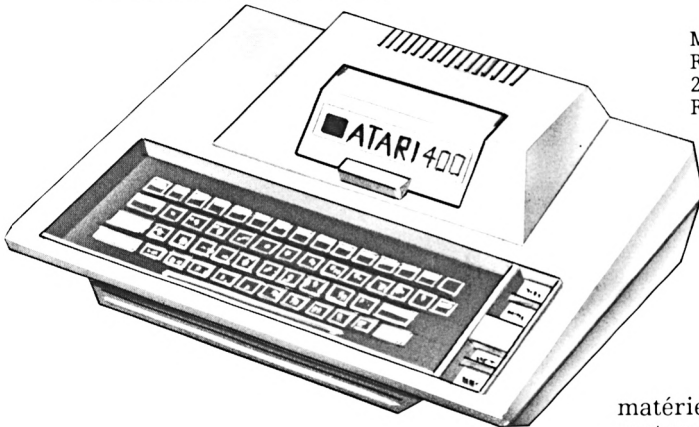
## DRAGON (Dragon Data)

Voici un petit micro-ordinateur destiné à l'utilisation familiale. Il se caractérise par un véritable clavier, l'affichage sur écran télévision et l'enregistrement sur magnétophone normal. Neuf couleurs (prise péritélévision) animent avec bonheur le graphisme. Et l'alliance d'une voix et du haut-parleur du téléviseur permet d'obtenir une large gamme de sons. Vous pourrez y connecter une imprimante, un lecteur de disquettes, des périphériques de jeu et des interfaces RS 232 et videotex.



Microprocesseur 6809  
RAM 32K extension à 64K  
16 lignes de 32 caractères  
Résolution graphique de 256 x 192

## ATARI 400 (Atari)



Microprocesseur 6502  
RAM 16K  
24 lignes de 40 caractères  
Résolution graphique de 320 x 192

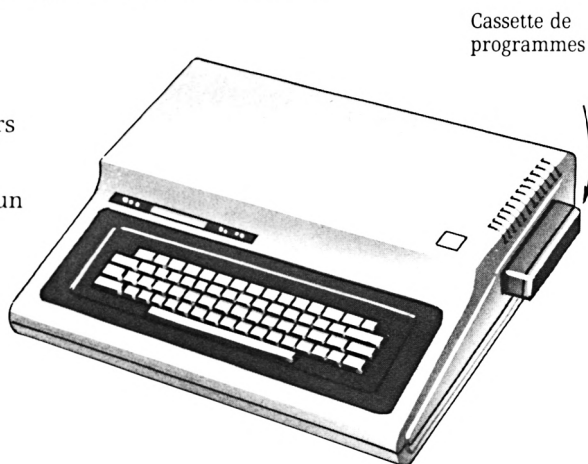
Un clavier QWERTY à touches micro-sensibles, un affichage sur écran télévision pour le micro Atari. Attention, il vous faudra un magnétophone spécial pour charger et enregistrer les programmes sur cassettes. Mais la plupart des logiciels utilisables sur ce

matériel se présentent sous forme de cartouches qui se fichent directement dans la console. Vous trouverez un grand éventail de programmes de jeux et vous pourrez vous procurer en option des accessoires périphériques. Si vous le souhaitez, adaptez une imprimante et un lecteur de disques. L'Atari 400 vous offre une palette de 16 couleurs (prise péritélévision) et quatre voix.

## TRS-80 version couleur (Tandy, ou Radio-Shack aux États-Unis)

Le TRS-80 couleur fonctionne avec un téléviseur muni d'une prise péritélévision. Il affiche en huit couleurs et peut également générer des sons. Comme extension, vous trouverez une imprimante, des périphériques de jeu, un lecteur de disquettes et une interface RS 232.

Microprocesseur 6809E  
RAM 16K extension à 32K  
16 lignes de 32 caractères  
Résolution graphique de 256 x 192



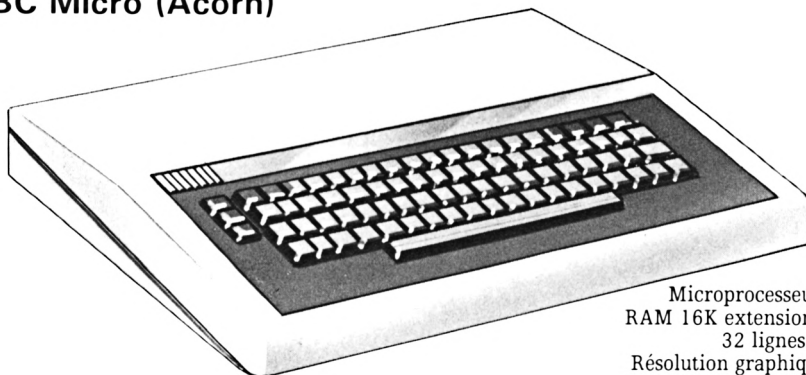
## TO 7 (Thomson)

Premier ordinateur français familial, il présente un excellent rapport qualité x performances/prix, particulièrement grâce à la richesse de son BASIC (en ROM externe) et à ses vastes possibilités graphiques. Parmi les innovations, il faut signaler un crayon optique qui permet de « converser » directement avec l'écran ou de réaliser des dessins sans mettre en œuvre des moyens compliqués. Le clavier (disposition « française »), à touches micro-sensibles, comporte les minuscules accentuées. D'origine, le TO 7 est équipé pour piloter un magnétophone extérieur permettant la sauvegarde des

programmes et des fichiers (cassettophone spécial vendu par Thomson), pour produire de la musique ainsi que des images en couleur (sortie TV par la prise Péritel). Des modules d'extension permettent (en option) l'utilisation de lecteurs/enregistreurs de disquettes, d'imprimantes ou de MODEM.

Microprocesseur 6809  
RAM 8K, extension par bloc de 16K externes  
Caractères aux normes vidéotex (Télétext)  
Résolution graphique de 64 000 points  
Clavier AZERTY

## BBC Micro (Acorn)



Microprocesseur 6502  
RAM 16K extension à 32K  
32 lignes de 40 caractères  
Résolution graphique de 320 x 256

Le BBC est un petit micro-ordinateur performant dont les capacités peuvent être facilement accrues par de nombreuses extensions. L'affichage s'effectue en huit couleurs sur écran télévision et trois voix sont utilisables. La mémoire ROM de 32 K contient le BASIC et l'assembleur qui peuvent être mixés

dans un même programme et un Operating System complet qui, cependant ne peut-être utilisé qu'en adaptant un ZX 80 avec 64 K/RAM. Lecteur de disquettes, imprimante, périphériques de jeu, extension mémoire et interface vidéotex permettent de compléter le système.

## ALICE (Matra et Hachette)

Microprocesseur 6803  
Mémoire RAM 4K extensible à 20 K  
16 Lignes de 32 caractères  
Semi graphique 64 × 32  
Haute résolution 128 × 192 (avec extension mémoire)  
Clavier AZERTY

ALICE est un micro-ordinateur fabriqué en France conçu pour la découverte de la micro-informatique :

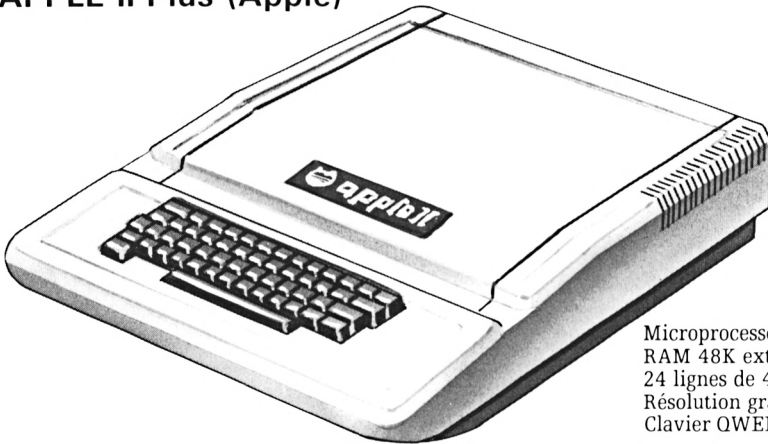
Grâce à ALICE les non-initiés peuvent apprendre à parler BASIC (BASIC Microsoft résident). ALICE dispose d'effets sonores musicaux, de neuf couleurs simultanées à l'écran, d'un clavier à touches mécaniques (permettant la frappe rapide d'instructions BASIC) et de connexions vers magnétophone et imprimante standards. C'est le moins cher des micro-ordinateurs disposant de ces fonctions.

Le guide d'ALICE « Découvrez le BASIC », fourni avec la machine, permet d'apprendre à installer



le micro-ordinateur, puis à travailler avec lui en BASIC selon une approche pédagogique simple, claire et sécurisante; il comprend des exercices suivis et corrigés et de nombreux exemples de programmes pour compléter les apprentissages gradués de chaque chapitre.

## APPLE II Plus (Apple)



Microprocesseur 6502  
RAM 48K extension à 64K  
24 lignes de 48 colonnes  
Résolution graphique de 280 par 192  
Clavier QWERTY ou AZERTY

Tout comme le PET, cet appareil s'adresse aux « mordus », aux professions libérales et au public scolaire. Le modèle de base, avec clavier QWERTY ou AZERTY, peut être complété par des modules qui permettent de développer de multiples fonctions; extensions mémoire et cartes grâce auxquelles vous accédez

à divers langages de programmation.

Vous pouvez adapter à l'APPLE II une imprimante, un lecteur de disquettes, une tablette graphique et l'interface vidéotex, etc. Des quantités de programmes les plus divers sont disponibles sur tout support.

# Un peu de vocabulaire

**Animation** : image animée grâce à un programme.

**ASCII (American Standard Code for Information Interchange)** : code standard pour représenter lettres et chiffres par des nombres binaires.

**Base de données** : série organisée d'informations sauvegardées dans la mémoire de l'ordinateur, sur un disque ou une cassette.

**BASIC (Beginners' All Purpose Symbolic Instruction Code)** : langage de programmation le plus répandu, s'adaptant à la plupart des utilisations de la micro-informatique.

**Binaire** : mode de calcul ne recourant qu'à deux chiffres, 0 et 1. Le code machine est un code binaire.

**Bit** : les chiffres 0 et 1 permettent de créer des « nombres » binaires. Dans un ordinateur, un bit correspond à une impulsion (1) ou à son absence (0).

**Bugs** : erreurs dans les programmes qui les empêchent de fonctionner.

**Bus** : voie d'accès électrique à l'ordinateur permettant la transmission d'informations.

**Byte** : la plupart des micro-ordinateurs travaillent avec des groupes de huit bits à la fois qu'on appelle byte.

**Capteur** : élément extérieur à l'ordinateur, qui mesure soit la luminosité, soit la pression ou encore la température et les lui communique.

**Caractère** : un nombre, une lettre ou un symbole. Unité de transmission.

**Chargement (loading)** : transfert d'un programme d'une cassette ou d'une disquette sur un ordinateur.

**Circuits intégrés** : minuscules circuits électriques comportant des centaines de composants électroniques sur une puce de silicium.

**Code machine** : suite d'impulsions électroniques utilisée pour travailler.

**Compatibilité** : deux ordinateurs présentent une compatibilité lorsqu'ils peuvent recevoir les mêmes programmes.

**Copie papier (hard-copy)** : programme ou données sortis par une imprimante.

**Correction (debugging)** : opération consistant à détecter les erreurs dans un programme et à les corriger.

**Données (data)** : toutes informations communiquées à l'ordinateur qui les traitera selon les instructions du programme. Les réponses de l'ordinateur sont aussi des données.

**Entrée (input)** : toute information que vous entrez dans l'ordinateur.

**FORTRAN (FORMula TRANslator)** : langage de programmation évolué utilisé surtout par les scientifiques ou les techniciens.

**Graphique** : dessin réalisé par un ordinateur.

**Hexadécimal (hexadecimal numeration)** : système de numération à base 16 chiffres (0 à 9 et lettres A à F), très pratique pour la programmation en langages peu évolués : il suffit d'un nombre de deux chiffres hexadécimaux pour représenter huit bits.

**Interface (interface)** : circuit spécial qui assure la conversion des signaux émis par un ordinateur en signaux compréhensibles par d'autres matériels électroniques et vice versa. Chaque type d'équipement nécessite une interface particulière.

**Interpréteur (interpreter)** : programme résidant en mémoire morte, qui a pour tâche de traduire les instructions délivrées en langage de programmation (le BASIC le plus souvent pour un micro-ordinateur) en langage machine.

**Kilobyte** : 1 kilobyte comprend 1 024 bytes.

**Liste** (ou Listing) : programme écrit, dactylographié ou imprimé sur du papier.

**Matériel (*hardware*)** : ensemble des éléments physiques utilisés pour le traitement de l'information.

**Message d'erreur** : message que l'ordinateur affiche à l'écran pour vous prévenir qu'il y a un bug dans le programme, vous indiquer sa nature et, éventuellement, vous aider à le localiser.

**Microprocesseur (*microprocessor*)** : puce qui contient tous les circuits dont un ordinateur a besoin pour contrôler l'ensemble des opérations et effectuer tous les calculs de base. L'unité principale d'un micro-ordinateur n'est autre qu'un microprocesseur.

**Mnémoniques (codes)** : instructions alphanumériques permettant l'utilisation d'un symbolisme mnémotechnique pour représenter un code binaire ou numérique.

**MODEM** : abréviation de MOdulateur/DEModulateur. Convertit les signaux numériques en signaux audio.

**Moniteur (*monitor*)** : partie de la mémoire morte de l'ordinateur qui indique à l'unité centrale comment opérer.

**PASCAL** : langage de programmation de haut niveau, mais non spécialisé.

**RAM (*Random Access Memory*)** : mémoire vive dans laquelle sont stockées provisoirement toutes les informations que vous communiquez à votre ordinateur (jusqu'à ce que vous les effaciez ou que vous les modifiez).

**Résolution** : nombre de groupes de pixels que le micro-ordinateur peut afficher sur l'écran. Les images graphiques à haute résolution, très fines et détaillées, sont produites par des ordinateurs capables d'allumer et d'éteindre un grand nombre de pixels de manière indépendante.

**ROM (*Read Only Memory*)** : mémoire morte dans laquelle sont stockées les instructions indiquant à l'ordinateur comment travailler (moniteur). Les ROM sont des mémoires permanentes qui ne peuvent être effacées.

**Sauvegarde (*save*)** : « Sortir » un programme de la mémoire d'un ordinateur pour le stocker sur un support externe (disquette ou cassette audio).

**Sortie (*output*)** : information ou ensemble d'informations délivrées par l'ordinateur.

**Synthétiseur** : circuit électronique permettant de produire de la musique, des bruits ou des mots.

**Transistor** : composant électronique qui stoppe ou envoie des impulsions dans les circuits de l'ordinateur, en relation avec celles qu'il reçoit. Une simple puce contient des centaines de transistors.

**Unité centrale (*Central Processing Unit, CPU*)** : circuit qui contrôle tout l'ensemble de l'ordinateur et où sont réalisés tous les calculs.

**Unité de visualisation (VDU), Moniteur** : téléviseur ne comportant pas de circuit de réception des chaînes TV, et prévu pour être connecté directement à un ordinateur en vidéo.

**Variable système** : espace-mémoire en RAM dans lequel sont stockées des informations provenant de l'ensemble de l'ordinateur (par exemple prochain caractère à afficher à l'écran ou adresse de différents espaces).

**Vitesse de transmission (*baud rate*)** : vitesse avec laquelle des ordinateurs peuvent s'échanger des informations ou en délivrer à destination de périphériques. S'exprime en baud. Un baud correspond à un bit par seconde.

# Index

- Amplificateur, 21  
Animation, 18, 19, 46  
Architecture, 36, 37  
ASCII, Code, 28, 46  
Automate, 34-35  
Automobile, 37
- Bandes données, 16  
Banque de données, 23  
Barre d'espace, 8  
BASIC, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 28, 46  
Bit, 26, 29, 46  
Bruitage, 20-21  
Bug, 14, 15, 16, 46  
Bus, 24, 46  
Byte, 7, 26, 28, 29, 46
- Calculateur, 23, 30, 31, 35  
Capteur, 34, 35, 46  
Cartouche de programme, 10  
Cassette, 10, 11, 16, 17  
Chargement, 46  
Circuit, 24, 26-27  
– imprimé, 22, 23  
– intégré, 22, 30, 46  
Clavier, 4, 8, 9, 40  
Club, 11  
Code  
– binaire, 26, 27, 46  
– hexadécimal, 29, 46  
– machine, 46  
– mnémonique, 29, 47  
Compatibilité, 46  
Connexion, 16, 34  
Console, 4, 8, 22-23, 34  
Copie papier, 17, 46  
Courrier électronique, 33  
Crayon optique, 3, 18, 19, 20, 24, 37, 39  
Curseur, 9
- Dessin, 18, 19, 39  
Disquette, 10, 11, 16, 17, 38, 40  
Donnée, 4, 7, 46
- Écran, 5, 18, 19, 40  
ENIAC, 31  
Entrée, 4, 46
- Fibre optique, 32  
FORTRAN, 46
- Graphisme, 18-19, 40, 46
- Haut-parleur, 20, 21
- Imprimante, 16, 17, 38, 39  
Informatique, 33, 40  
Interface, 16, 17, 34, 38, 40, 46  
Interpréteur, 28, 29, 46
- Jeux, 29, 38  
Joystick, 38
- Kilobyte, 7, 46
- Lampe, 30-31  
Langage de programmation v.  
BASIC, FORTRAN, PASCAL  
Lecteur-enregistreur, 17, 38  
Liste, 10, 14, 47  
Logiciel, 6, 10, 12, 40
- Magnétophone, 5, 10, 14, 16, 17, 38  
Matériel, 6, 47  
Médecine, 36  
Mémoire, 4, 7, 13, 19, 25, 30, 32, 38  
– morte, 7, 22, 23, 24, 25, 28, 47  
– de secours, 29  
– vive, 7, 8, 16, 22, 23, 25, 29, 38, 39, 47  
Météorologie, 36  
Micro-ordinateur  
– APPLE II Plus (APPLE), 45  
– Atari 400, 40, 43, 800, 40  
BBC Micro (Acorn), 44  
DRAGON (Dragon Data), 43  
Newbrain, 42  
PC 1500 (Sharp), 42  
PET (Commodore), 45  
SPECTRUM (Sinclair), 41  
TI-99/4 (Texas Instruments), 43  
TO 7 (THOMSON), 44  
TRS-80, 44  
VIC 20 (Commodore), 42  
ZX 81 Sinclair, 41  
Microprocesseur, 23, 24, 25, 28, 31, 34, 37, 40, 47  
MODEM, 32, 40, 47  
Modulateur, 23  
Moniteur, 4, 47  
Musique, 20-21
- Navette spatiale, 35
- Onde sonore, 20, 21
- Paddle, 38  
PASCAL, 12, 47  
Pastille v. puce  
Pédagogie, 11, 21, 33, 37  
Périphériques, 38-39  
Pile, 29  
Pixel, 18, 19, 39, 47  
Programmation, 3, 6, 9, 10-11, 12-13, 14-15, 16-17, 20, 23, 25, 28, 29, 32, 34, 38  
Puce, 3, 22, 23, 24-25, 26-27, 28, 30, 31
- RAM v. mémoire vive  
Régulateur de tension, 22  
Réseaux, 32-33  
Résistance, 22  
Résolution v. pixel  
Robot, 6, 34-35, 36  
ROM v. mémoire morte
- Satellite, 32, 33  
Sauvegarde, 47  
Silicium, 22, 24, 25, 30  
Sonde spatiale, 35  
Sortie, 4, 47  
Synthétiseur, 20, 21, 47  
Système variable, 29, 47
- Table  
– graphique, 18, 38, 39  
– traçante, 38, 39  
Téléphone, 32, 33  
Télérel, 10, 33  
Télévision, 5, 18, 23, 32, 38  
Terminal, 27  
Touches  
– alphanumérique, 8  
– d'effacement, 9  
– programmable, 9  
– retour chariot, 9  
– shift, 8  
Transformateur, 5  
Transistor, 22, 26, 30, 47  
Transpac, 10
- Unité  
– centrale, 4, 23, 47  
– logique et arithmétique, 23, 25  
– de visualisation, 47
- Vitesse de transmission, 47



## GUIDES PRATIQUES DE MICRO-INFORMATIQUE

Que ne peut-on pas faire avec un ordinateur ! Calculer, bien sûr, mais aussi lui poser des questions, écrire des poèmes, jouer à quantité de jeux plus palpitants les uns que les autres, composer même de la musique...

Petits guides pratiques d'introduction à la micro-informatique, les ouvrages de cette nouvelle collection font découvrir toutes les possibilités qu'offrent les micro-ordinateurs. Ils initient au langage et au fonctionnement de l'ordinateur, apprennent à programmer et – pourquoi pas ? – à créer des programmes originaux ! La clarté du texte, la gaieté des couleurs, la drôlerie des dessins, tout est conçu dans ces livres pour faire de cette initiation un plaisir.



Dans la même collection



28,50 FF TTC



9 782010 093616

Imprimé en Belgique

**ECHOS**  
ELECTRONIQUE

29/0326/8  
84-VIII

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHYSICS DEPARTMENT

5300 S. DICKINSON DRIVE

CHICAGO, ILLINOIS 60637

TEL: 773-936-3733

FAX: 773-936-3733

WWW: WWW.PHYSICS.UCHICAGO.EDU

PHYSICS 309

LECTURE 1

1.1. THE SCALAR PRODUCT

1.2. VECTOR SPACES

1.3. THE DUAL SPACE

1.4. THE METRIC TENSOR

1.5. THE RIEMANN METRIC

1.6. THE GAUSS CURVATURE

1.7. THE RIEMANN CURVATURE

1.8. THE RIEMANN TENSOR

1.9. THE RIEMANN SCALAR CURVATURE

# AMSTRAD

# CPC



**MÉMOIRE ÉCRITE**  
**MEMORY ENGRAVED**  
**MEMORIA ESCRITA**



<https://acpc.me/>

[FRA] Ce document a été préservé numériquement à des fins éducatives et d'études, et non commerciales.

[ENG] This document has been digitally preserved for educational and study purposes, not for commercial purposes.

[ESP] Este documento se ha conservado digitalmente con fines educativos y de estudio, no con fines comerciales.