

LOISIR TECHNIQUES D'AUJOURD'HUI

**hors série**

# Leed

# MICRO

**APPRENDRE** • La programmation, cours de Cl. Polgar. L'électronique digitale, cours de Ph. Duquesne (2<sup>es</sup> parties). **SAVOIR** • Comment le désir d'apprendre mène aux découvertes. **CONNAITRE** • Micro Expo, les nouveautés.

DE L'INITIATION A LA PRATIQUE DE L'INFORMATIQUE

COURS  
**N°2**



ISSN 0753-7409

**PENTA 8** 34, rue de Turin, 75008 PARIS - Tél. 293.41.33  
- Métro : Liège, St-Lazare, Place Clichy - Téléx 614789

**PENTA 13** 10 bd Arago, 75013 PARIS - Tél. 336.26.05  
- Métro : Gobelins (service correspondance et magasin)

**PENTA 16** 5 rue Maurice Bourdet, 75016 PARIS 524.23.16  
(pont de Grenelle) - Métro Charles Michel - Bus 70/72 : Maison de l'ORTF

**HORAIRES : du lundi au samedi**  
de 9 heures à 19.30 sans interruption \*Sauf PENTA 8 qui ferme à 19 heures.

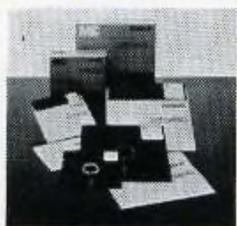
**REELLEMENT DISPONIBLE  
ZX 81**

Monté, testé,  
avec notice en  
anglais

**790 F**



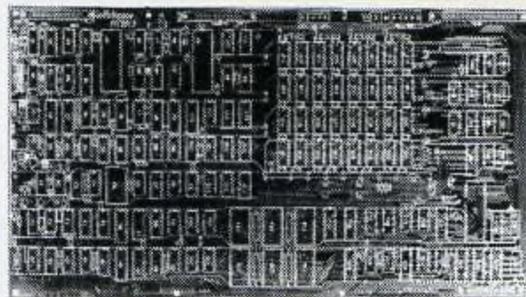
Extension 16 K .....380 F  
Carte couleur 8 couleurs sortie PERITEL.....395 F



**FLOPPY  
DISQUES**

5" SF-SD, Avec anneau de renforcement .....22,50  
5" DF-DD 96 TPI .....33,00  
5" SF-DD 10 sect. ....43,00  
5" SF-SD 16 sect. ....43,00  
5" DF-DD 16 sect. ....44,00  
8" SF-DD .....44,00  
8" DF-DD .....54,00

**SPECIAL PROF 80**



**CARACTERISTIQUES :**

- CPU Z80 4 MHz.
- 64 k RAM (dont 16 k Shadow pour CP/m).
- 12 K Basic LNW 80<sup>®</sup>.
- Interface cassette standard TRS 80<sup>®</sup>.
- Interface parallèle type EPSON.
- Interface série type RS232C et 20 mA.
- Clavier AZERTY ou QWERTY.
- Sortie vidéo et UHF (modulateur en option).

**SERVICE CORRESPONDANCE : Commandez par téléphone**

Demandez Catherine au 336.26.05 avant 16 h votre commande partira le jour même\*

\* en fonction des stocks disponibles

**PENTA  
SONIC**

Prof 80 est un circuit imprimé double face, trous métallisés avec vernis épargne et sérigraphie. Il est disponible au prix de 647 F TTC et une fois monté, vous donne accès à toute la bibliothèque de programmes du TRS 80<sup>®</sup>.

Tous les composants du PROF 80 sont disponibles chez PENTA 8, 13 ou 16. A titre indicatif le BASIC 12 K est vendu 357 F.

Le C.I. et  
les plans

**647 F**

- Interface floppy 5" 40 ou 96 TPI. 1 à 4 lecteurs.
- Compatible TRS DOS<sup>®</sup>, L DOS<sup>®</sup>, NEW DOS<sup>®</sup>, OS 80<sup>®</sup>.

**OPTIONS :**

- Carte graphique 8 couleurs matrice 256 x 512 sortie Péritel 48 K RAM contrôleur 9366 Efcis. 456 F (le CI seul).
- Carte CP/M 229 F (CI seul).

- Doubleur de densité. Permet de travailler en 5" en double densité

COMPLET  
CABLE ..... **1397 F**

**SYNTHETISEUR DE VOIX POUR TRS 80<sup>®</sup>  
OU PROF 80**

Ce synthétiseur travaille sur le principe des phonèmes.

Vous tapez sur votre clavier

— BØNJØUR JE SUI LE PRØF KATR VIN...

— Run... et vous entendez une voix synthétique qui vous dit «Bonjour je suis le PROF 80»

COMPLET MONTE TESTE  
avec disquette ..... **495 F**

**PENTA C'EST**  
tous les composants, livres  
et accessoires destinés  
aux micro-ordinateurs.

**ORIG  
MICROPROCESSEUR 6502**

• 48 K RAM • 16 K ROM • Clavier 57 touches majuscules minuscules • Sortie PERITEL couleur (câble de liaison 99 F) • Langage BASIC • Synthétiseur sonore 3 canaux • Interface K7 • Interface // type Centronics.

Prix ..... **2180 F**

**SANYO PHC 25**



**MICROPROCESSEUR Z 80 A**  
• 28 K ROM • 22 K RAM • Interface K7 • Interface PERITEL couleur matrice 256 x 192 avec résolution graphique • Sortie imprimante clavier 56 touches.

**2350 F**

Cordon PERITEL .....140 F



**apple NOUVEAU: APPLE II E**  
64 K + DISK II avec contrôleur  
et moniteur Philips **TEL. 524.23.16**

**TARIFS HARD**

Disk Apple avec contrôleur ..... 4000 F  
Disk Apple sans contrôleur ..... 3000 F  
Carte le chat mauve (version 2E) 2625 F  
Carte RAM 16 K..... 892 F  
Carte RS 232 C Apple ..... 1298 F  
Carte 8 ports Serie..... 3528 F  
Carte BCD ..... 1164 F  
Carte PROTO..... 166 F  
Poignées de contrôle (2E) .....285 F  
Z80 avec CP/M (version 2E) .....2830 F  
Clavier numérique.....1300 F

**TARIFS SOFT**

Apple Super Pilot .....1850 F  
Apple PASCAL.....1820 F  
Visicalc (version 2E) .....1995 F  
Visifile .....1995 F  
Apple Logo .....1500 F  
Multiplans .....1900 F  
Apple business graphics .....1375 F  
Visitrend Visiplot.....2195 F  
Apple Writer II (2E).....1300 F  
LOGO 1490 F • TRIJEU 395 F •  
POIN BAC MATHS 295 F •  
Synthétiseur pour LOGO 1395 F •  
NAJA 250 F

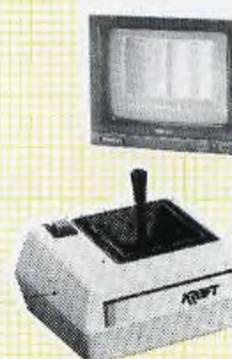
**APPLE III**

Apple 128 K + Business Basic + Visicalc + Moniteur + 20 disquettes.  
Disque dur 5MO «Profile» ... 17700 F TTC Visicalc III.....2700 F TTC  
Interface parallèle Apple III .. 1635 F TTC Apple Writer III..... 1580 F TTC  
Sylentype III ..... 2640 F TTC Carte couleur Péritelvision  
Pascal Apple III..... 2120 F TTC Apple III ..... 820 F TTC

**EFFACEUR D'EPROM EN KIT 180 F**

1 tube spécial 2 supports 1 transfo d'alimentation 1 starter avec support

**MONITEUR COULEUR POUR APPLE**



Moniteur carrossé pour Apple 12" .....3353 F  
Carte RGB pour Apple .....699 F  
• Le moniteur idéal pour tout mini ou micro-ordinateur avec entrée RGB.

• Totalement compatible avec les ordinateurs individuels Apple III et IBM sans aucune interface complémentaire.

• Cartes interfaces «RGB» II disponibles pour compatibilité Apple II.

**JOYSTICKS POUR APPLE 499 F**



Possibilité de commuter le levier en mode stable ou instable.

**hors série**

...IQUES D'AUJOURD'HUI

# Led MICRO

**COURS  
N°2**

SEPTEMBRE 1983

**Directeur de la publication :**  
Edouard Pastor

**Rédaction :**

**Secrétariat :**

Gisèle Crut

Marie Marando

**Cours de programmation :**

Claude Polgar

**Cours d'électronique digitale :**

Philippe Duquesne

**Magazine :**

Philippe Grange

**Ont participé à ce numéro :**

Charles-Henry Delaleu

René Lefebvre

Claude Roze

**Maquette et réalisation :**

Serge Fayol

Edi'Systèmes

**Société éditrice :**

Editions Fréquences

1, boulevard Ney - 75018 Paris

Tél. : (1) 238.80.88

**Président-directeur général :**

Edouard Pastor

**Publicité :**

Chef de publicité :

Jean-Yves Primas

**Secrétariat :**

Annie Perbal

**Service abonnements :**

Editions Fréquences

Fernande Givry : 238.80.37

Led-Micro. Numéro hors série de Led (Loisirs Electronique d'Aujourd'hui). 15 F, 6 numéros par an. Adresse : 1, bd Ney, 75018 Paris. Tél. : (1) 238.80.88. Publicité générale : 1, boulevard Ney, 75018 Paris. Abonnements 6 numéros : France : 80 F. Etranger : 110 F. Tous droits de reproduction (textes et photos) réservés pour tous pays. Led est une marque déposée. ISSN : 0753-7409. N° commission paritaire : 64949. Impression : Berger-Levrault, 18, rue des Glacis, 54017 Nancy.



**Notre couverture :**  
La couleur à moins de 1 000 F avec le Laser 200 de Video Technologie.

**5**

**INDEX DES ANNONCEURS**

**6**

**BIBLIOGRAPHIE**

A lire

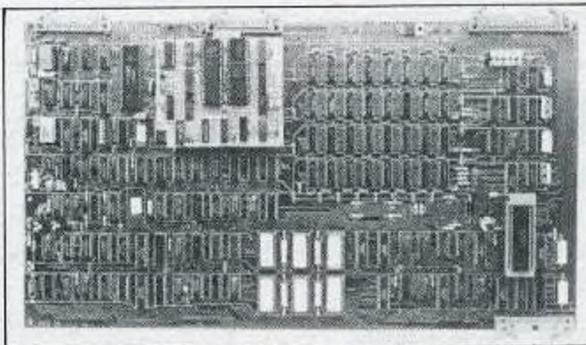
par Claude Roze

**8**

**COURS DE PROGRAMMATION  
EN BASIC**

Initiation progressive à  
l'informatique

par Claude Polgar



**42**

**PROGRAMME**

« Petits dessins »

**43**

**LIBRES PROPOS**

Réflexions sur la micro-  
informatique

par Charles-Henry Delaleu

**44**

**MAGAZINE**

Comment le désir d'apprendre  
mène aux découvertes

Propos recueillis  
par Philippe Grange

**48**

**COURS D'ELECTRONIQUE  
DIGITALE**

L'univers de la logique décodé  
par Philippe Duquesne

**62**

**COMPTE RENDU DE SALON**

Micro Expo : Une manifestation  
qui a prouvé l'attrait de la micro-  
informatique tant au niveau  
professionnel que personnel.

par Claude Roze

## **POUR REpondre A VOTRE LEGITIME ... ET FLATTEUSE IMPATIENCE !**

Led Micro (numéro hors série de Led) avait été pensé pour une parution bimestrielle.

Les cours, aussi bien de programmation que d'électronique digitale, avaient été découpés comme l'on dit au cinéma, pour cette cadence de « livraison ».

...Seulement voilà, face à des centaines de lettres et au millier d'abonnements enregistré dès le premier numéro, nous nous sommes remis en question et avons demandé à nos deux principaux rédacteurs de bien vouloir faire l'effort d'un nouveau découpage. Ils ont accepté et je les en remercie au nom de vous tous puisque désormais Led Micro paraîtra le 10 de chaque mois.

Donc votre prochain numéro (le numéro 3) vous donne rendez-vous au 10 octobre.

# **ABONNEZ-VOUS**

### **LED MICRO VOUS INFORME**

Une nouvelle section vient de s'ouvrir au Lycée d'Enseignement Professionnel de Chatellerault, elle prépare, en un an, à la formation **d'agents de maintenance des systèmes informatisés**.

En fin de formation, l'agent de maintenance devra être capable :

- d'intervenir au niveau de l'installation, de la mise en service et de la maintenance des actionneurs, des capteurs, des dispositifs d'interfaçage des systèmes informatisés ;
- d'appliquer, sur le site, les consignes élaborées par les concepteurs du logiciel et du matériel ;
- d'intervenir au niveau de l'installation, de la mise en service et de la maintenance des principaux périphériques de la micro-informatique ;
- d'entretenir une relation technique et commerciale avec un client.

Pour tout renseignement, écrire au Lycée d'Enseignement Professionnel - Le Verger - 86100 Chatellerault

Au Centre Mondial Informatique et Ressource Humaine, 22 avenue Matignon, 75008 PARIS, les passionnés d'ordinateurs pourront participer aux journées « Jeunes Créateurs » organisées à l'initiative de la Revue « Autrement », les 1<sup>er</sup>, 2 et 3 octobre prochains.

Le Centre Mondial ouvrira ses portes pendant 3 jours pour les démonstrations et exposition des programmes, jeux, images et matériels inventés et conçus par des jeunes.

Un jury désignera les œuvres les plus originales ou intéressantes.

Les créateurs doivent dès maintenant et jusqu'au 25 septembre adresser leurs travaux au Centre.

**CPU Z-80®**  
158 instructions  
de base

**MONITEUR**  
(EPROM  
8K × 8)  
Puissant et  
efficace

**RAM**  
(2 × 6116 : 4K × 8)  
mémoire CMOS ;  
alimentation  
par piles pour  
la sauvegarde des  
programmes.

**VISUALISATION**  
20 caractères  
alphanumériques  
- digit 14 segments -  
affichage des  
64 caractères  
codés en ASC II.

**CLAVIER**  
alphanumérique  
49 touches  
mécaniques  
avec ou sans  
« bip » de  
contrôle.

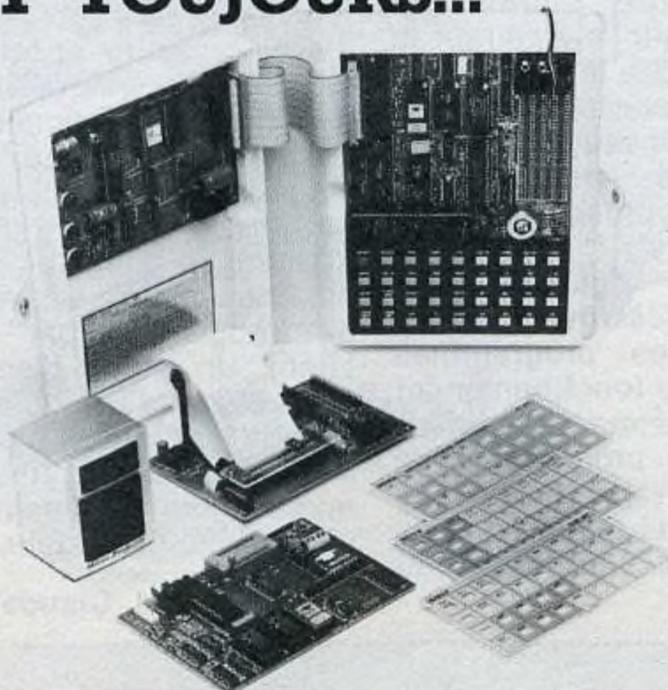
**DECRIE  
DANS  
LED**

# LE MICROPROFESSOR 1 PLUS

LANGAGE MACHINE - ASSEMBLEUR - BASIC - FORTH

"MICROPROFESSOR" est une marque déposée MULTITECH

**ET TOUJOURS...**



**LE MPF 1 B**



11 bis, rue du COLISÉE -  
75008 PARIS - Tél. : 359.20.20

Veuillez me faire parvenir :

- MPF-1 PLUS au prix de 1.995 F T.T.C.  
(Matériel livré avec langage machine et assembleur)
- Option 1 PLUS : BASIC ou FORTH prix unitaire 400 F T.T.C.
- MPF-1 A au prix de 1.295 F T.T.C.
- MPF-1 B au prix de 1.395 F T.T.C.  
avec notice et alimentation - port compris

Les modules supplémentaires :

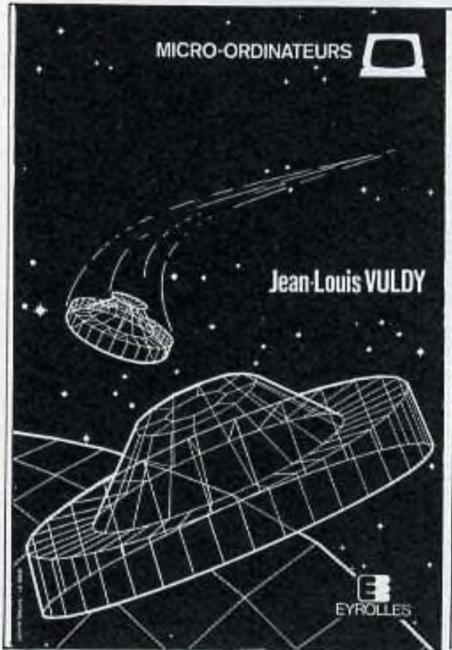
- Imprimante - 1.095 F port compris
- Programmeur EPROM - 1.495 F port compris
- Synthétiseur Musical - 1.095 F port compris
- Votre documentation détaillée

NOM : \_\_\_\_\_

ADRESSE : \_\_\_\_\_

Ci-joint mon règlement (chèque bancaire ou C.C.P.)  
Signature et date : \_\_\_\_\_

# A LIRE



## « Graphisme 3D sur votre micro-ordinateur »

de Jean-Louis Vuldy aux Editions Eyrolles. 70 F environ.

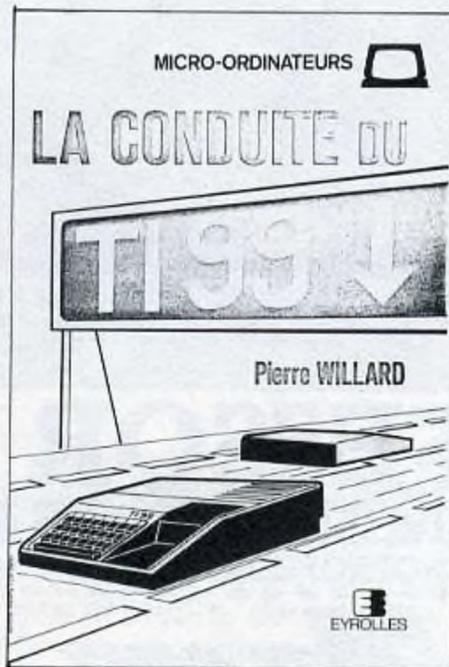
Fais-moi un dessin demandait le petit prince de Saint-Exupéry. Aujourd'hui c'est à un micro-ordinateur que l'on demande de faire un dessin. Mais un bon dessin n'est pas aisé à réaliser. Il ne s'obtient qu'au prix d'une réflexion bien conduite. Pour éviter les tâtonnements inutiles et surtout le découragement qui conduit à délaisser une activité riche de satisfactions quand elle réussit, l'auteur propose une méthodologie en quatre points: le graphisme pour quoi faire, le dessin dans un plan, une analyse dans l'espace, un programme de visualisation.

La présentation est claire. Mais attention, la lecture peut paraître rebutante à qui n'a pas de bonnes bases de mathématiques. Cet ouvrage ne vous apporte pas des « recettes » pour dessiner une maison ou un mouton sur l'écran de votre micro, mais les moyens

jour pouvoir réaliser des graphiques, des courbes, des représentations planes et dans l'espace. L'usage de ces différents « dessins » est avant tout d'ordre professionnel: bureau d'étude, gestion, engineering, architecture. Progressivement cette technique est utilisée dans les arts graphiques pour la création d'images au cinéma, à la télévision pour l'animation, etc...

Un ouvrage à lire pour qui veut maîtriser cette technique du dessin par micro-ordinateur.

Il permet d'aborder le monde fascinant de la simulation et de l'image en trois dimensions. Il démystifie certains aspects de la CAO, conception assistée par ordinateur et permet de découvrir un domaine passionnant: la synthèse d'images.



## « La conduite du TI99 »

de Pierre Willard aux Editions Eyrolles. 85 F environ.

Le TI99 de Texas-Instrument est l'un des micro-ordinateurs les plus vendus dans le monde. Il a déjà suscité plusieurs ouvrages. Celui-ci est destiné aux possesseurs d'un TI99A qui désirent « tirer » le maximum de leur machine.

Il ne fait pas double emploi avec le manuel. Il explique le fonctionnement du TI

Basic afin que l'utilisateur puisse optimiser ses programmes écrits dans ce langage.

Cet ouvrage se veut avant tout pratique. Le lecteur apprend, par exemple, à optimiser la fonction Call Key. De même, pour les fonctions graphiques et son.

Tout au long de l'ouvrage, des exemples sont donnés: programmes en Basic pour faire comprendre les possibilités de ce langage, un programme d'essai des couleurs et un programme d'aide à la génération des caractères.

A signaler un chapitre très intéressant autant qu'utile sur les extensions. Tout utilisateur, un jour ou l'autre parce que ses connaissances augmentent, a besoin de « doper » une machine pour réaliser ce qu'il a envie. Ce chapitre permet de connaître les possibilités et limites du TI99A avec ses périphériques: la boîte périphérique destinée à recevoir un lecteur de disquettes et des cartes enfichables comme l'extension mémoire 32 K, le contrôleur de disquettes, l'interface RS 232, la carte P code, etc...

Une partie de ce chapitre est consacrée aux langages avec lesquels le TI99A peut travailler: le Basic étendu et l'assembleur qui nécessite de disposer du kit Editor/Assembler avec un lecteur de disquettes et l'extension mémoire (module mini-mémoire), le pascal VCSD, le TI Logo, un langage accessible à tous dans la mesure où l'on s'adresse au micro-ordinateur presque en langage naturel.

A signaler également un chapitre consacré au codage des programmes Basic et au fonctionnement de l'interpréteur. Et pour terminer un programme de bataille navale. Un ouvrage très complet que se doit de posséder tout utilisateur du TI99A.



## « Guide d'achat de la micro-informatique »

édité par Sybec - 10 F

Ce petit guide de 200 pages est une mine de renseignements pour tout acheteur d'un micro-ordinateur. La présentation est claire. La lecture facile. Près de 1 500 produits (machines et logiciels) sont répertoriés. Il débute par une partie « informations générales » qui explique d'une façon succincte et précise ce que sont une unité centrale, un disque dur, un moniteur, etc... et à quoi sert un micro-ordinateur.

Il comporte deux chapitres: gestion et loisirs. Dans chacun trois marques sont traitées: Apple, Ibm et Commodore. Pour chaque machine et logiciel, un descriptif précis permet au lecteur de s'orienter vers le produit qui répond à son objectif et d'avoir avec le spécialiste un dialogue constructif.

Il comporte également un chapitre consacré aux livres les plus intéressants apportant un complément d'informations au guide (un exemple entre autre « la pratique de l'Apple II » par Henri Lilen). Un guide bien fait, peu onéreux qui vous évitera de commettre bien des erreurs, elles sont très onéreuses, lors de l'achat de votre micro-ordinateur.

Claude Roze

# Choisissez une carrière d'avenir.

# 10 métiers informatiques

**L'un d'eux peut être demain le vôtre...**  
*... même si aujourd'hui vous n'avez pas de diplôme.*

## Choisissez vite!

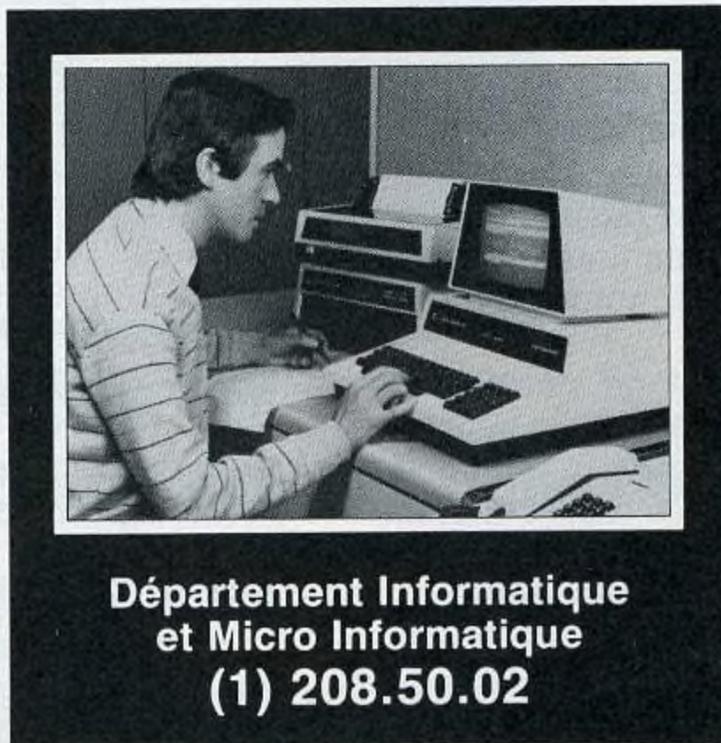
**Vous pouvez commencer vos études à tout moment, sans interrompre vos activités professionnelles actuelles.**

Comment apprendre rapidement et facilement un « métier du XXI<sup>e</sup> siècle? Devenir informaticien en 1983, c'est choisir une carrière d'avenir, avec l'assurance de trouver immédiatement de nombreux débouchés, et des perspectives d'autant plus intéressantes que la place de l'ordinateur ne cesse de s'accroître dans tous les domaines: économique, social, administratif, etc.

Quel que soit votre niveau de formation (et même si vous n'avez pas de diplôme), Educatel se charge de vous apprendre en quelques mois par les moyens les plus modernes, et avec un enseignement personnalisé à votre cas, le métier informatique qui vous convient le mieux.

A la fin de votre formation Educatel, vous recevrez un certificat que savent apprécier les employeurs et nous appuierons votre candidature.

Demandez, sans aucun engagement de votre part, notre documentation gratuite (en nous renvoyant le bon ci-dessous ou en nous téléphonant au (1) 208.50.02).



**Département Informatique  
et Micro Informatique  
(1) 208.50.02**

### ANALYSTE

A un niveau intermédiaire entre l'utilisateur et l'application informatique, vous concevez l'application et formalisez la solution qui sera ensuite confiée aux programmeurs (niveau d'accès: BAC + 2).

### ANALYSTE PROGRAMMEUR

Vous êtes la charnière entre la conception du projet et sa réalisation, vous adaptez chaque programme en fonction de la demande de l'utilisateur (niveau d'accès: BAC).

### PROGRAMMEUR D'APPLICATION

Vous travaillez en collaboration avec l'analyste, testez et mettez au point les programmes (niveau d'accès: 2<sup>e</sup> - 1<sup>re</sup>).

### PROGRAMMEUR SUR MICRO-ORDINATEUR

Vous maîtrisez la programmation sur micro-ordinateur et le langage BASIC (niveau d'accès: 3<sup>e</sup> ou B.E.P.C.).

### OPERATEUR SUR ORDINATEUR

Vous assurez principalement les différentes manipulations nécessaires au fonctionnement de l'ordinateur (niveau d'accès: 3<sup>e</sup> - B.E.P.C.).

### PUPITREUR

Vous avez un rôle de dialogue avec la machine. Le pupitreur effectue la mise en route, la conduite et la surveillance des installations de traitement informatique (niveau d'accès: 3<sup>e</sup> ou 4<sup>e</sup>).

### OPERATRICE DE SAISIE

Votre travail consiste à saisir des informations en langage compréhensible pour l'ordinateur. (Accessible à tous).

### PRATIQUE DES MICRO-ORDINATEURS

Pour acquérir très rapidement les connaissances nécessaires pour mettre en œuvre et utiliser un micro-ordinateur. (Accessible à tous).

### CORRESPONDANT INFORMATIQUE

Vous êtes l'intermédiaire entre le service informatique et les utilisateurs (niveau d'accès: 1<sup>re</sup> - Terminale).

### UTILISATION DE L'INFORMATIQUE POUR METIERS COMPTABLES ET DE GESTION

(Niveau d'accès: 3<sup>e</sup> ou C.A.P.).

*Si vous êtes salarié, votre étude peut être prise en charge par votre employeur (loi du 16.7.1971 sur la formation continue).*

SOGEX

## On embauche des milliers d'informaticiens

Les chiffres de l'ANPE le prouvent: actuellement plus de la moitié des postes proposés par les employeurs à des informaticiens (programmeur, opérateur sur ordinateur, etc.) ne sont pas pourvus, faute de candidats en nombre suffisant. Et les spécialistes du Plan lancent un cri d'alarme: la France a besoin très rapidement de 100.000 nouveaux informaticiens. Découvrez vite comment devenir réellement l'un de ces « techniciens de l'avenir »!

# Educatel

G.I.E. Unieco Formation  
Groupement d'écoles spécialisées.  
Etablissement privé d'enseignement  
par correspondance soumis au contrôle  
pédagogique de l'Etat.

## BON pour une documentation détaillée sur 10 métiers de l'informatique

Où! je désire recevoir gratuitement (et sans aucun engagement) une documentation détaillée sur la formation EDUCATEL d'enseignement personnalisé des 10 métiers informatiques.

J'y trouverai pour chaque métier préparé le plan de formation complet, son niveau d'accès, le programme des travaux pratiques, sa durée et son prix.

Si je le désire, une orientation et des conseils personnels me seront fournis gratuitement.

Je peux également (c'est encore plus facile) téléphoner à EDUCATEL au (1) 208.50.02.

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Code postal \_\_\_\_\_ Ville \_\_\_\_\_

Téléphone (facultatif) \_\_\_\_\_

**EDUCATEL G.I.E. Unieco Formation,  
3000 X - 76025 ROUEN CEDEX**

Pour Canada, Suisse, Belgique: 49, rue des Augustins, 4000 Liège  
Pour TOM-DOM et Afrique: documentation spéciale par avion.

POSSIBILITE  
DE COMMENCER  
VOS ETUDES  
A TOUT MOMENT  
DE L'ANNEE

LEM002

ou téléphonez à Paris  
**(1) 208.50.02**



# COURS DE PROGRAMMATION(II)

## Où en sommes-nous ?

Dans le numéro de juin 1983, nous avons acquis un certain « vocabulaire de base ». Dès maintenant, nous pourrions employer des mots tels que : logiciel, BASIC, microprocesseur, programme, fichier, données, disquette, code ASCII, octet, bit.

## Qu'allons-nous faire ?

Nous abordons aujourd'hui la deuxième partie de notre cours : « **Le matériel constituant un micro-ordinateur - Structure et choix** ».

La lecture de cette deuxième partie vous fournira l'essentiel des connaissances en « matériel » que doit posséder un technicien en « logiciel ».

Nous allons ouvrir le capot de notre micro-ordinateur pour voir ce qu'il a dans le ventre, et étudierons l'un après l'autre chacun des « blocs fonctionnels » dont il est constitué : unité centrale, moniteur vidéo, clavier, imprimante, lecteur/enregistreur de disquettes, etc. Quand vous aurez fini la lecture de ce chapitre 2, vous serez capable de comprendre les « spécifications techniques » décrivant les différents micro-ordinateurs que l'on vous propose. Des mots tels que : « microprocesseur 8 bits », « mémoire RAM de 64 Ko », « interface Centronics », « prise Péritel », « sortie RS232C »,

« caractères selon une motrice de 7 × 9 », « écran alphanumérique de 24 × 80 », « semi-graphisme », « clavier AZERTY », « imprimante à aiguilles », « 100 C.P.S. », « entraînement pas picots » évoqueront pour vous une idée précise.

**Mais ATTENTION !** NE croyez PAS que cela vous SUFFISE pour choisir en connaissance de cause le système qui convient le mieux à vos besoins, les éléments les plus importants de votre choix devant être :

- la qualité (et l'abondance) du logiciel qui « tourne » sur ce matériel ;
- l'adaptation de ce logiciel à votre problème (ou à vos problèmes) ;
- les problèmes d'extension ultérieures ;
- les garanties d'après-vente (mise en route - formation - maintenance).

Nous ne pourrions aborder ces problèmes sérieusement que lorsque vous aurez une petite expérience en programmation.

## Où allons-nous ?

Lorsque vous aborderez la troisième partie de ce cours, vous serez récompensés de vos efforts : vous commencerez à rédiger de (petits programmes) et à les dactylographier sur le clavier de votre micro-ordinateur... ou à « faire comme si », dans le cas où vous n'avez pas de micro-ordinateur à votre disposition.

### **UN NUMÉRO 1 QUI N'ÉTAIT PAS SANS REPROCHES**

Un premier numéro, plus que tout autre, est à la merci d'erreurs multiples. Nous pourrions évoquer ici bien sûr les délais, la précipitation... le fait est que plusieurs erreurs ont été « imprimées ».

Nous tenons à nous en excuser auprès de nos très nombreux lecteurs et à remercier ceux qui ont bien voulu (et ils sont nombreux !) nous en faire la remarque. Le numéro 2 n'étant pas à l'abri de ces mêmes erreurs, nous publierons chaque mois une page consacrée aux errata, cette page d'ailleurs pouvant « se multiplier » dans la mesure où elle sera de toute façon le reflet des réactions que vous pourrez avoir, amis lecteurs.

Nous engageons d'ailleurs chacun d'entre vous à, outre ses impressions, nous communiquer ce qui lui semblerait positif, voire complémentaire par rapport à chacun de nos deux cours. Nous ne manquerons pas de le publier.

Erreurs relevées dans le LED MICRO n° 1 (juin 1983)

- **page 20** : les nombres 184 à 190 sont décalés d'un cran ;
  - **page 22** : dans les codes binaires correspondant à 3C à 3F - 6C à 6F - 7C à 7F, remplacer le O (en sixième position) par un 1 ;
  - **page 26** : supprimer la ligne 90 du programme
  - **page 27** : (1.5.2/3°) lire « Si l'opérateur » au lieu de « Si l'ordinateur ».
  - **page 41** : au lieu de « obsolence », lire « obsolescence ».
  - **page 42 et 43** : les § 1.9.4 et G1.9.2 sont inutilement redondants.
- Actuellement, le sigle « VLSI » (Very Large Scale Integration) a remplacé le sigle « GSI ».
- Merci à ceux qui m'ont signalé ces erreurs. Excuses à tous !
- C. Polgar



## DEUXIEME PARTIE

### Le matériel constituant un micro-ordinateur Structure et choix

- 2. 1. Notion de configuration
- 2. 2. Notions élémentaires sur les transmissions
- 2. 3. La mémoire centrale
- 2. 4. L'unité centrale de traitement (microprocesseur)
- 2. 5. Couplage et interfaces
- 2. 6. Le moniteur vidéo (l'écran)
- 2. 7. Le clavier
- 2. 8. L'imprimante
  - Disquettes et cassettes
  - Autres périphériques
  - Spécifications « matériel » de quelques systèmes complets
  - Ce qu'il faut retenir
  - Glossaire

Cette deuxième partie a pour objet de fournir aux utilisateurs de micro-ordinateurs les connaissances nécessaires pour :  
 — comprendre les spécifications des différents matériels (Unité Centrale, Imprimante, disquettes...), afin de les aider dans leur choix ;  
 — avoir une idée de leur principe de fonctionnement et de la façon dont ils sont connectés sur l'ensemble du système.

### G2.1.1. Une configuration typique

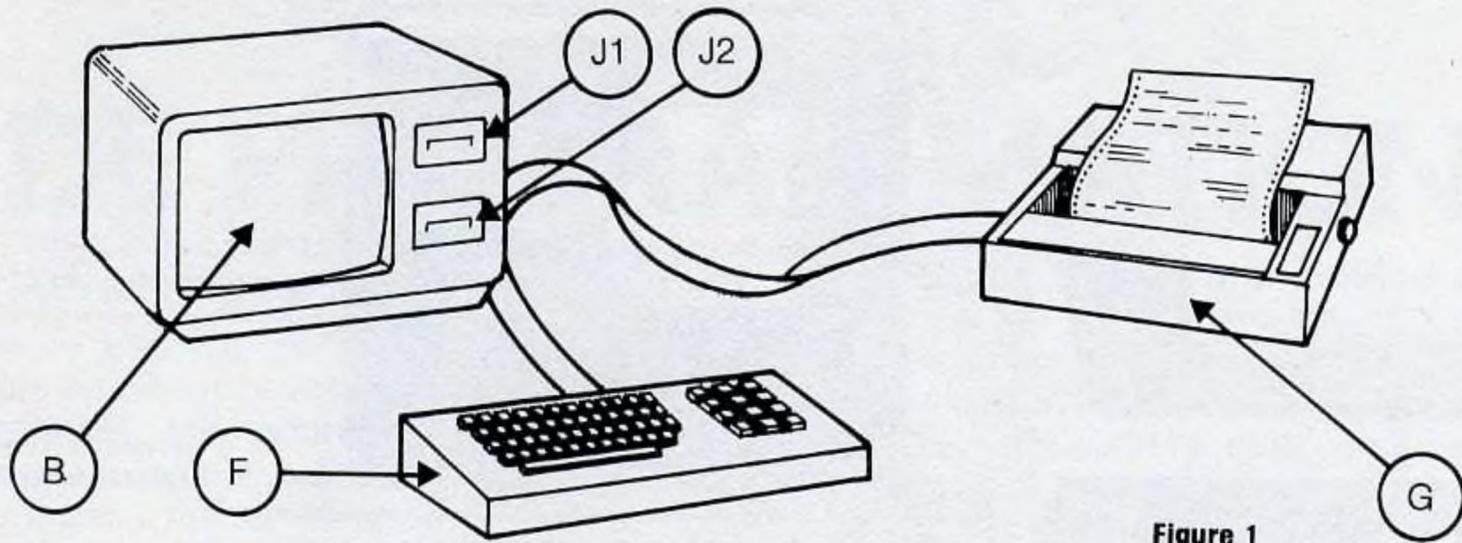


Figure 1

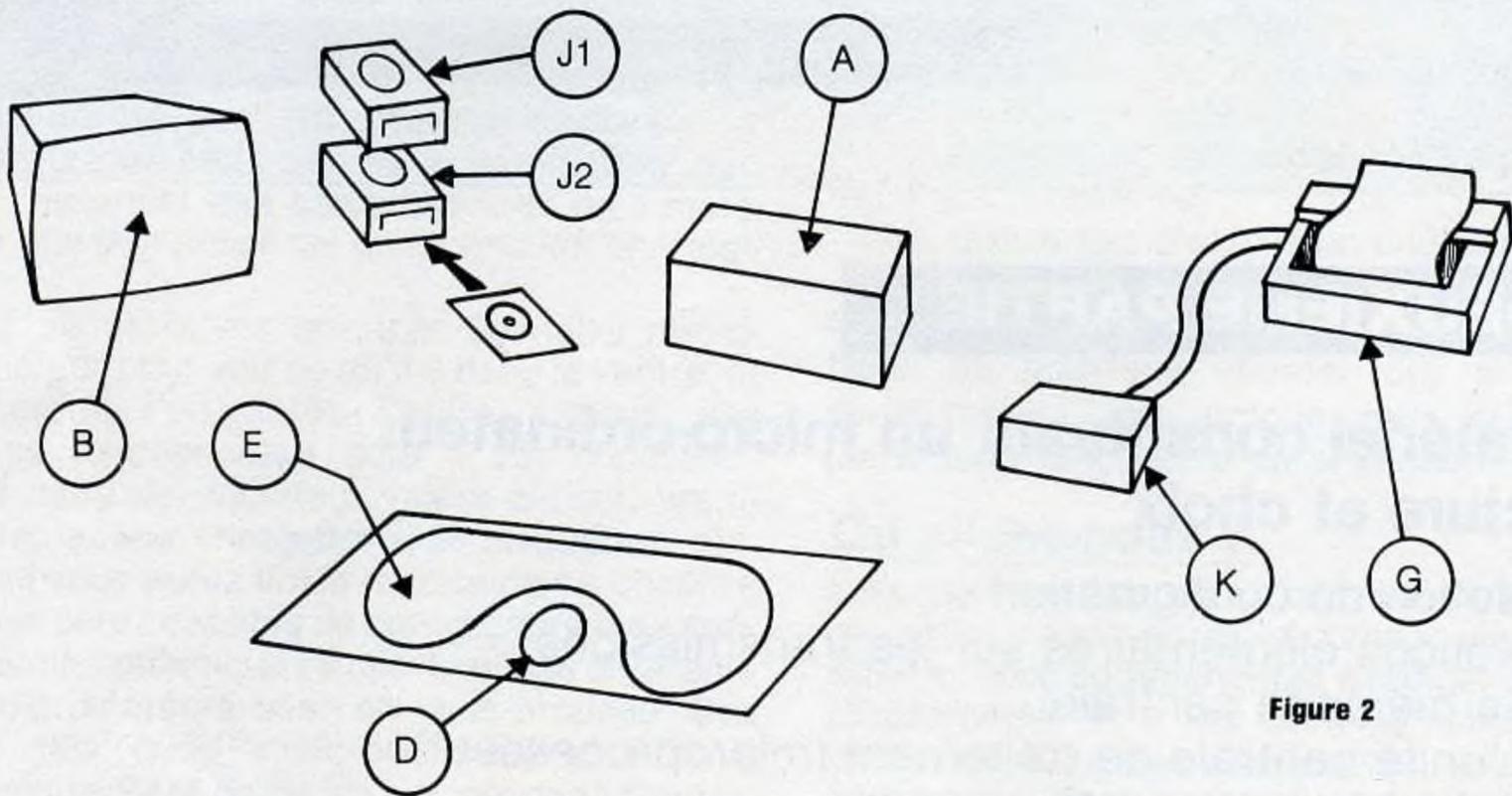


Figure 2

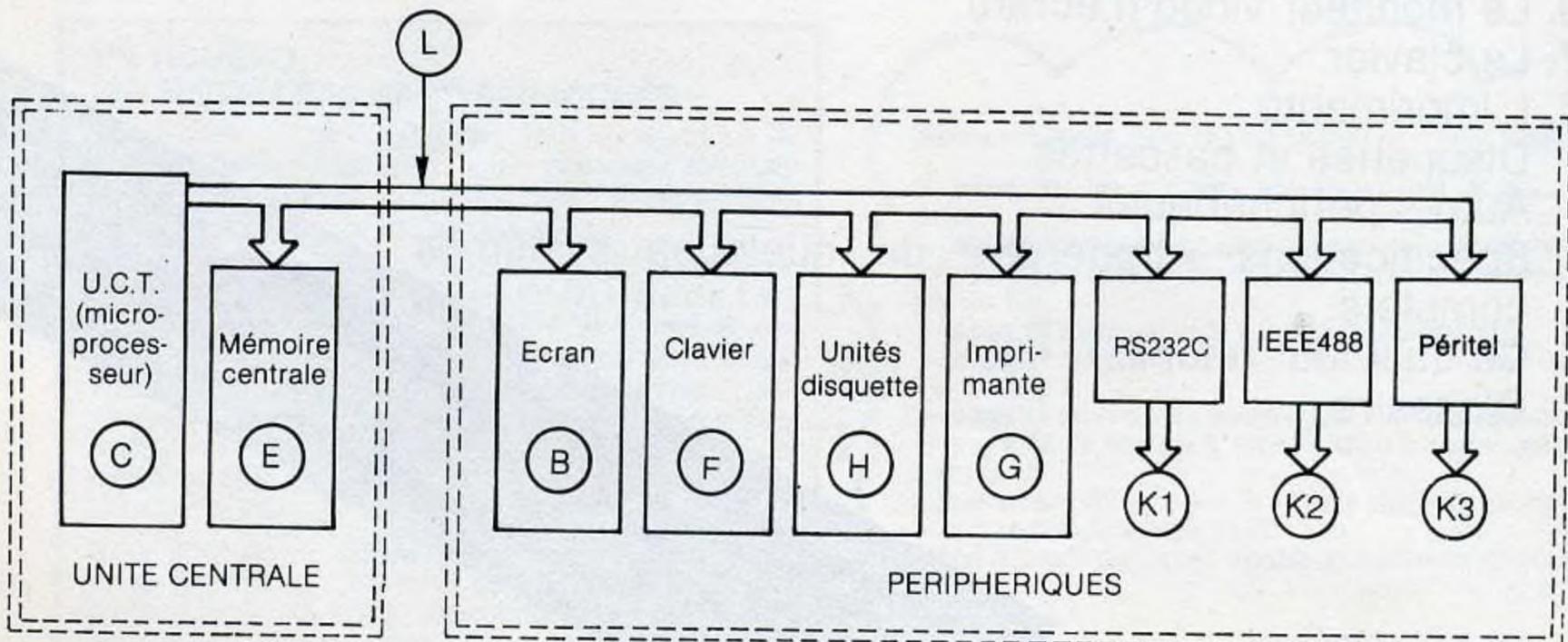


Figure 3

## 2.1. Notion de configuration

### 2.1.1. Une configuration typique

Les croquis de la page ci-contre représentent un même ordinateur, mais vu de trois façons différentes :

Figure 1 : vu de l'extérieur

Figure 2 : vue éclatée

Figure 3 : schéma de principe

On peut distinguer dix « blocs fonctionnels » repérés par des lettres :

- |   |   |
|---|---|
| <b>A</b> Alimentation                       | C'est un ensemble qui, à partir du secteur alternatif fournit les tensions continues dont l'ordinateur a besoin (5 volts, 12 volts, etc.).<br>Ce bloc fonctionnel n'est pas représenté sur la figure 3.   |
| <b>B</b> Moniteur vidéo                     | Constitué d'un tube cathodique (ressemblant à un tube de téléviseur) et de divers circuits électroniques.   |
| <b>C</b> Unité centrale                     | C'est le « cœur » du système. Dans le cas présent, elle est constituée d'une cinquantaine de petits boîtiers appelés « circuits intégrés » — tous soudés sur une seule « carte » de circuit imprimé. Admettons que, dans le cas des micros, l'unité centrale est composée de deux parties : le processeur et la mémoire centrale.<br>(N.B. Dans les gros ordinateurs, le vocabulaire est souvent différent).  |
| <b>D</b> Processeur                         | (ou UNITE CENTRALE DE TRAITEMENT) — en abrégé U.C.T. — L'U.C.T. effectue diverses opérations fondamentales (calculs, branchements, etc.).   |
| <b>E</b> Mémoire centrale                   | sert à stocker les données et les programmes.   |
| <b>F</b> Clavier                            | Le clavier des micro-ordinateurs ressemble beaucoup à celui des machines à écrire classiques. Il comporte cependant diverses touches complémentaires.   |
| <b>G</b> Imprimante                         | Les machines à écrire classiques comportent deux parties reliées mécaniquement : le clavier et le dispositif d'impression. Dans les ordinateurs, ces deux parties sont généralement reliées uniquement par des fils électriques.  |
| <b>H</b> Disquettes                         | Support d'information que nous avons déjà décrit (chapitre 1 § G1.3.1)  |
| <b>J</b> Lecteur/enregistreur de disquettes | Ce sont les appareils qui permettent d'enregistrer des informations sur les disquettes. Le nom « lecteur-enregistreur-de-disquettes » étant un peu long, on les appelle souvent « unités de disquettes » ou — de leur nom anglais — « drive » (prononcez draille-veu).  |
| <b>K</b> Interfaces                         | Les interfaces apparaissent sur les figures 2 et 3 (page ci-contre) comme des connecteurs comportant un nombre élevé de broches (plus de 10). Ils permettent de brancher sur l'ordinateur des appareils complémentaires divers : machine à dessiner, crayon lumineux, etc.<br>L'ordinateur représenté page ci-contre comporte trois interfaces :<br>— un interface série RS232C (dit aussi V24)<br>— un interface parallèle IEEE488 (appelé aussi HPGIB)<br>— une prise PERITEL (branchement spécial pour téléviseur couleur) |
| <b>L</b> Liaisons                           | Tous ces blocs fonctionnels sont reliés entre eux par un grand nombre de connexions électriques.  |

Comme le montre la figure 3, on regroupe souvent ces blocs fonctionnels en distinguant :

- 1°) d'une part, l'unité centrale (processeur + mémoire centrale)
- 2°) d'autre part, les périphériques (ou organes d'entrée/sortie).

### G2.1.2. Notion d'extension

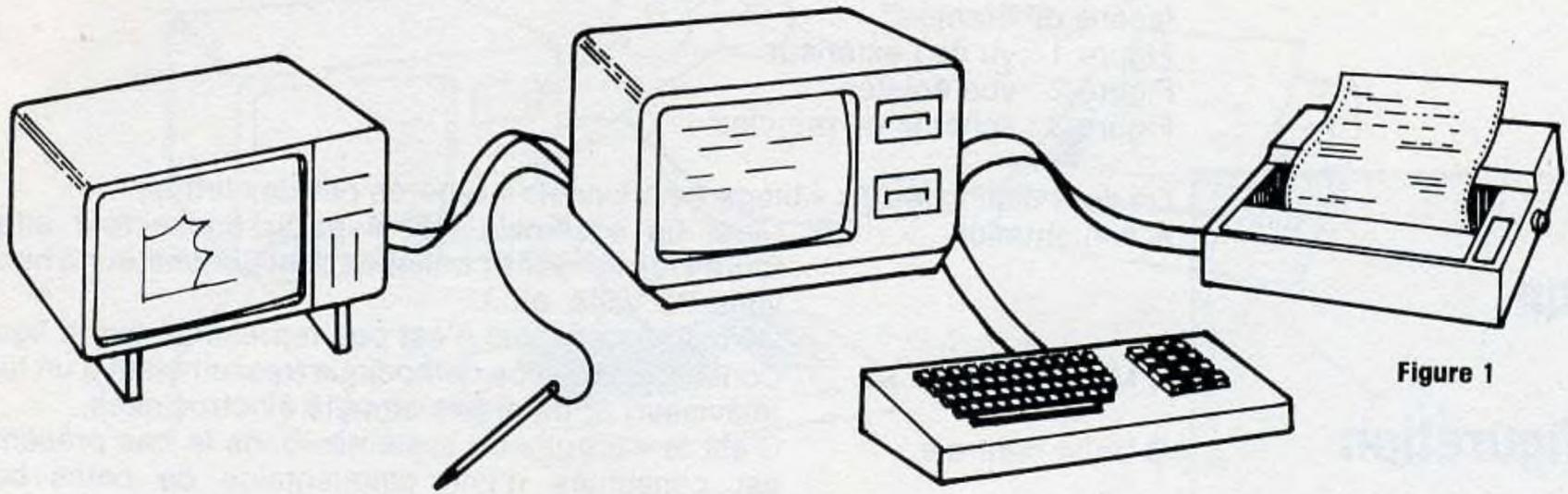


Figure 1

Cette configuration comporte un téléviseur couleur et un crayon lumineux permettant de dessiner.

### G2.1.3. Connexion de micro-ordinateurs sur le réseau téléphonique

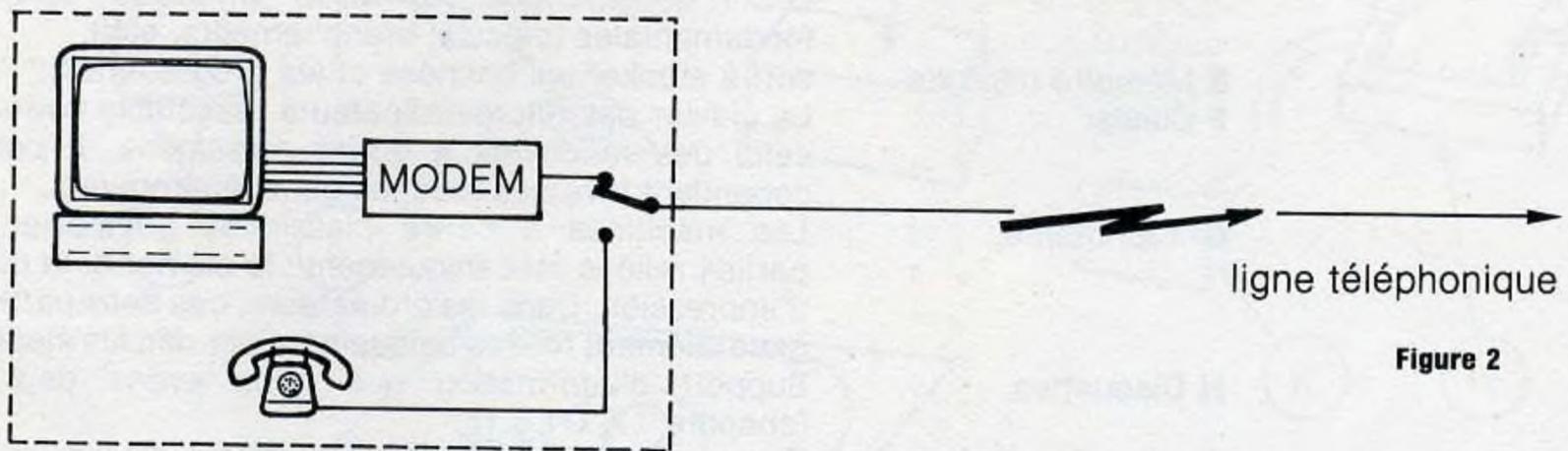


Figure 2

A l'aide de MODEMS (= modulateur démodulateur) on peut connecter des ordinateurs par l'intermédiaire du réseau téléphonique.

### G2.1.4. Un exemple de configuration



Figure 3

### 2.1.2. Extension

La configuration que nous venons de définir comporte quatre périphériques très classiques : clavier, écran, unités à disquette et imprimante.

La figure 1 (page ci-contre) correspond à une configuration un peu plus riche : on a connecté sur l'Unité Centrale un téléviseur couleur par l'intermédiaire d'une « prise Péritel ». Ceci permet à l'utilisateur de (par exemple) :

- dialoguer avec l'ordinateur sur son premier écran ;
- voir s'afficher des dessins sur son écran de télévision.

Il est possible d'ajouter d'autres périphériques grâce aux interfaces — ou en ajoutant des éléments coupleurs : par exemple, on pourra connecter un crayon lumineux (light pen) pour dessiner directement sur l'écran — un modem pour relier l'ordinateur au téléphone, etc.

### 2.1.3. Réseau

Il est possible d'aller plus loin et de constituer des « réseaux » de micro-ordinateurs (voir § G1.7.2.A cours n° 1) :

#### **soit : des réseaux « internes »**

Exemple : une société dispose de dix micro-ordinateurs tous reliés à une unité à dispacks commune contenant toutes les archives de la société.

#### **soit : des réseaux externes**

Exemple : une agence de voyages possède un système informatique comportant six ordinateurs « postes-de-travail », une unité de mémoire à dispacks et une liaison TRANSPAC — ce qui permet à ces ordinateurs de communiquer avec les bases de données des diverses compagnies aériennes, de la SNCF, etc. pour effectuer automatiquement des réservations de place.

La figure n° 2 (page ci-contre) représente une liaison par MODEM permettant de connecter un ordinateur non pas sur un réseau spécial (tel TRANSPAC), mais sur le réseau téléphonique ordinaire.

### 2.1.4. Configuration minimum

Inversement, on peut commencer à s'équiper avec une configuration plus économique — que l'on complètera peu à peu : par exemple, dans un premier temps, on ne voudra qu'apprendre le BASIC et on se passera d'imprimante et d'unités à disquettes.

### 2.1.5. La variété des systèmes

Il existe un nombre impressionnant de micro-ordinateurs, comportant tous à peu près les mêmes blocs fonctionnels que notre ordinateur de référence, mais disposés de diverses façons.

Voir figure 3 une configuration du micro-ordinateur Commodore CBD 8002-SK

#### **Attention**

Si vous n'êtes pas spécialiste, n'achetez jamais séparément les différents éléments de votre système, même si le revendeur vous assure qu'ils sont « entièrement compatibles » ! Si vous commencez par l'achat d'une configuration minimum, assurez-vous que vous pourrez bien connecter telle imprimante que vous n'envisagez de vous procurer que dans six mois. Si la lecture du chapitre 2.5 vous convainc de cette idée, il aura été suffisamment utile !

### G2.2.1. « Câbles » de puissance « lignes » d'information

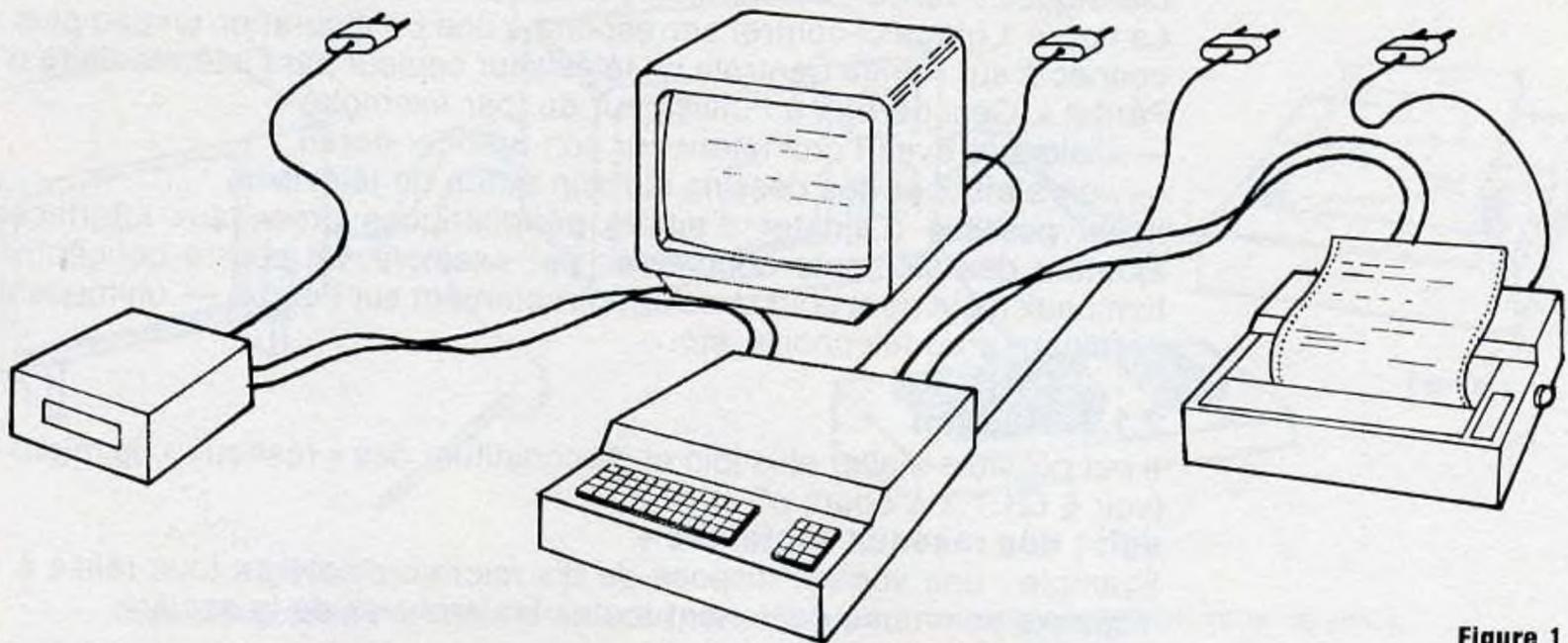


Figure 1

### G2.2.2. Transmission série et transmission parallèle

Transmission série

B	O	N	J	O	U	R
01000010	01001111	01001110	01001010	01001111	01010101	01010010

Figure 2

Transmission parallèle

0	0	0	0	0	0	0	→
1	1	1	1	1	1	1	→
0	0	0	0	0	0	0	→
0	0	0	0	0	1	1	→
0	1	1	1	1	0	0	→
0	1	1	0	1	1	0	→
1	1	1	1	1	0	1	→
0	1	0	0	1	1	0	→
B	O	N	J	O	U	R	

Figure 3

### G2.2.4. Pour les méticuleux

L'exposé du § 2.2.4 choquera certainement les spécialistes des transmissions :

— d'une part (et surtout) nous avons confondu le débit binaire (qui s'exprime en bits par seconde) et la « rapidité de modulation » (qui s'exprime en bauds). En fait, le nombre « d'états significatifs » que l'on peut transmettre sur une ligne n'est pas égal au nombre de bits que l'on en déduit : ce ne serait pas la peine que quantité de techniciens se soient donnés tant de mal pour transmettre davantage de bits sur une ligne de qualité donnée en utilisant de nombreuses astuces d'encodage ! A quoi serviraient les notions de code NRZ, de code biphase, de code de Miller, et de dibit, alors ? Grâce à ces procédés, on peut transmettre deux fois plus de bits sur une ligne de même technologie.

— d'autre part, le nombre de bits utilisés pour traduire un caractère, n'est pas forcément égal à 8.

Bien sûr, bien sûr... mais pour le moment il nous suffira de nous rappeler que :

- en gros (nombre de caractères par seconde) = 1/10 (bauds)
- il s'agit d'une approximation assez grossière.



### G2.2.5.A. Le microprocesseur Z 80



Le microprocesseur Z80 vue dessus

Figure 1

### G2.2.5.B. Les 3 BUS reliés au Z 80

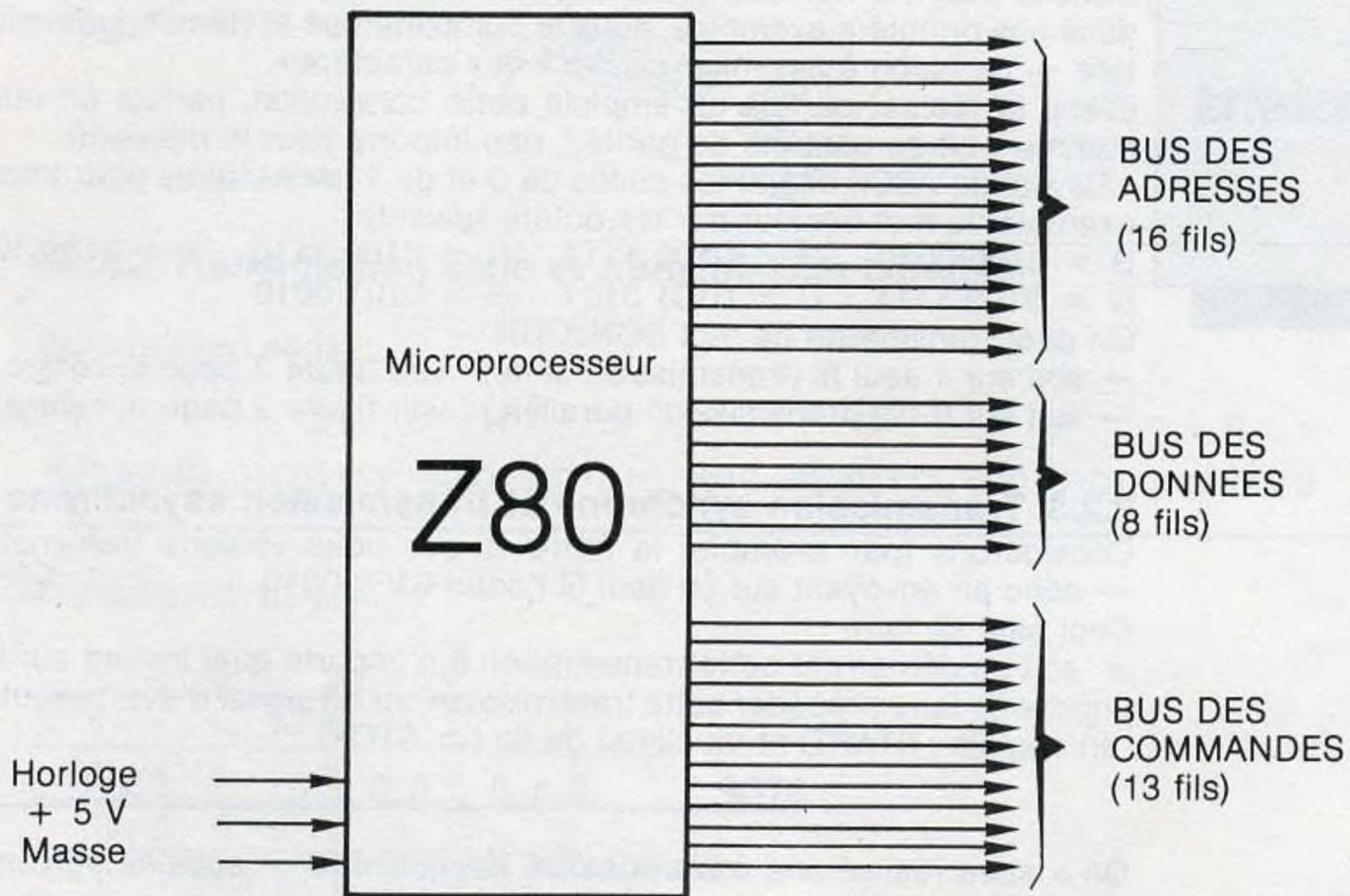


Figure 2

### G2.2.5.D. Représentation schématique du système

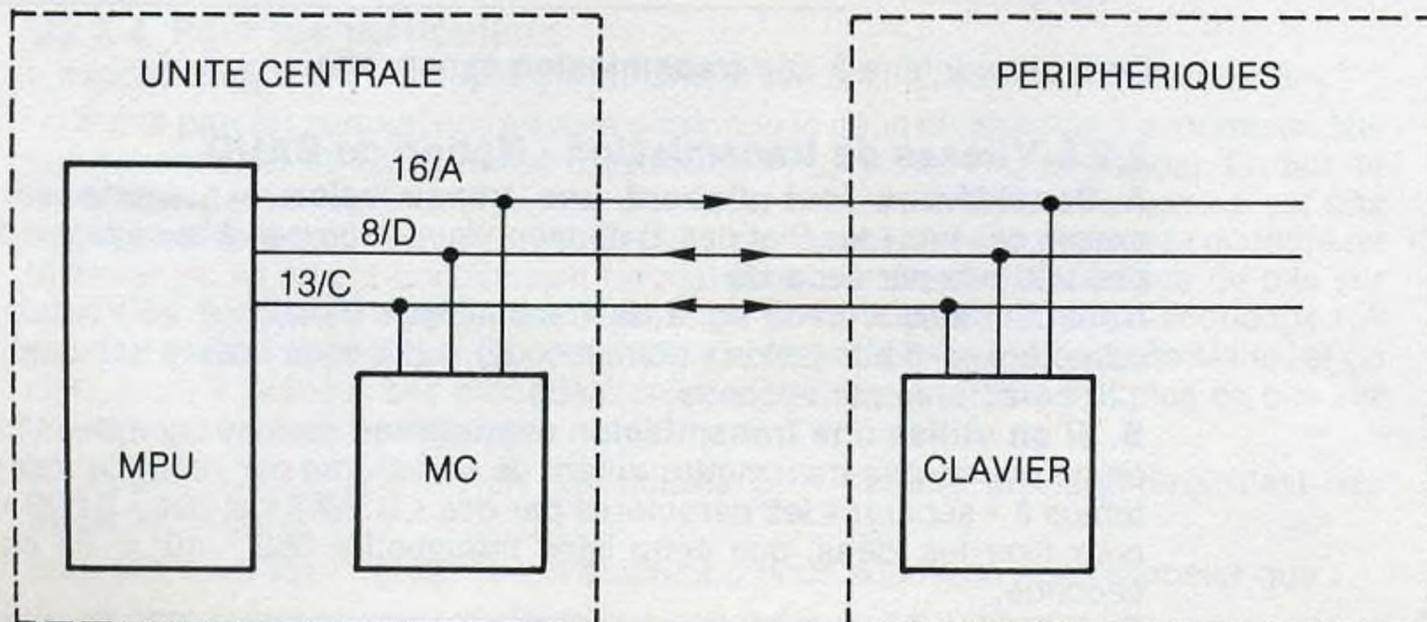


Figure 3

## 2.2.5. Transmissions entre le microprocesseur et les périphériques. Notion de BUS

### A. Le Z80 et ses 40 broches

La figure 1 (page ci-contre) représente le microprocesseur Z80 vu de dessus. Sur la figure 2, on a dessiné les 40 broches du Z80, non à leur position réelle, mais en les regroupant selon leurs fonctions, afin de réaliser des schémas de principe plus facilement compréhensibles.

Sur la partie de gauche de cette figure, on remarque trois fils reliés à trois broches (masse, tension continue + 5 volts, horloge) qui alimentent le Z80 en permanence : dans le présent chapitre, nous ne nous intéresserons pas à ces trois broches « de servitude ».

### B. Les trois BUS reliés au Z80

Les fils soudés sur les broches (autres que les trois fils « de servitude ») sont répartis en trois groupes que l'on appelle BUS (abréviation de omnibus, qui veut dire en latin : à la disposition de tout le monde) :

#### 1. Le bus des données

Lorsque le microprocesseur veut émettre un message quelconque (par exemple le mot BONJOUR), il enverra successivement les lettre B puis O, puis N, puis... en parallèle sur les 8 fils du bus des données, comme représenté sur la figure 3 du chapitre précédent (§ G2.2.2.B).

#### 2. Le bus des adresses

Il ne suffit pas que le microprocesseur envoie le message BONJOUR sur le BUS des données, il faut encore qu'il précise que ce message doit être envoyé :

- soit sur l'écran (et à quel endroit)
- soit sur l'imprimante
- soit sur une disquette (à quel endroit)

Le Z80 définit la destination du message transitant sur le bus des données en envoyant des bits convenables sur le bus des adresses.

#### 3. Le bus des commandes

Lorsque le Z80 s'adresse à la mémoire centrale (par exemple) ce peut être :

- soit pour lui demander d'écrire (= write, prononcez raille-teu) ce message BONJOUR à un endroit qu'il lui indique (par le bus des adresses)
- soit pour lui demander de lire (= read, prononcez ride) le message qui est contenu à une certaine adresse de cette mémoire.

Lorsque l'on appuie sur une touche de clavier, le clavier envoie immédiatement un signal **d'interruption** au Z80, signal qui lui dit : « dépêchez-vous de finir ce que vous êtes en train de faire, pour lire le code de la touche sur laquelle l'utilisateur est en train de frapper ».

Des informations telles que : écrire, interrompre, etc., sont des commandes qui transitent par des fils spécialisés du bus des commandes.

### C. Représentation schématique d'un système

Dans les schémas de principe on dessine les nombreux fils d'un même BUS d'une façon simplifiée :

16/ Adresse : représente les 16 fils du bus des adresses

8/ Données : représente les 8 fils du bus des données.

### D. Représentation schématique d'un système

La figure n° 3 (page ci-contre) représente les connexions existant entre les différents blocs fonctionnels d'un ordinateur d'une façon un peu plus détaillée que sur la figure 3 du chapitre G2.1.1

### G2.3.2.A. Exemple d'une carte d'un micro-ordinateur 8 bits

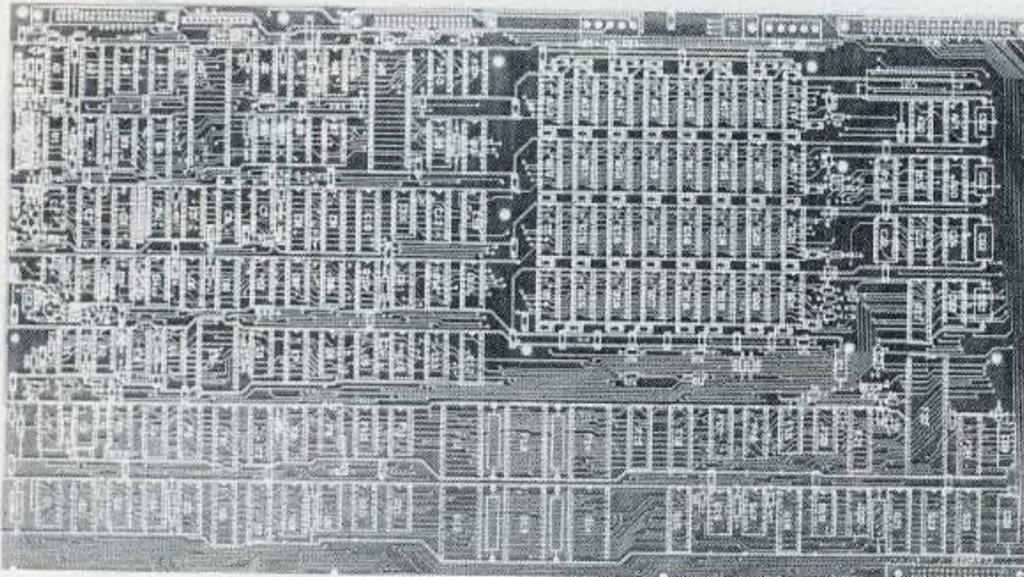


Figure 1

La carte principale  
des micro-ordinateurs  
PROF80 et PROF301

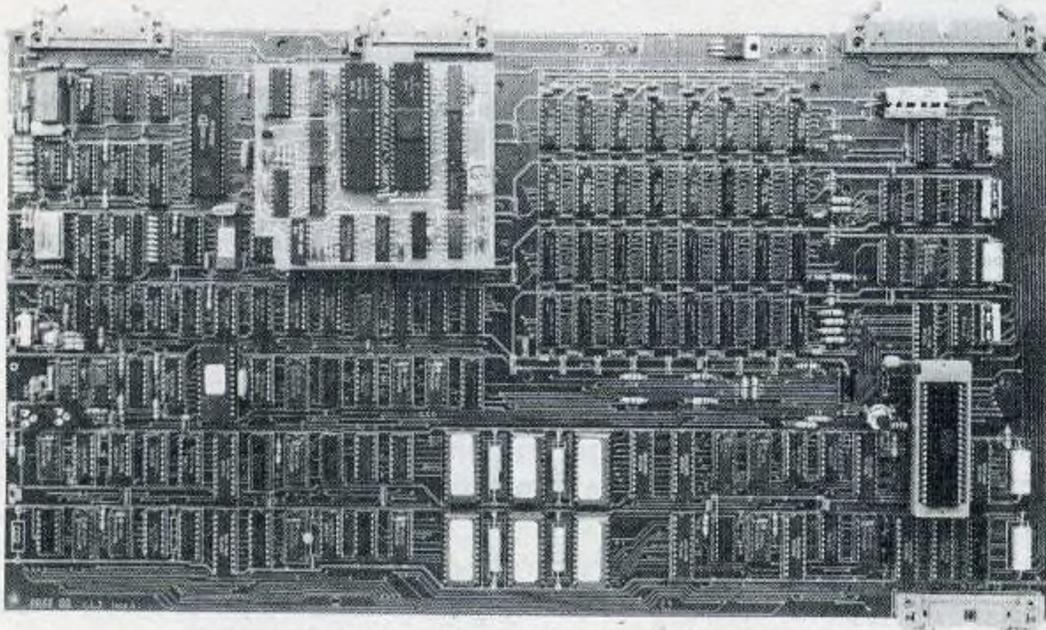


Figure 2

Le circuit imprimé « nu »

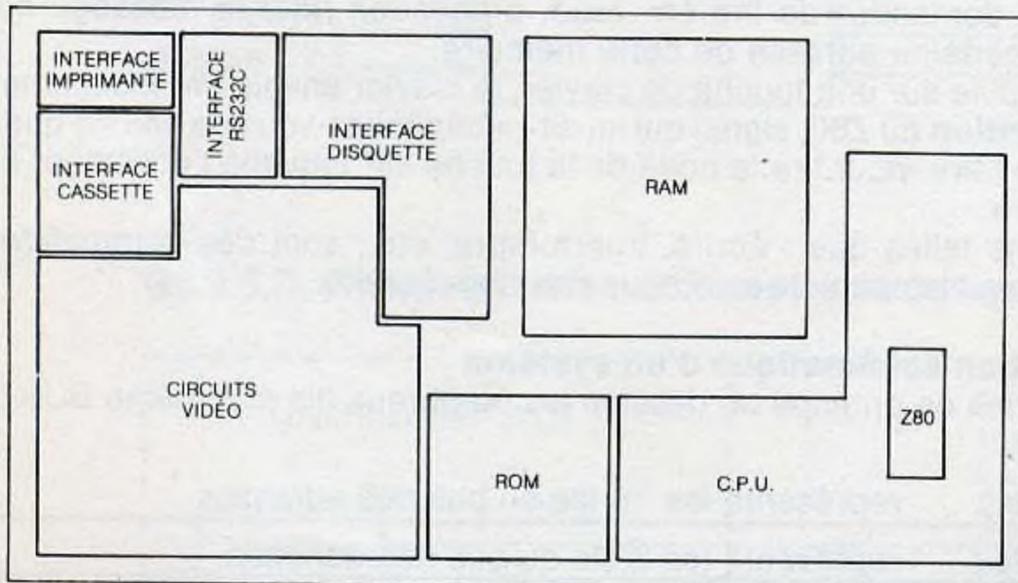


Figure 3

Les différents  
« blocs fonctionnels »  
de cette même carte

### G.2.3.2.B. Notion d'extension mémoire

La carte HIFICOLOR du PROF80 comporte une mémoire de 48 K.O. qui sert d'extension à la mémoire principale, ce qui permet (entre autres) d'augmenter la capacité de la mémoire d'écran (voir G2.6.3).

Beaucoup d'ordinateurs peuvent être équipés de cartes d'extension diverses.

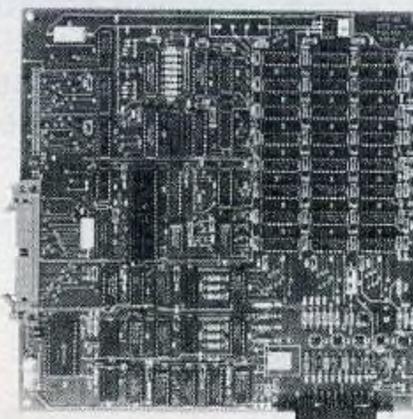


Figure 4

Cette même carte,  
le montage terminé

## 2.3. La mémoire centrale

### 2.3.1. Fonctions de la Mémoire Centrale

L'Unité Centrale (la partie « calculateur » de l'ordinateur) est constituée de deux parties essentielles :

- l'Unité Centrale de Traitement (U.C.T.) ou processeur
- la Mémoire Centrale.

L'U.C.T. est la partie « noble » de l'Unité Centrale : nous l'étudierons dans le § 2.4. La Mémoire Centrale peut être assimilée à la feuille de brouillon qu'utilise un mathématicien ou un comptable pour faire ses calculs : c'est sur cette « feuille de brouillon électronique » que l'ordinateur recopie les données qu'il va utiliser ainsi que les résultats provisoires de ses calculs intermédiaires.

### 2.3.2. Structure physique de la mémoire centrale

#### A. Les circuits intégrés

La Mémoire Centrale des ordinateurs modernes est constituée de circuits intégrés de divers types — certains sont des « mémoires proprement dites » — d'autres sont des circuits de décodage — permettant de sélectionner telle ou telle adresse dans tel ou tel circuit.

Dans le présent chapitre d'initiation nous ne détaillerons que deux types de mémoire : les ROM et les RAM.

#### B. Les ROM (mémoires mortes)

R.O.M. = abréviation de Read Only Memory (c'est-à-dire mémoire dans laquelle on ne peut que lire).

Les boîtiers ROM contiennent des informations qui ont été écrites une fois pour toutes par le constructeur de l'ordinateur.

Ces informations ne s'effacent jamais, même lorsque l'on coupe le courant d'alimentation. L'utilisateur ne peut que lire le contenu d'un ROM : il ne peut ni l'effacer ni en modifier le contenu.

L'ensemble des boîtiers ROM constitue ce que l'on appelle une « mémoire morte ».

#### C. Les RAM (mémoires vives)

La « mémoire vive » est constituée de boîtiers de circuits intégrés appelés RAM. Les boîtiers RAM peuvent être assimilés aux casiers de la boîte à lettres d'un grand hôtel :

- chaque case est repérée par un nom (une « adresse »)
- dans chaque case un employé peut placer à un moment quelconque un objet quelconque : à un moment donné : une lettre — plus tard une clé — ou un télégramme, etc.
- l'employé peut à tout moment enlever l'objet contenu dans la case et y placer un autre objet.

Un boîtier RAM peut contenir (par exemple 2 000 cases, chaque case pouvant contenir un caractère (une lettre ou un chiffre).

R.A.M. = abréviation pour Random Access Memory

c'est-à-dire : mémoire à accès aléatoire

Le choix de ce terme est très critiquable : les ROM sont également des mémoires « à accès aléatoire ». Théoriquement, il aurait fallu les appeler des RWM (Read Write Memory, c'est-à-dire des mémoires dans lesquelles on peut lire et écrire) mais le sigle RWM aurait été imprononçable.

#### D. Nous ne pouvons pas vous dire tout d'un seul coup !

+ Avant le développement des circuits intégrés, les mémoires vives étaient réalisées avec des tores en ferrite et les mémoires mortes par de simples câblages. Cela se passait il y a à peine 10 ans... et nous apparaît aujourd'hui comme une solution préhistorique.

+ Entre les ROM et les RAM existent plusieurs races de circuits intégrés permettant à un utilisateur de réaliser une mémoire morte : les EPROM.

+ Il existe quantité de types de RAM : savoir les choisir et les assembler... est presque un métier.

### G2.3.3. Connexion d'une mémoire centrale sur les BUS

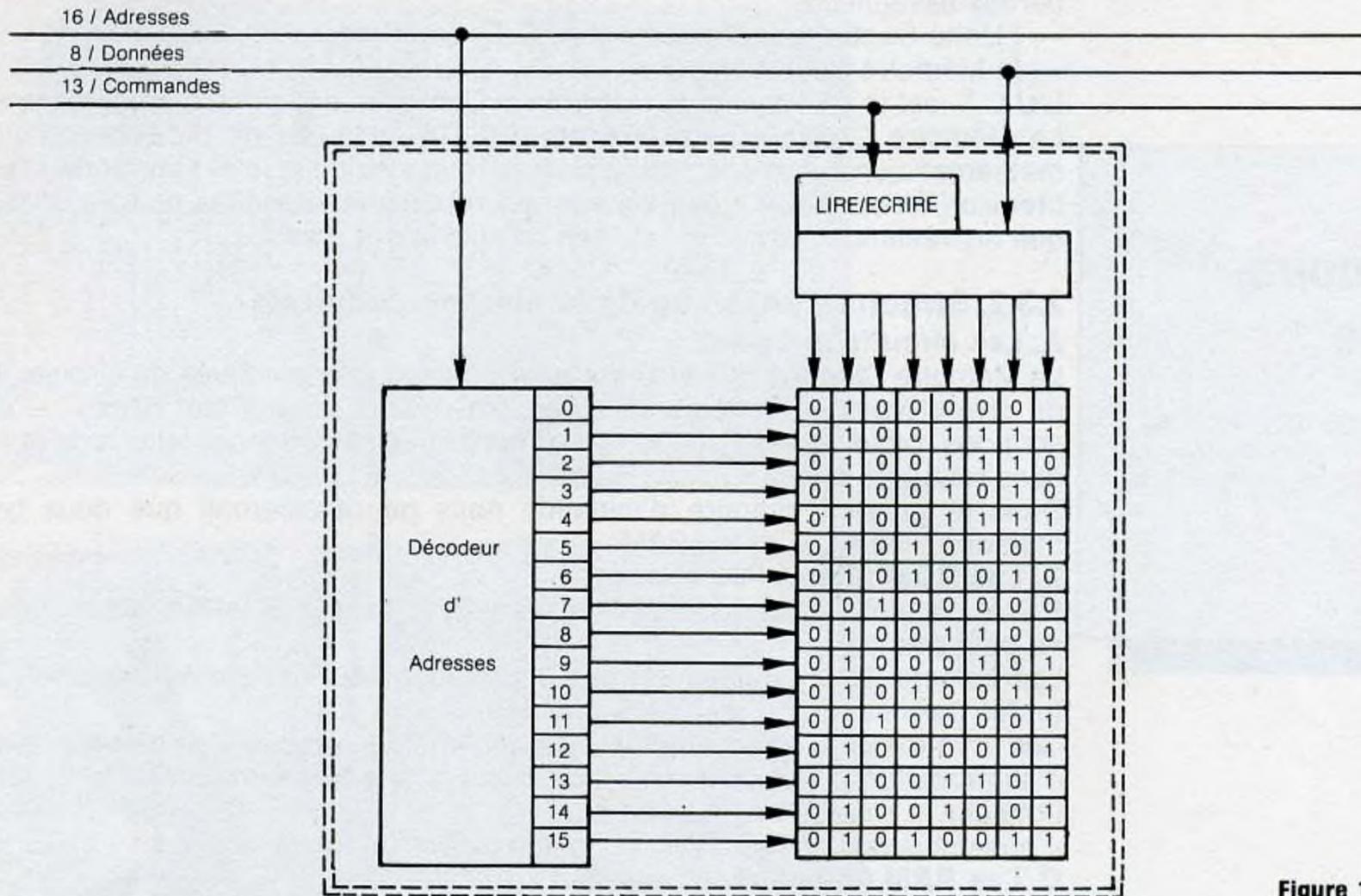


Figure 1

### G2.3.5. Exemple de carte d'une mémoire centrale

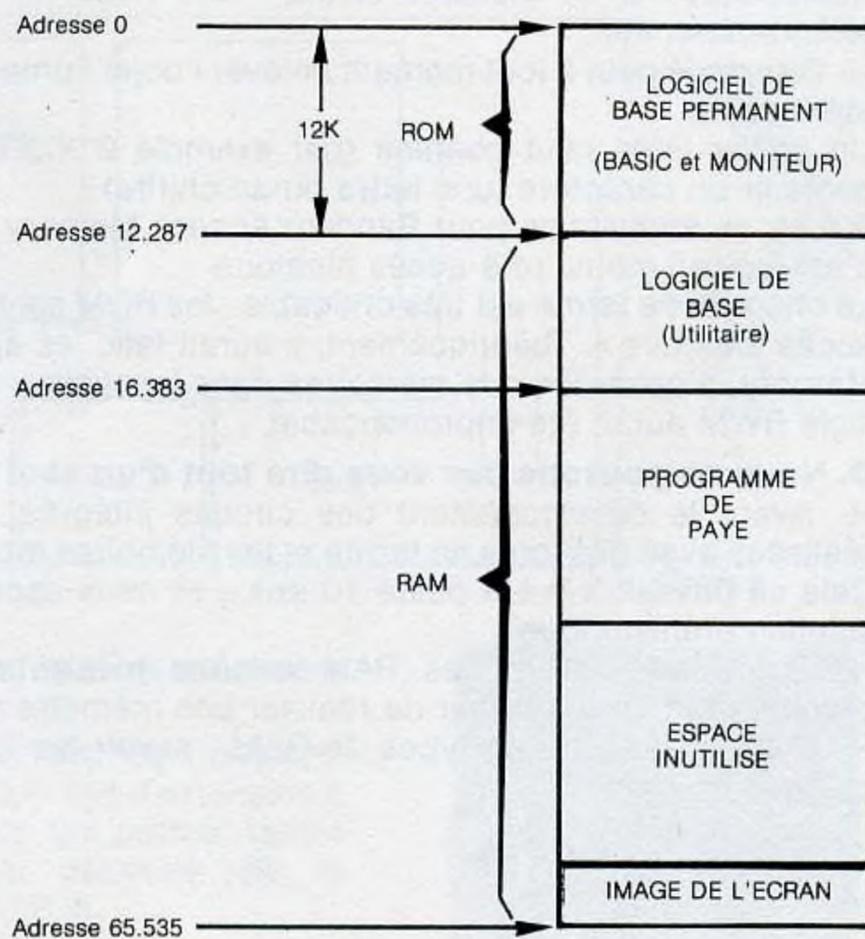


Figure 2

### 2.3.3. Liaison de la mémoire centrale avec le reste du système

Le croquis de la figure 1 (page ci-contre) représente une mémoire centrale pouvant contenir 16 octets (c'est-à-dire 16 caractères).

Il va de soi qu'il ne s'agit que d'une illustration : la capacité de la mémoire centrale du plus modeste des micro-ordinateurs actuels est 1 000 fois plus grande.

A l'adresse 6 de cette mémoire est enregistré l'octet 01010010 (c'est-à-dire la lettre R dans le code ASCII).

Nous ne commenterons pas cette représentation pour le moment.

### 2.3.4. Capacité d'une mémoire

La capacité d'une mémoire centrale (comme de toute autre mémoire d'ailleurs) s'exprime en kilo-octets (c'est-à-dire en milliers d'octets).

En jouant sur le fait que  $2^{10} = 1024$  (très voisin de 1000), on distingue généralement deux unités :

- le k.O (avec un k minuscule) qui vaut 1 000 octets
- le K.O (avec un K majuscule) qui vaut 1 024 octets.

La capacité de chacun des boîtiers RAM constituant une mémoire centrale s'exprime également en K (avec  $K = 1024$ ). Mais généralement l'expression « une RAM de 2K » signifiera « RAM de  $2 \times 1024$  bits » (des bits et non des octets, soit 8 fois moins : attention !).

### 2.3.5. Carte de la mémoire centrale

La figure 2 (page ci-contre) représente l'état de la mémoire centrale d'un ordinateur donné à un instant donné, à savoir pendant que cet ordinateur est en train de procéder aux opérations de calcul et d'édition de la paye des employés d'une entreprise.

Cette mémoire a une capacité de 64 K.O. (= 65 536 octets). Sa partie « haute » (adresses 0 à 12 287) contient des informations permanentes enregistrées sur une ROM.

A partir de l'adresse 16 383, l'utilisateur a entré le programme de paye... Nous verrons bientôt comment.

La représentation du contenu informatique de la mémoire centrale à un instant donné s'appelle la carte de la mémoire.

### 2.3.6. Spécification et critères de choix

**ROM et RAM :** on précise généralement

- d'une part, la capacité de la mémoire ROM
- d'autre part, la capacité de la mémoire RAM

**Capacité totale :** On précise généralement :

- d'une part, la capacité minimum (celle de la configuration de base) ;
- d'autre part, la capacité maximum adressable en y ajoutant des modules d'extension-mémoire.

Le minimum nécessaire pour pouvoir écrire de petits programmes en BASIC est de 2 K.O. à la disposition de l'utilisateur, c'est-à-dire sans compter la capacité de la ROM contenant le BASIC, bien sûr !

**Temps d'accès :** C'est une autre caractéristique fondamentale d'une mémoire... que nous examinerons plus tard.

Ordre de grandeur : 250 NANO SECONDES

## G2.4.2. Structure d'un microprocesseur

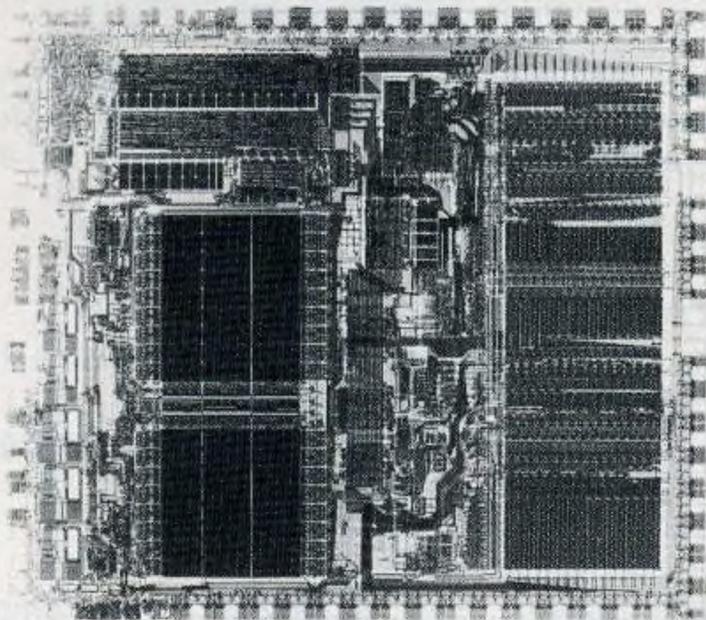


Figure 1

La photographie (agrandie) d'un micro-processeur

## G2.4.3. Principe de fonctionnement

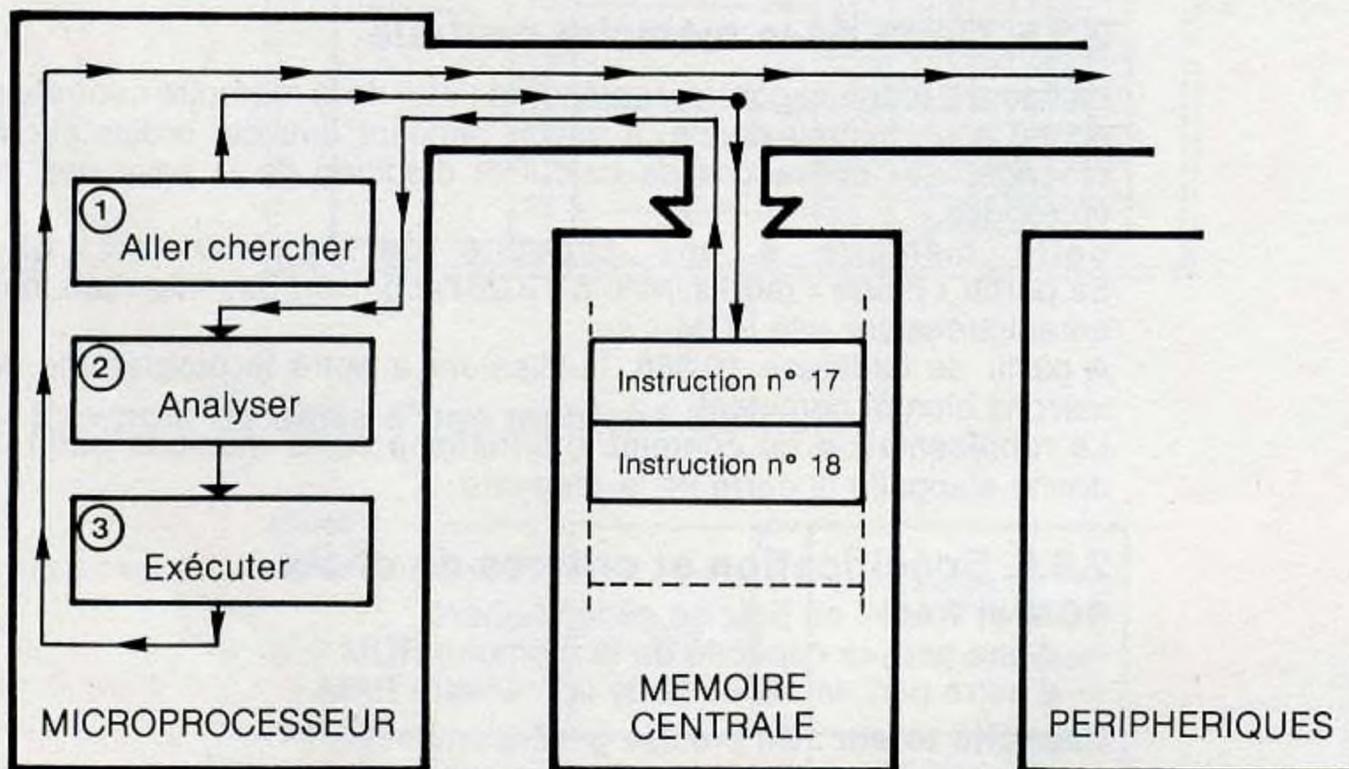


Figure 2

## G2.4.4. Quelques microprocesseurs

Nom	Type	Fabricants
8080	8 bits	Intel - AMD - Hitachi - Mitsubishi - NS - NEC - Siemens Signetics - Texas
8085	8 bits	Intel - AMD - NEC - RCA - Siemens
Z 80	8 bits	Zilog - Hitachi - Mostek - NEC - SGS
6502	8 bits	MOS Technologie - Synertek - Rockwell
6800	8 bits	Motorola - AMD - Fairchild - Fujitsu - Hitachi - Thomson
8088	8/16 bits	Intel - Mostek - Siemens
8086	16 bits	Intel - Mostek - Siemens
68 000	16 bits	Motorola - Rockwell - Thomson - Mostek - Signetics - Hitachi
Z 8000	16 bits	Zilog - SGS - AMD
NSI 6000	16 bits	NS
IAPX	32 bits	Intel
Z 80000	32 bits	Zilog

## 2.4. L'unité centrale de traitement (microprocesseur)

### 2.4.1. Fonction de base

- L'unité centrale de traitement (en abrégé = U.C.T., en anglais = Central Processor Unit ou CPU) est le « chef d'orchestre » qui commande tout le système informatique. On l'appelle également « processeur ».
- Un programme étant donc supposé logé dans la mémoire centrale (nous verrons plus loin comment cela peut se faire), l'U.C.T. va l'analyser et l'exécuter instruction par instruction. Autrement dit, le chef d'orchestre qu'est l'U.C.T. bat la mesure en jouant la partition qu'il lit dans la mémoire centrale.
- Certains ordinateurs utilisent plusieurs microprocesseurs travaillant à partir de la même mémoire centrale et se partageant les rôles du chef d'orchestre et du sous-chef-qui-s'occupe-de-coordonner-quelques-fonctions-secondaires.

### 2.4.2. Constitution physique

Dans les micro-ordinateurs modernes, l'U.C.T. est composée :

- essentiellement d'un microprocesseur (voir § 2.2.5)
  - et de circuits annexes (quartz servant à générer le signal d'horloge, par exemple)
- Comme on peut s'en douter un microprocesseur est un circuit intégré extrêmement complexe (comportant l'équivalent de plus de 10 000 transistors).

### 2.4.3. Principe de fonctionnement

Le processeur est une « machine-à-traiter-une-instruction-après-l'autre » : il ne sait faire que ça.

Il procède toujours selon le même « cycle » — schématisé en figure 2 — que l'on découpe habituellement en trois phases :

1°) FETCH (c'est-à-dire : aller chercher)

Le microprocesseur va chercher une instruction à l'adresse 0 de la mémoire centrale et la range dans l'un de ses registres.

2°) DECODE (c'est-à-dire : analyser)

Le microprocesseur analyse ce que signifie la suite de 0 et de 1 qu'il vient d'emmagasiner.

3°) EXECUTE (c'est-à-dire : exécuter)

Le microprocesseur exécute alors ce qui lui est demandé (décalage, addition...) et traduit le résultat de son travail en émettant des 0 et des 1 sur ses différentes broches (de données, d'adresse et/ou de commande).

Puis le microprocesseur VA CHERCHER l'instruction qui se trouve à l'adresse 1 de la mémoire centrale la DECODE et l'EXECUTE.

Puis il VA CHERCHER l'instruction qui se trouve à l'adresse 2, etc.

### 2.4.4. Microprocesseurs 4 bits, 8 bits, 16 bits et 32 bits

+ Le « Z80 » (décrit sommairement § G2.2.5.B) est un microprocesseur 8 bits, car il manipule les bits « par paquets de 8 » :

— en envoyant des données à l'extérieur sur un bus de 8 bits

— en stockant ces données dans de petites mémoires internes au microprocesseur (des « registres ») de 8 bits chacun.

Sauf procédés particuliers (partition de la mémoire centrale), un microprocesseur 8 bits ne peut pas être associé à une mémoire centrale de plus de 64 K.O.

+ Le « 68000 » est un microprocesseur de 16 bits : il manipule les bits par « paquets de 16 ».

Les microprocesseurs 16 bits peuvent être associés à une mémoire centrale de plus de 1 M.O. (1 Million d'octets), ce qui est très intéressant si l'on a besoin de faire du dessin, ou d'utiliser des systèmes d'exploitation complexes (plusieurs utilisateurs travaillent à la fois sur divers postes par exemple).

### 2.4.5. Caractéristiques et critères de choix

Nous verrons (dans d'autres chapitres) que le critère essentiel pour choisir un système informatique est l'abondance et la qualité du logiciel qu'il permet d'utiliser.

Nous verrons également comment ceci dépend essentiellement du « système d'exploitation » (c'est-à-dire d'une partie du logiciel de base) et que les différents systèmes d'exploitation ne peuvent pas être utilisés avec n'importe quel microprocesseur :

— le CP/M80 (le seigneur des systèmes d'exploitations pour les 8 bits) ne peut s'implanter que sur les ordinateurs munis d'un micro-processeur 8080 ou Z80 (mais l'APPLE II peut... n'entrons pas dans le détail !)

— le MS/DOS, le CP/M86, le Xenix, etc., nécessitent des microprocesseurs 16 bits.

BREF : pour apprécier le choix du microprocesseur fait par le constructeur de l'ordinateur, il faut avoir des connaissances... que nous acquerrons un peu plus tard !

### G2.5.1.A. Un problème difficile

La réalisation des interfaces est un problème difficile — qui est affaire de spécialiste. Mais une fois que le système a été « configuré », l'emploi des divers appareils du système devient idéalement simple grâce aux langages évolués (et, en particulier, grâce au Basic).

Dans les paragraphes qui suivent, nous allons vous exposer quelques notions élémentaires sur ces interfaces. Dans une première lecture, contentez-vous de parcourir ces lignes rapidement : vous les consulerez plus tard en détail lorsque vous aurez à choisir un système informatique.

### G2.5.1.B. Les périphériques et leurs coupleurs

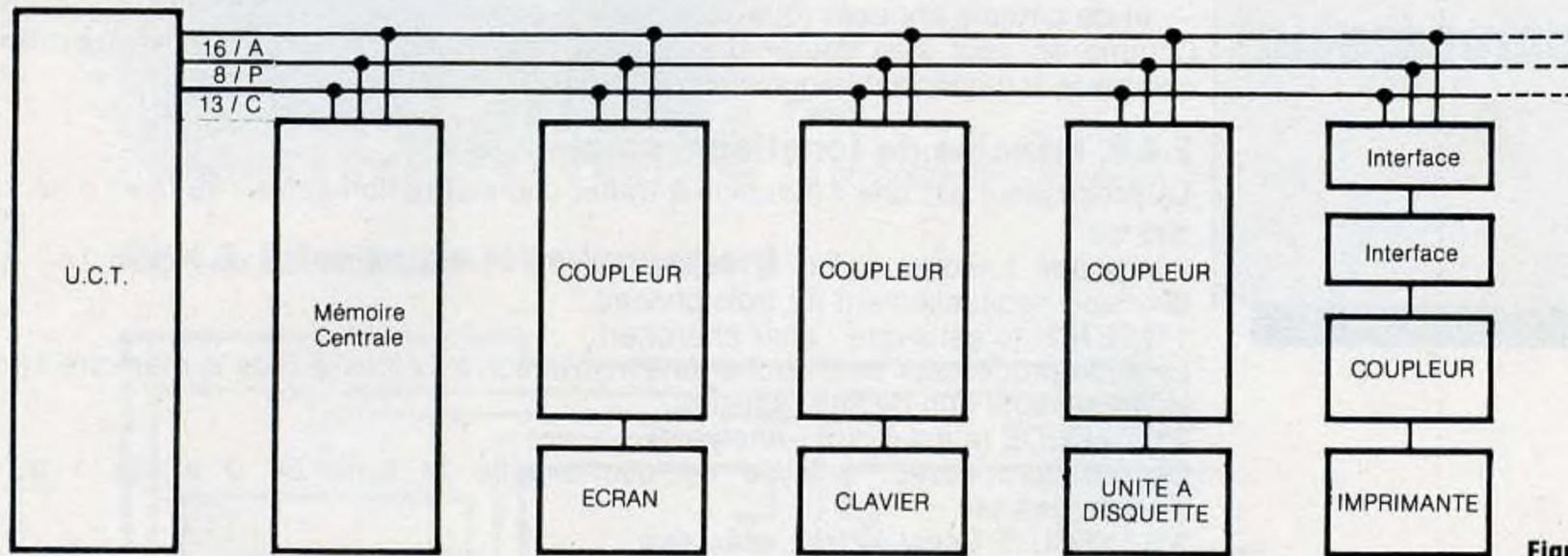


Figure 1

### G2.5.2. L'interface CENTRONICS

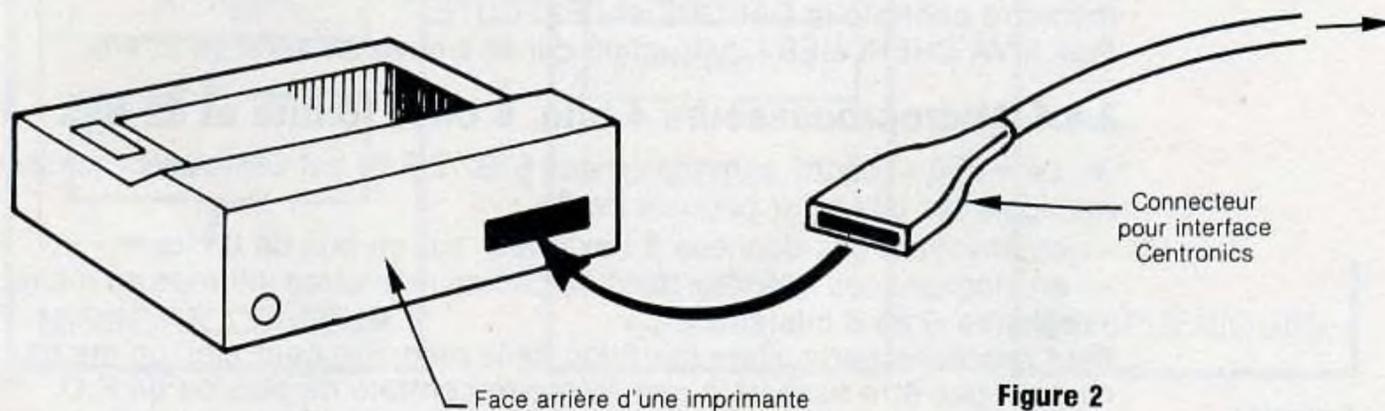


Figure 2

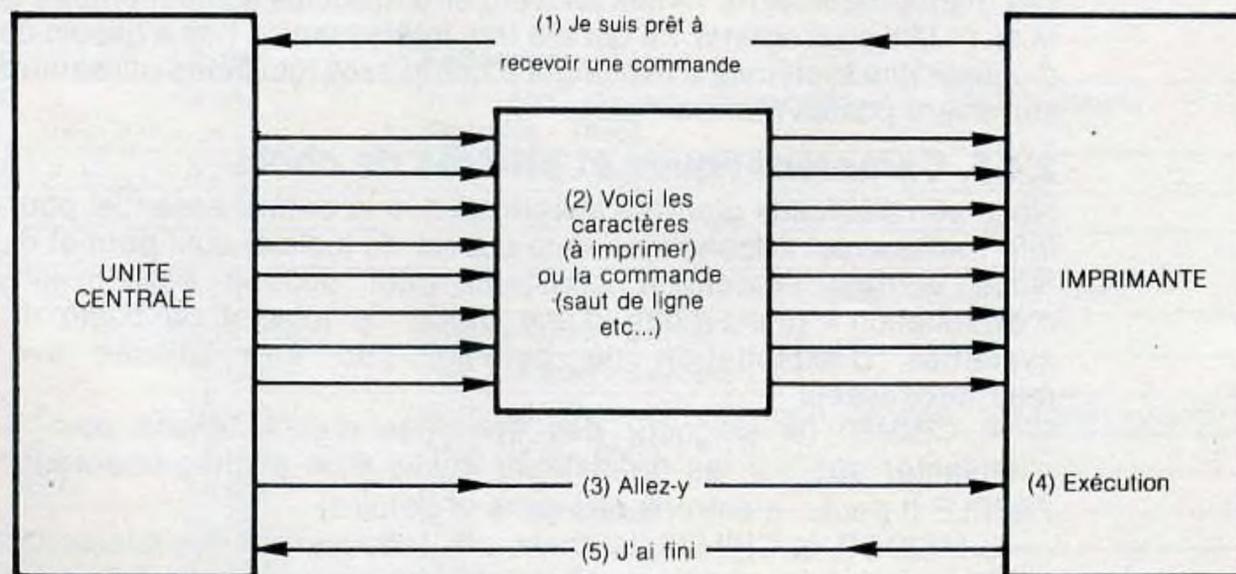


Figure 3

## 2.5. Couplage et interfaces

### 2.5.1. Notion de coupleur

On appelle « couplage » la réalisation des connexions entre les ordinateurs et leurs périphériques.

En général, un périphérique comprend deux parties (voir figure 1 page ci-contre) :  
— le périphérique « proprement dit » : le clavier, l'écran, le dispositif d'impression, etc.  
— un « coupleur » ou « unité-de-liaison » composée de circuits électroniques divers permettant d'adapter le périphérique à l'Unité Centrale.

Il existe actuellement des circuits intégrés LSI réalisant dans un seul boîtier l'ensemble du couplage pour les périphériques les plus usuels (disquettes et écran).

Afin de pouvoir connecter facilement des périphériques variés, on a imaginé divers « interfaces standardisés » de telle sorte que :

- le constructeur de l'ordinateur n'ait à se soucier que d'envoyer des signaux généraux sur les broches d'un connecteur
- le constructeur du périphérique (et du coupleur associé) n'a qu'à transformer ces signaux (toujours les mêmes quel que soit le type d'ordinateur) pour l'adapter à son périphérique.

Nous décrivons les interfaces les plus utilisés actuellement : hélas, il y en a bien d'autres !

### 2.5.2. L'interface Centronics

#### A. Origine

L'interface « Centronics » a été défini par le constructeur d'imprimantes Centronics pour la connexion de ses imprimantes sur différents micro-ordinateurs. Cet interface n'est pas d'un emploi aussi général que les RS232C, IEEE488 et autres (il ne peut être utilisé que pour connecter des périphériques de type imprimante) mais il est particulièrement simple et nous facilitera l'explication de ce qu'est un « protocole ».

#### B. Le connecteur

La prise de l'interface Centronics est une prise comportant 25 broches dont seulement 15 sont utilisées. Ces 25 broches sont des lames souples.

#### C. Fonctions des broches

Chacune des 15 broches utilisées reçoit un signal ayant un rôle particulier :

— 8 broches servent à transmettre (en parallèle) les 8 bits définissant (grâce au code ASCII) les caractères à transmettre.

— 3 broches sont destinées à transmettre les trois commandes nécessaires pour piloter le fonctionnement d'une imprimante :

- STROBE : signale que l'unité centrale est prête à envoyer un caractère à l'imprimante
- ACK : signale que l'imprimante a bien reçu le caractère
- PRET : signale que l'imprimante est prête à recevoir un autre caractère.

— 4 broches sont connectées à la masse.

#### D. Le protocole de transmission

1. L'U.C.T. teste si l'imprimante est prête (a-t-elle émis un signal sur PRET ?). Supposons que la réponse soit OUI

2. L'U.C.T. envoie un caractère (sur les 8 broches de données)

3. L'U.C.T. envoie un signal signifiant : « ça y est, le signal est sur la ligne, vous pouvez le lire », ceci sur la broche STROBE.

4. L'imprimante imprime le caractère

5. L'imprimante signale qu'elle a fini d'imprimer le caractère (sur la broche ACK)

6. L'imprimante signale qu'elle est prête à recevoir un autre caractère : on est revenu au point 1.

#### E. Le protocole d'appareil (interprétation des caractères)

Si le caractère envoyé sur les 8 fils de données est un caractère éditable (voir § 1.3.3.B), l'imprimante imprime le caractère.

S'il s'agit d'un caractère non éditable correspondant à une fonction (passer à la ligne suivante, etc.) l'imprimante exécute la fonction : le résultat est le même en ce qui concerne les signaux émis sur les broches.

#### F. Vitesses de transmission

Il existe plusieurs vitesses de transmission standardisées (110 bauds, 300 bauds, 1 200 bauds, 4 800 bauds et 9 600 bauds).

Au moment de la première mise en route du système, il faut régler une vitesse de transmission qui soit la même sur l'unité centrale et sur l'imprimante. Ceci se fait en positionnant des interrupteurs ou par programme.

### G2.5.3.A. A l'origine le RS232C était destiné à relier les ordinateurs aux modems

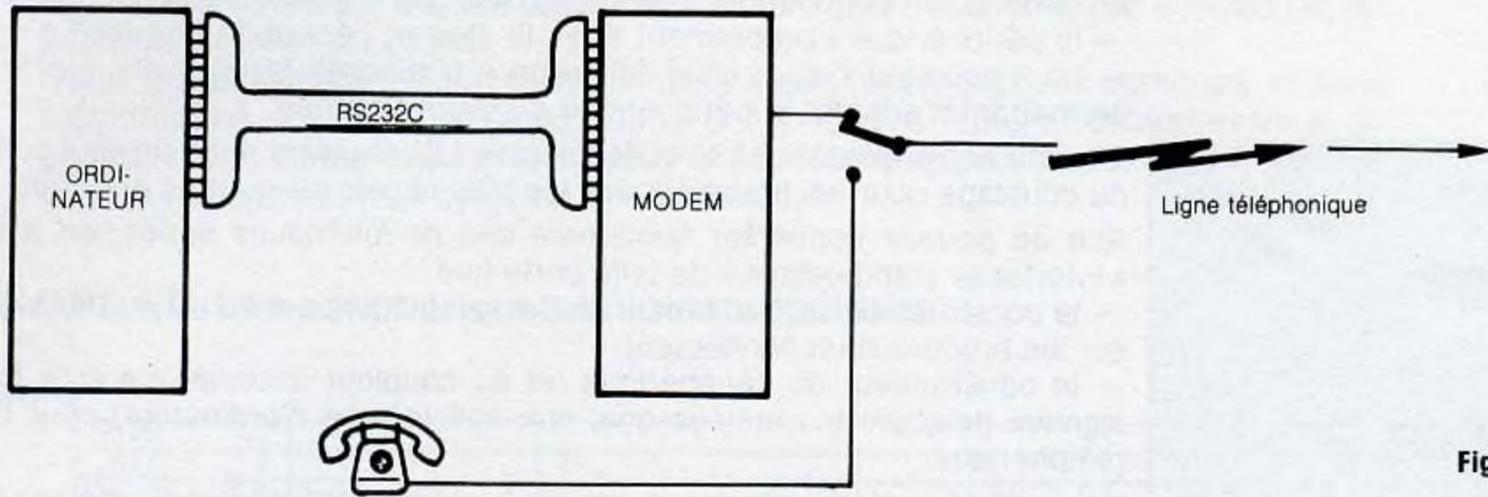


Figure 1

### G2.5.3.B. Le connecteur standardisé RS232C

Broche N°	Signal
1	Terre de protection
2	Emission de données
3	Réception de données
4	Demande pour émettre
5	Prêt à émettre
6	Poste de données prêt
7	Terre de signalisation
8	Détecteur de porteuse
*15	Horloge émission interne
*17	Horloge réception
20	Terminal de données prêt
*24	Horloge émission externe

Tableau 3

\* Pour les liaisons synchrones seulement.

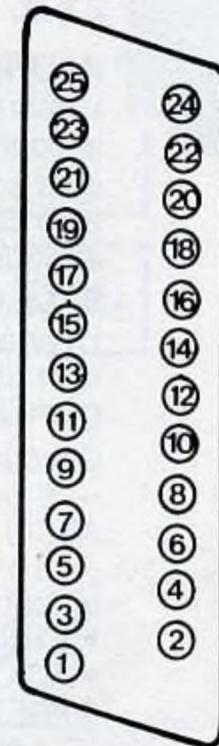
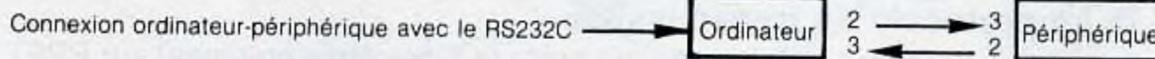


Figure 2

G2.5.3.E.



### G.2.5.4.B. La prise Péritel

Broche N°	Signal
1	Sortie AUDIO voie droite
2	Entrée AUDIO voie droite
3	Sortie AUDIO voie gauche
4	Masse commune AUDIO
5	Masse BLEU
6	Entrée AUDIO monophonique ou voie gauche
7	Entrée composante BLEU
8	Entrée COMMUNICATION LENTE
9	Masse VERT
10	Horloge
11	Entrée composante VERT
12	Commande à distance
13	Masse ROUGE
14	Masse COMMANDE A DISTANCE
15	Entrée composante ROUGE
16	Entrée COMMUTATION RAPIDE
17	Masse VIDEO
18	Masse COMMUTATION RAPIDE
19	Sortie VIDEO
20	Entrée VIDEO ou SYNCHRO
21	Blindage de la fiche

Tableau 6

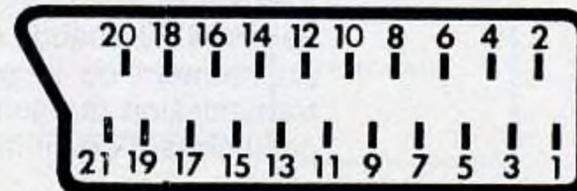
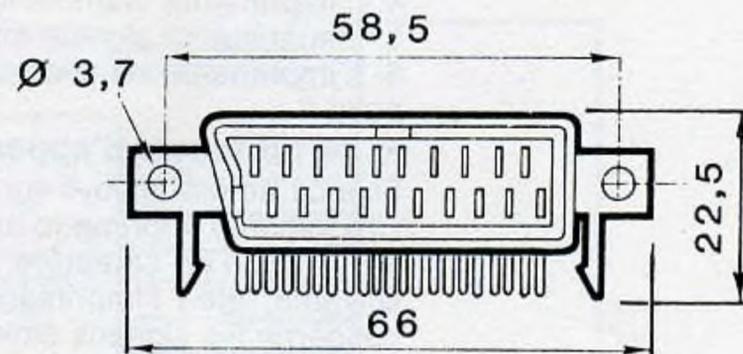


Figure 5

### **2.5.3. L'interface série RS232C (Avis V24)**

#### **A. Origine - Vocabulaire**

L'interface RS232C a été imaginé pour faciliter les échanges de communications entre les ordinateurs des divers constructeurs et les divers Modems. Il est appelé également V24 du CCITT (bien que l'avis V24 comporte de légères différences avec le RS232C). CCITT signifie Comité Consultatif International Telegraphe et Telephone). Pour être précis, le RS232C est la norme américaine EIA équivalente à l'ensemble des normes V24, V28 et ISO 2110.

#### **B. Principe**

- + Les transmissions de données sur l'interface RS232C se font en série, donc sur une seule ligne. En fait, on utilise deux lignes séparées :
- l'une, pour transmettre les données allant de l'ordinateur vers le modem
- l'autre, pour transmettre les données allant du modem vers l'ordinateur.
- + En plus de ces deux lignes réservées à la transmission (série) des données, le standard RS232C définit de nombreux signaux de commande et de masse.

#### **C. Structure**

- + La figure n° 2 représente le connecteur standardisé pour le RS232C. C'est un connecteur à 25 broches. Les broches sont des picots.
- + Le tableau n° 3 représente un extrait des principaux signaux utilisés.

#### **D. Performances**

La transmission des signaux se fait, en envoyant des tensions relativement élevées (du + 12 volts et du - 12 volts).

Les vitesses de transmission sont généralement faibles (9 600 bauds max.). De ce fait, les liaisons par RS232C sont généralement faciles à établir et sûres.

#### **E. Emploi**

Le RS232C s'emploie non seulement pour raccorder les ordinateurs et les modems, mais pour raccorder la plupart des périphériques aux unités centrales. Dans ce cas, les bornes 2 et 3 (entre autres !) sont généralement croisées (voir figure 3). C'est l'interface le plus utilisé en micro-informatique.

### **2.5.4. La prise Péritel**

#### **A. Origine - Vocabulaire**

Une commission regroupant divers organismes français (UTE, EDF, LCIE, DIELI, PTT, CNAM, AFNOR) a émis en 1978 une norme destinée à faciliter l'emploi du téléviseur domestique comme écran d'informatique pour tous usages « grand public » : diffusion d'informations diverses, télésurveillance, magnétoscope, etc. (norme référence NF C 92.250).

La prise standardisée s'appelle prise « péritelévision », en abrégé : prise Péritel.

#### **B. Structure**

Les caractéristiques de la prise « Péritel » sont résumées sur la figure 4 et le § G2.5.4.B (page ci-contre).

#### **C. Emploi**

Depuis 1980, tous les téléviseurs couleurs vendus en France doivent être équipés de la prise Péritelévision. Lorsqu'un micro-ordinateur comporte une sortie Péritel, la connexion de l'ordinateur et du téléviseur familial est particulièrement simple.

### **2.5.5. Interfaces et cartes-modules**

#### **A. Le BUS S100 et les cartes-modules**

Il existe (surtout aux U.S.A.) de vastes « Meccano » de cartes-modules « toutes faites » permettant à un amateur (éclairé) de construire « son » ordinateur par simple assemblage de ces cartes modules. Le plus célèbre de ces Meccano utilise comme standard d'interface le BUS S100. Il existe d'autres ensembles de « Bus-Standard » + « Cartes-Modules » : le Multibus - l'Exorciser - le STD, etc.

#### **B. Les cartes d'extension de l'Apple II... et des autres**

L'ordinateur personnel Apple II est constitué essentiellement d'une grande carte comprenant l'unité centrale et divers connecteurs femelles sur lesquels on peut connecter des cartes diverses :

- carte coupleur imprimante
- carte coupleur unités à disquette
- et même des cartes « langage ».

Nous en parlerons plus tard.

**G2.5.6.B. Les lignes du BUS IEEE 488 permettent d'interconnecter plusieurs appareils**

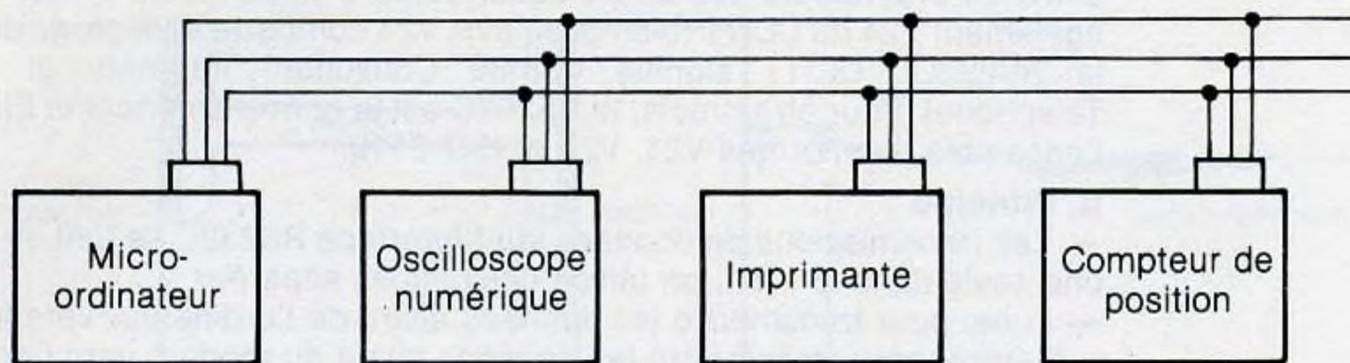


Schéma de principe

Figure 1

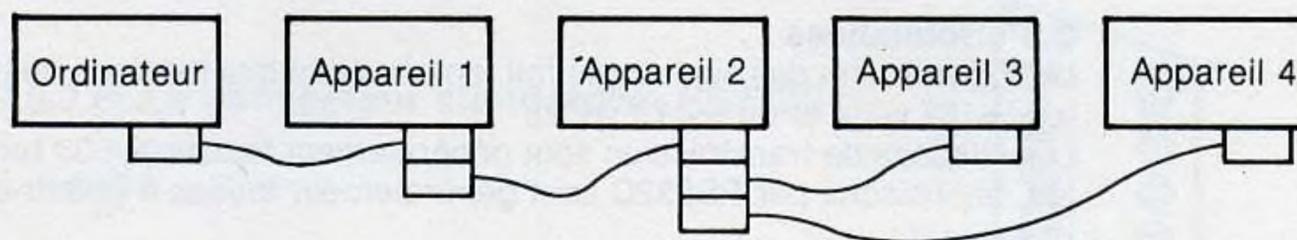


Figure 2

Les prises IEEE 488 permettent de connecter les appareils de toutes les façons possibles : en étoile - en guirlande - ou en mélangeant ces deux structures.

**G2.5.6.C. Le connecteur standardisé IEEE 488**

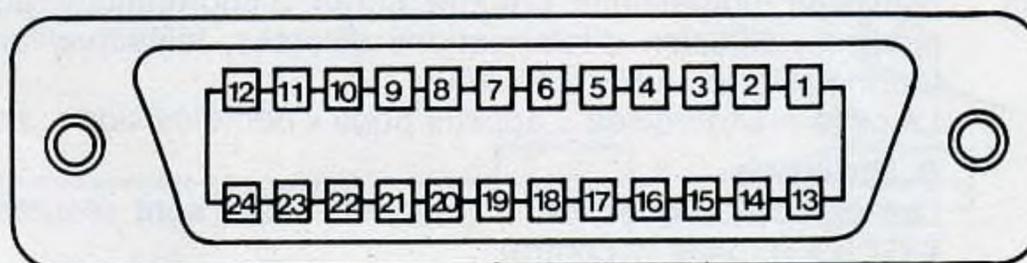
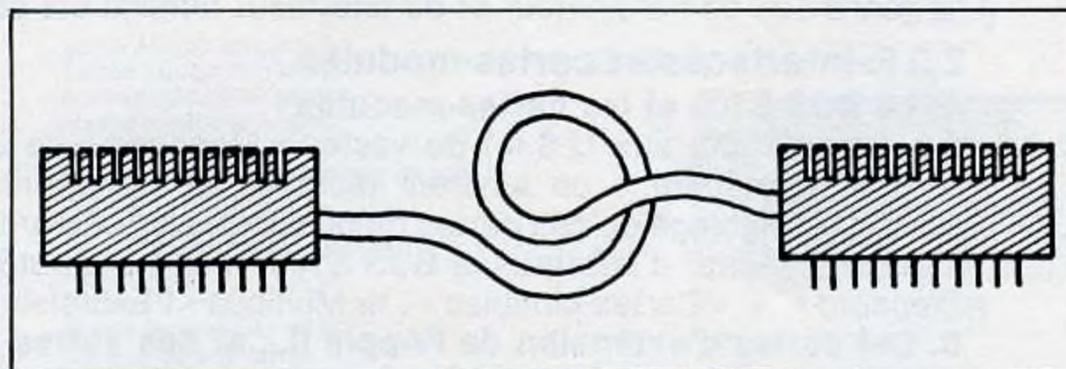


Figure 3



Des connecteurs à la fois mâle et femelle permettent de réaliser simplement les structures de la figure 2 ci-dessus.

Figure 4

## 2.5.6. L'interface parallèle IEEE488

### A. Origine - Vocabulaire

L'interface IEEE488 a été imaginé vers 1965 par la société Hewlett-Packard pour résoudre les problèmes de connexion des ordinateurs et des appareils de mesure coexistants sur les bancs d'essai.

Cet interface a commencé à être utilisé vers 1973 sous le nom de HPIB (Hewlett-Packard Interface Bus) ou GPIB (General Purpose Interface Bus = Bus d'interface d'emploi général).

En 1975, ce bus a été normalisé sous le nom de IEEE488 (IEEE = Institute of Electrical and Electronics Engineers).

On l'appelle aussi IEC 625 (IEC = International Electrotechnical Commission).  
Autre nom : ANSJ MC1 1 BUS (ANSI = American National Standard Institute).

### B. Principe

Les différents appareils sont connectés en parallèle sur les lignes du BUS IEEE488, comme le montre la figure 1.

Chaque appareil du système joue au moins l'un des trois rôles suivants :

- émetteur (anglais = talker) : qui émet des données sur les lignes
- récepteur (anglais = listener) : qui reçoit ces données
- contrôleur (anglais = controller) : qui dirige les communications sur la ligne en précisant qui doit émettre et qui doit recevoir au cours de chaque séquence.

### C. Structure

L'interface IEEE488 utilise le connecteur à 24 broches représenté sur la figure 3 (page ci-contre).

Ces broches sont connectées aux quatre groupes de lignes formant :

#### 1 - Le bus des données

C'est un bus de 8 lignes connecté aux broches n<sup>os</sup> 1, 2, 3, 4, 13, 14, 15 et 16.

Ces lignes servent non seulement à transmettre des données dans le sens du § 2.2.5.A, mais également l'adresse des appareils et l'indication de leur état.

#### 2. Le bus des commandes

C'est un bus de 5 lignes connecté aux broches n<sup>os</sup> 5, 9, 10, 11 et 12. Ces lignes servent à transmettre des informations telles que : « je demande un service », « l'interface est libre », etc.

#### 3. Le bus de synchronisation

C'est un bus de 3 lignes connecté aux broches n<sup>os</sup> 6, 7 et 8. Ces lignes servent à transmettre des signaux de synchronisation permettant les échanges d'information entre les divers instruments selon un protocole (brevet Hewlett-Packard) dit « handshake » (= poignée de mains).

#### 4. Les fils de masse

Il existe 8 fils de masse connectés à 8 broches :

- 6 correspondent à 6 signaux particuliers ;
- 2 correspondent à des masses communes (tolerie et écran).

### D. Coupleur

Le succès du IEEE488 a conduit les fabricants de circuits intégrés à mettre au point des circuits LSI permettant de câbler une interface avec un minimum d'effort.  
Exemple : le HEF 4738 de RTC.

### E. Protocole

Nous ne pouvons décrire ici le protocole du « handshake ». Retenez seulement qu'il ne suffit pas de connecter un périphérique sur une sortie IEEE488 pour que l'ensemble fonctionne tout seul : il faut que quelqu'un ait préparé (par programme) le dialogue entre les appareils.

### F. Performances

L'IEEE488 transmettant ses données en parallèle est, de ce simple fait, beaucoup plus rapide que le RS232C.

Initialement le BUS IEE488 comportait les limitations suivantes :

- pas plus de 15 appareils
- pas de cordon de liaison de plus de 2 mètres.

Il existe maintenant des adapteurs (coupleurs) élargissant ces possibilités (connexion à des modems, etc.).

### G. Etat actuel

Plus de 3 000 types d'instruments divers (machine à dessiner, imprimantes, oscilloscopes numériques, analyseurs de fréquence, etc.) comportent une interface IEEE488. Ceci permet de connecter un ordinateur muni d'un interface IEEE488 à pratiquement tout type de périphérique.

### G2.6.2. Structure du tube à rayons cathodiques

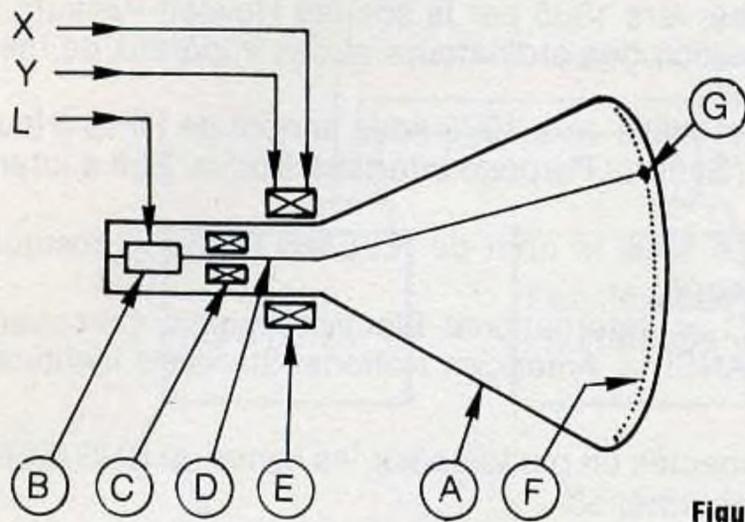


Figure 1

**Attention !**  
 A l'intérieur d'un moniteur vidéo existent des tensions très élevées qui se maintiennent après que l'on ait coupé le courant : N'Y METTEZ PAS LA MAIN !

### G2.6.3. Principe de fonctionnement

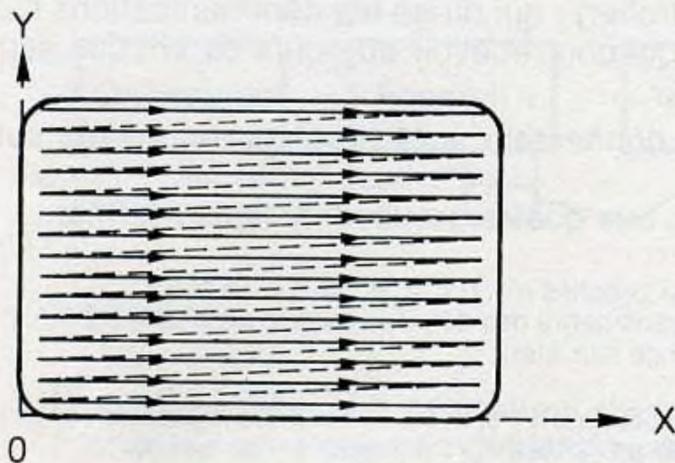


Figure 2

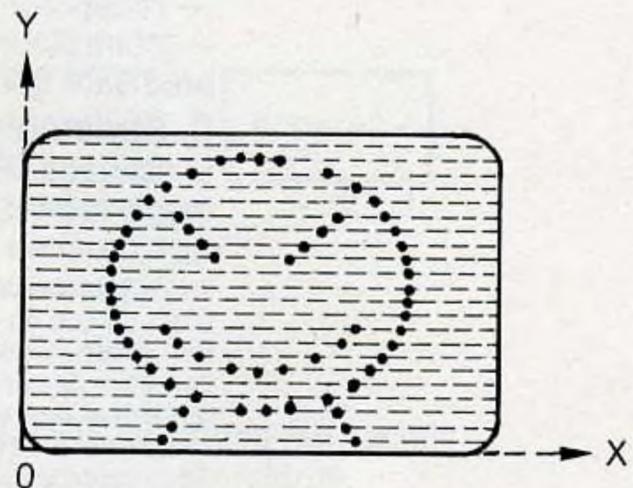


Figure 3

Mémoire d'écran

Tube :

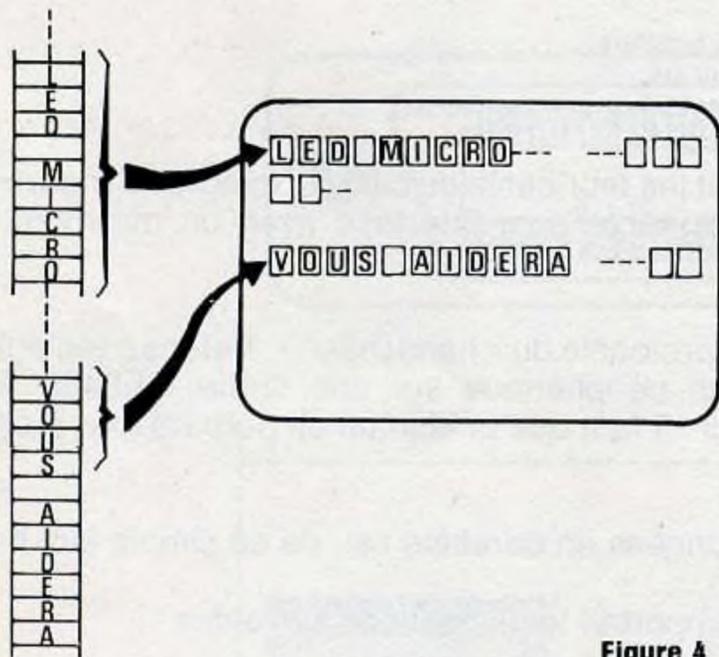


Figure 4

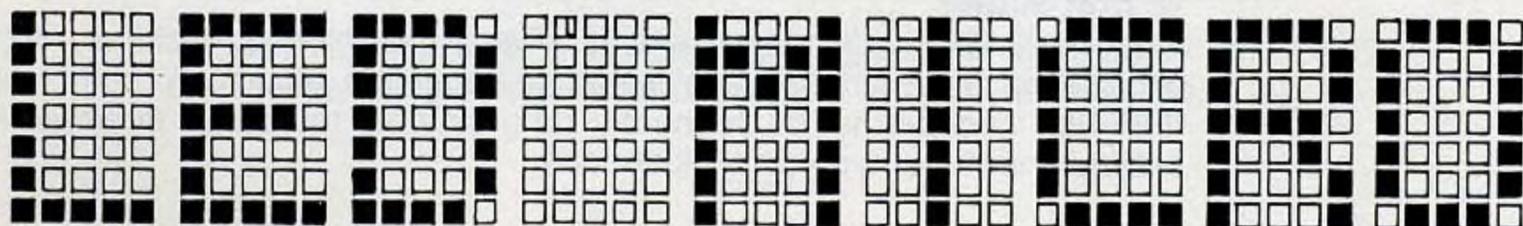
#### Capacité de mémoire d'écran

**En mode texte :** Pour conserver dans une mémoire d'écran un texte de 24 lignes de 80 caractères, il faut disposer d'une mémoire d'écran de capacité  $24 \times 80 = 1\,920$  octets.

**En mode graphique :** Si chaque caractère est constitué d'une « pavé » de  $10 \times 12 = 120$  points pour conserver en mémoire un dessin remplissant la même zone, il faudra utiliser une mémoire d'écran de capacité  $24 \times 80 \times 120 = 230\,400$  bits, soit 28 800 octets. Il en faudra encore plus avec du graphisme couleur.

**En résumé :** Un écran graphique a besoin d'une mémoire d'écran beaucoup plus importante qu'un écran alphanumérique (de 10 à 20 fois plus importante).

### G2.6.4. Une ligne de caractères en matrice 5 x 7



## 2.6. Le moniteur vidéo (écran)

### 2.6.1. Fonction de base - Vocabulaire

« Moniteur vidéo » ou « Terminal de visualisation » ou, en langage abrégé, « visu » est le mot employé par les informaticiens pour désigner un « écran » du genre des écrans de télévision. En anglais : Video display.

Ne confondez pas « moniteur vidéo » et « programme moniteur ». Le programme moniteur est un programme fondamental du logiciel de base... dont nous parlerons plus tard.

### 2.6.2. Constitution physique : le tube à rayons cathodiques

L'élément de base des écrans actuels est le tube à rayons cathodiques. En anglais : cathodic ray tube. En « acronyme » : TRC ou CRT.

La figure 1 (page ci-contre) montre qu'un tube à rayons cathodiques est constitué de :

- A. Une ampoule de verre scellée sous vide.
- B. Un canon à électrons. Lorsque ce canon est soumis à une tension de l'ordre de 15 000 volts, il émet un flux d'électrons.
- C. Une bobine de focalisation qui transforme ce flux d'électrons en un « rayon » ou « pinceau » très fin : repère **D** sur la figure ci-contre.
- D. Un système de déflection qui permet de diriger ce rayon dans une direction choisie. Ce système de déflection peut être :
  - soit électrostatique (composé de plaques à l'intérieur du tube)
  - soit électromagnétique (composée d'une bobine extérieure au tube).
- E. Une substance fluorescente (enduite à l'intérieur du tube). Cette substance s'éclaire à l'endroit où le rayon d'électrons la rencontre (repère **G** sur la figure 1). Un spectateur voit apparaître un point lumineux à cette position.

### 2.6.3. Principe de fonctionnement

#### Balayage de l'écran (figure 2)

En faisant varier de façon convenable les tensions X et Y envoyées sur le système de déflection, on promène le point lumineux G sur toute la surface de l'écran qui apparaît ainsi entièrement éclairé.

#### Formation d'une image (figure 3)

En « allumant » ( $L=1$ ) et en « éteignant » ( $L=0$ ) le canon à électrons **B** à des instants bien choisis, on forme une image constituée d'une multitude de points.

#### Stabilisation de l'image (figure 4)

En recommençant ce balayage de l'écran 50 fois par seconde, on obtient une image stable : c'est ce que l'on appelle le « rafraîchissement de l'écran ». Pour rafraîchir l'image de l'écran à chaque cycle, il faut conserver en mémoire cette image de l'écran, ce qui s'obtient par différents procédés :

- tube à mémoire d'écran (assez rares)
- mémoire d'écran incluse dans la Mémoire Centrale (ce qui permet au programmeur de modifier très rapidement cette image, pour faire de l'animation par exemple) : voir figure 2 § G2.6.6.D (page suivante)
- Mémoire d'écran gérée par un « coprocesseur » (qui débarrasse le microprocesseur de l'U.C.T. de ce travail « secondaire ») : voir figure 3 §2.6.6.D

### 2.6.4. Matrice de caractères

Un caractère quelconque est défini par un ensemble de points allumés ou éteints répartis à l'intérieur d'une grille.

Cette « grille » est contenue dans une « cellule » un peu plus grande permettant ainsi de séparer les caractères, de les souligner, etc.

Il existe toute une collection de standards permettant des affichages plus ou moins fins de caractères : matrice  $5 \times 7$ , matrice  $7 \times 9$ , etc.

Des circuits intégrés spéciaux (les « générateurs de caractères ») facilitent la réalisation de la carte électronique permettant de commander le moniteur vidéo.

### G2.6.6.A. Le téléviseur utilisé comme moniteur vidéo

De nombreux micro-ordinateurs destinés au grand public utilisent le téléviseur familial comme visu.

Ce peut être une économie non négligeable, mais attention :

— La définition de l'image (c'est-à-dire l'écart minimal entre deux points affichés) est moins bonne qu'avec un moniteur professionnel.

— Sur certains systèmes (le ZX81 de Sinclair, par exemple), il suffit de connecter l'ordinateur sur la prise d'antenne du téléviseur, mais ce n'est pas toujours le cas.

— Si votre téléviseur et si votre ordinateur ont chacun une prise Péritel, la connexion se fera sans problème, sinon soyez prudent : certains ordinateurs se branchent sur un téléviseur... mais sur un téléviseur aux normes américaines.

### G2.6.6.B. Spécifications et caractéristiques d'utilisation

Le tableau ci-contre a pour seule ambition de vous faire comprendre l'essentiel des spécifications des moniteurs vidéo proposés par les vendeurs de systèmes complets.

Certaines des performances qui y sont définies sont dues aux caractéristiques du tube lui-même. D'autres sont dues aux caractéristiques des circuits qui le pilotent (le coupleur, la mémoire d'écran). D'autres enfin sont liées au logiciel. Nous ne détaillerons pas. Nous ne nous lancerons pas non plus dans la définition des caractéristiques utiles pour « l'assembleur d'un système » : synchronisation, linéarité, compatibilité Tektronix... Vous n'avez pas besoin de tout savoir tout de suite.

### G2.6.6.C. Les caractères semi-graphiques du TRS-80 modèle III

(qui sont également ceux du PROF 301 sous NEWDOS)

Code ASCII	Exprimé en binaire	10000001	10000010	10000011	10101011	10101100	10111111
	Exprimé en décimal	129	130	131	171	172	191
Caractère							

Figure 1

### G2.6.6.D. Connexion de la visu au reste du système

Il existe deux méthodes fondamentales de gestion de l'écran :

— celle où tout le système est commandé par un microprocesseur « qui fait tout » (figure 2) ;

— celle où la gestion de l'écran est « sous-traitée » à un microprocesseur spécialisé (coprocesseur) : figure 3.

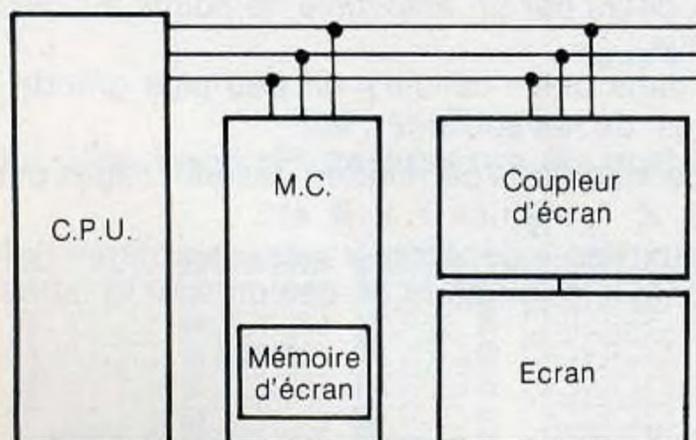


Figure 2

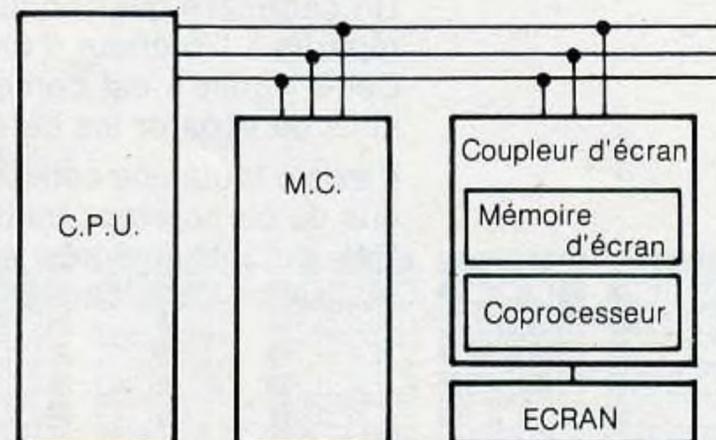


Figure 3

## 2.6.6. Caractéristiques fonctionnelles d'un moniteur vidéo

Taille	<p>Un écran est défini par la longueur de sa diagonale exprimée généralement en pouces (abréviation : ") ou en centimètres.</p> <p>Il existe diverses tailles standards : écran de 9" (ou de 21 cm), écran de 10 pouces (ou de 24 cm), écran de 12" (ou 31 cm)... Un écran de 10" fait apparaître une image de 196 x 257 mm.</p>
Mode texte ou alpha-numérique	<p>Un écran travaillant en « Mode Texte » peut afficher des caractères (lettres, chiffres, signes de ponctuation...) entrant dans une « Matrice » définie (matrice 5 x 7, matrice 7 x 9, etc.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Certains systèmes ne peuvent afficher que les majuscules, d'autres peuvent afficher des minuscules accentuées, des C cédille. Sur d'autres enfin, possédant un « générateur de caractères programmable » permettent à l'utilisateur de créer des symboles divers. Ne pas confondre la « matrice des caractères » (7 x 11 par exemple) et la « cellule » ou le « pavé » qui la contient (9 x 15 par exemple).</li> </ul> <p>On précise généralement le nombre de lignes et le nombre de colonnes maximum affichable : un écran 24 x 80 peut afficher 24 lignes de 40 caractères.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exemples de définitions typiques (ligne) x (colonnes) de micro-ordinateurs individuels : 24 x 40 (Apple II), 16 x 64 (TRS80), 24 x 32 (ZX81).</li> <li>• Les micro-ordinateurs à usage professionnel peuvent afficher généralement 24 lignes de 80 caractères avec, parfois, une ligne supplémentaire, utilisée par le système pour préciser l'état du système.</li> <li>• Certains ordinateurs utilisés essentiellement comme machine de traitement de texte peuvent afficher toute une page de 92 lignes.</li> <li>• Certains micro-ordinateurs « haut de gamme » (le VICTOR) peuvent afficher simultanément des caractères de « tailles différentes » (en matrice 5 x 7, 7 x 9, etc.). Par exemple, le VICTOR 1 (ex. SIRIUS 1) peut travailler en 25 x 80 ou en 25 x 50 ou en 50 x 132 selon la « matrice » choisie (par programme).</li> <li>• Le PROF 301 affiche les caractères en 16 x 64 lorsqu'il travaille sous le système d'exploitation NEWDO et en 24 x 80 lorsqu'il travaille sous le système d'exploitation CP/M80.</li> </ul>
Mode graphique	<p>Un écran travaillant en « Mode Graphique » peut afficher des dessins constitués de points ne rentrant pas dans une grille (ligne) x (colonne) mais définis par une matrice beaucoup plus fine (nombre de points en X) x (nombre de points en Y). C'est ce que l'on appelle la « résolution ».</p> <p>ATTENTION au vendeur qui vous affirme que son ordinateur « fait du graphisme », alors qu'il ne peut afficher que les « pavés » du semi-graphisme (que nous allons décrire ci-dessous).</p> <p>Vocabulaire : on appelle parfois le « semi-graphisme » du « graphisme Basse Résolution » et le « vrai » graphisme du « graphisme Haute Résolution ».</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exemple de définitions graphiques : Apple II : 280 x 160 - HP85 : 256 x 192 - P.C. de IBM : 640 x 200 - Sil'z modèle 3 : 512 x 256 - PROF 301 : 512 x 256 - Sirius 1 : 800 x 400 - TRS Couleur : 256 x 192.</li> <li>• L'Apple II peut travailler soit en graphique « pleine page » soit avec « fenêtre », c'est-à-dire en utilisant le haut de l'écran en graphique et en laissant 4 lignes de texte dans le bas.</li> <li>• Certains systèmes peuvent superposer sur l'écran du texte et du graphisme.</li> </ul>
Mode semi-graphique	<p>Le graphisme « pur » nécessite une mémoire d'écran importante. On peut obtenir des images certes moins fines mais de qualité suffisante pour les jeux en se contentant de diviser le « pavé » de chaque caractère en 6 cases (2 x 3) ou en 4 cases (selon les systèmes). Voir figure n° 2, page ci-contre.</p>
Couleur	<p><b>Ecrans monochromes</b> (une seule couleur)</p> <p>On trouve des écrans où les lettres sont vertes sur fond noir, d'autres où elles sont jaunes ou bien blanches. Pour les machines de traitement de texte, les lettres sont généralement noir sur fond blanc, reproduisant ainsi fidèlement la page qui sera imprimée.</p> <p><b>Ecrans couleurs</b></p> <p>Utilisés de plus en plus en graphisme.</p> <p>Est-ce que l'écran couleur émet des rayons durs, et qu'il vaut mieux ne pas le regarder de trop près ? Nous n'avons pas trouvé d'informations sûres à ce sujet.</p>
Attributs vidéo	<p><b>Inversion vidéo</b></p> <p>Possibilité de remplacer des caractères « blancs sur fond noir » par des caractères « noir sur fond blanc » pour attirer l'attention de l'utilisateur.</p> <p><b>Clignotement</b></p> <p>Possibilité de faire clignoter un caractère</p> <p><b>Sous-brillance, surbrillance</b></p> <p>Réglage de luminosité.</p>

### G2.7.1. Un clavier typique d'un micro-ordinateur haut de gamme

En disposition AZERTY



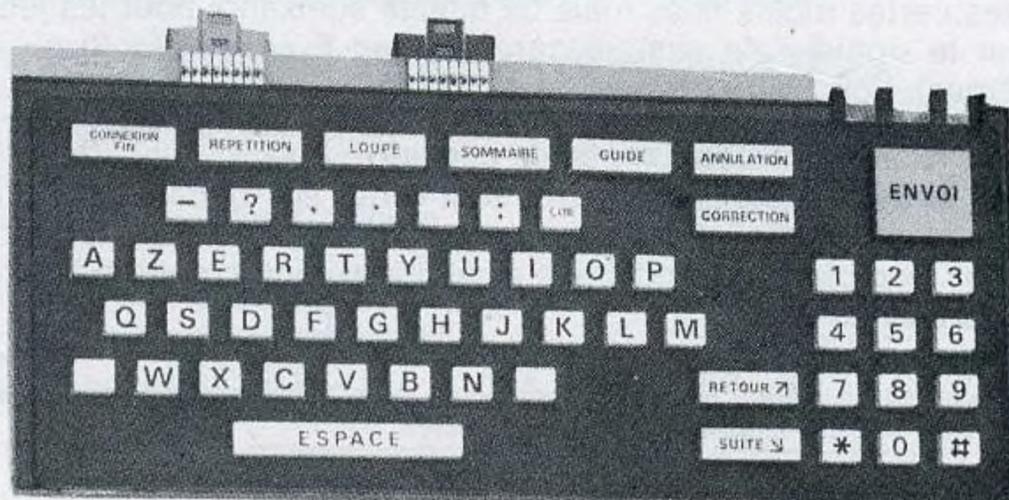
Figure 1

En disposition QWERTY



Figure 2

### G2.7.2. Un clavier Minitel



Cliché RTC

Figure 3

Le D.G.T. (Direction Générale des Télécommunications) a lancé le « Minitel » (terminal annuaire - opération Vélizy - ne confondez pas avec Péritel). Le but final est de relier par téléphone des ordinateurs centraux avec des micro-ordinateurs installés dans chaque foyer. L'organe du dialogue est le clavier « Minitel » ou clavier « de dimension réduite pour saisie télématique ». Le cliché ci-dessus représente la version 1983 fabriquée par R.T.C.

## 2.7. Le clavier

### 2.7.1. Fonction de base - Vocabulaire

C'est en frappant sur les touches du clavier que l'on peut donner des ordres à l'ordinateur.

En anglais clavier se dit : keyboard, et touche se dit key.

Le clavier de la plupart des ordinateurs comporte :

- d'une part, des touches « classiques » de machines à écrire :
- en plus, certaines touches réalisant des fonctions particulières :
- en moins, (parfois) des impossibilités diverses : par exemple impossibilité de frapper des lettres minuscules ou des lettres minuscules accentuées, etc.

### 2.7.2. Que se passe-t-il lorsqu'on appuie sur une touche du clavier ?

Cela dépend du type des circuits électroniques associés au clavier : clavier encodé ou clavier non-encodé, type de microprocesseur, etc. Pour le moment, contentons-nous d'admettre que le fait d'appuyer sur une touche du clavier déclenche deux actions :

- d'une part, envoi d'un signal d'interruption sur la ligne ad hoc des bus de commande
- d'autre part, envoi d'un ensemble de sept chiffres binaires, correspondant à l'une des configurations du code ASCII.

Le caractère ainsi envoyé est stocké dans une petite mémoire (appelée buffer) qui peut contenir (par exemple) 32 caractères. Ce buffer permet à l'opérateur de « prendre de l'avance » : il peut dactylographier pendant que le processeur effectue un autre travail.

### 2.7.3. Les touches « multiplicatrices »

Pour envoyer chacune des 128 configurations binaires définies par le code ASCII, il faudrait disposer d'un clavier à 128 touches... c'est beaucoup. On réduit le nombre de ces touches à l'aide de quelques touches spéciales :

- lorsque l'on appuie **à la fois** sur la touche MAJUSCULE (en anglais : SHIFT, c'est-à-dire décalage), on envoie à la place du code de la lettre A minuscule, le code de la lettre A majuscule (en principe !!!)
- lorsque l'on appuie **à la fois** sur la touche CONTROL (en français : commande) et sur la touche A, on envoie sur le bus de données, non pas le code de la lettre A, mais celui d'un caractère non éditable (une commande : voir § 1.3.C.) qui aura des effets dépendant du choix des programmes en logiciel de base.
- lorsque l'on appuie **d'abord** sur la touche ESCAPE (en français = échapper), qu'on relâche cette touche puis que l'on appuie sur la touche A, le code ASCII de la lettre A ne sera pas interprété par le système comme étant la lettre A, mais d'une façon spéciale qui « échappe » à la signification habituelle de la touche A.

### 2.7.4. Connaissez-vous le clavier des machines à écrire classiques ?

La plupart des claviers des machines à écrire utilisées en France comportent des touches réparties :

- soit, selon la disposition AZERTY (disposition française) : voir figure 1 ;
- soit, selon la disposition QWERTY (disposition anglo-saxonne) : voir figure 2, et avec des variantes... que nous ignorerons ici.

Sur la figure 1, on remarquera les touches :

- (SP) : barre d'espacement, qui fournit le caractère « espace » ou « blanc » ;
- [MA] : (= majuscule) lorsque l'on appuie sur cette touche ET (en même temps) sur la touche A, on obtient la lettre A majuscule ;
- [TMJ] : (= tout en majuscule) lorsque l'on appuie sur cette touche et qu'on la lâche, tous les caractères qui suivent apparaîtront en majuscules. En anglais : touche LOC (= verrouillage).

Sur les ordinateurs ces mêmes touches existent avec des significations aussi diverses que l'on peut imaginer.

Par exemple, une machine à écrire frappe « normalement » des caractères minuscules, et ne frappe de majuscules que lorsque l'on a appuyé d'abord sur SHIFT ou sur LOC.

Lorsque l'on frappe sur le clavier d'un ordinateur, le « normal » est la majuscule et le « SHIFT » la minuscule, à moins qu'il ne s'agisse d'un ordinateur orienté « traitement de texte », dans ce cas on s'efforce de respecter les habitudes des dactylos.

### G2.7.5.A. Un tableau pour les utilisateurs de systèmes clés-en-mains

Le tableau de la page ci-contre est essentiellement un aide-mémoire destiné aux utilisateurs de systèmes clés-en-mains.

Un technicien en logiciel de base ayant le moyen de programmer une PROM (PROM = ROM programmable) pourra :

— transformer complètement les actions déclenchées par l'appui sur telle ou telle touche.

— éliminer l'effet (néfaste) de répétition dû aux rebonds des touches mécaniques en introduisant un retard dans le programme de lecture des touches

— etc.

Ce n'est pas notre problème pour le moment.

### G2.7.5.B. La touche ENTER

Dans le prochain numéro de Led Micro, nous apprendrons à faire la connaissance des différentes touches spéciales en vous exerçant à « pianoter » sur votre clavier..

Nous nous contenterons ici d'insister sur les fonctions de la plus importante d'entre elles : la touche ENTER.

Lorsque l'on appuie sur la touche « retour-chariot » des machines à écrire électriques, ceci déclenche en fait deux actions :

1<sup>re</sup> action : retour du chariot en début de ligne (en anglais : carriage return - en abrégé : CR)

2<sup>e</sup> action : passage à la ligne suivante (en anglais : line feed - en abrégé : LF).

Lorsqu'un clavier est relié à un ordinateur, l'appui sur cette touche déclenche une troisième action que l'on pourrait appeler « confirmation ».

Donnons un exemple.

Supposons que je veuille dactylographier le mot RUN — ce qui, pour l'ordinateur, signifie : « Allez-y, Exécution ». Lorsque je taperai successivement les trois lettres R puis U puis N, ces trois lettres s'afficheront sur l'écran et c'est tout ce qui se passera.

Ce n'est que lorsque je « confirmerai » en appuyant sur la touche ENTER que l'ordinateur se mettra à obéir à l'ordre « RUN » et commencera à exécuter le programme qui se trouve dans sa mémoire.

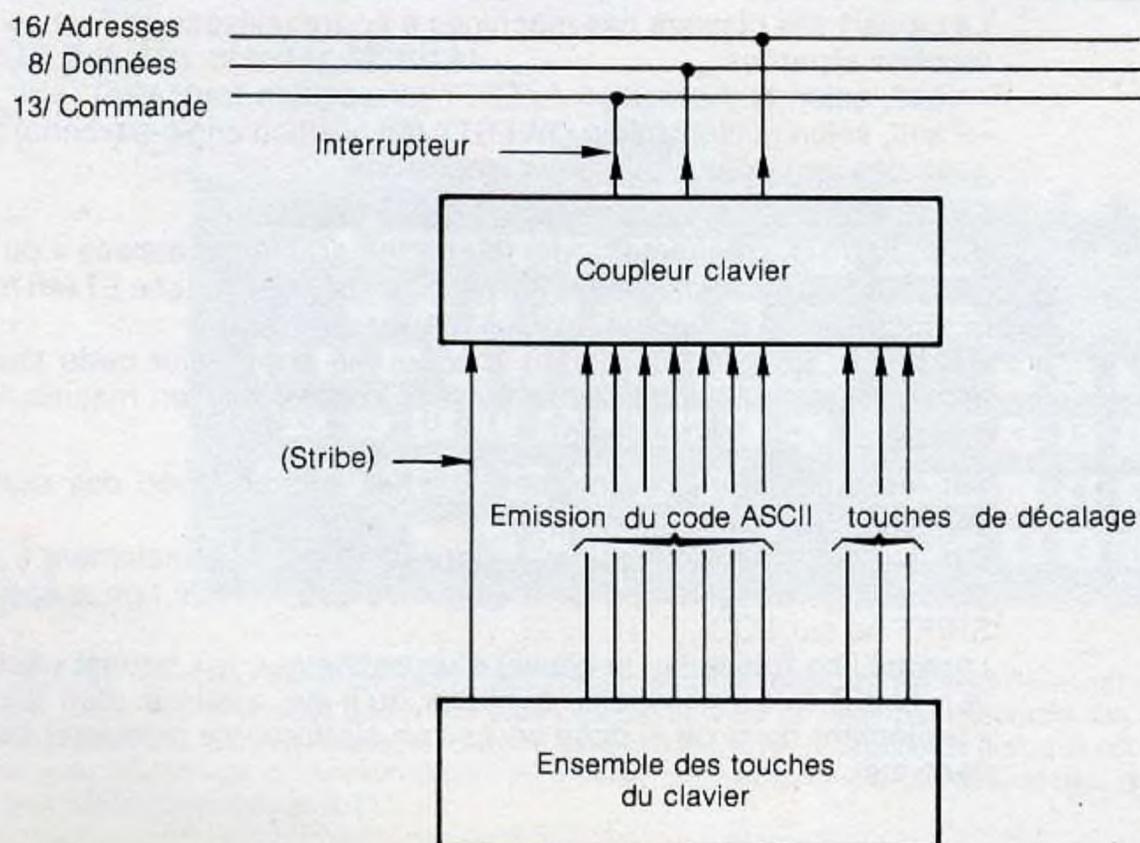
Pratiquement, tous les ordres que l'on donne à un ordinateur devront être suivis par la frappe sur la touche ENTER (il y a des exceptions... mais n'allons pas trop vite !)

Selon les marques d'ordinateur, cette touche est repérée de différentes façons : parfois par le mot ENTER, parfois par le mot RETURN, parfois par une flèche, parfois par une couleur... Lorsque nous aurons besoin de représenter d'une façon abrégée le fait que l'opérateur doive appuyer sur cette touche, nous utiliserons le symbole [CF].

CF est une abréviation pour « confirmer ». On peut aussi la considérer comme une abréviation pour CR + LF.

Cette représentation n'est nullement normalisée. Certains auteurs écrivent CR, d'autres utilisent un petit dessin comportant une flèche retournée.

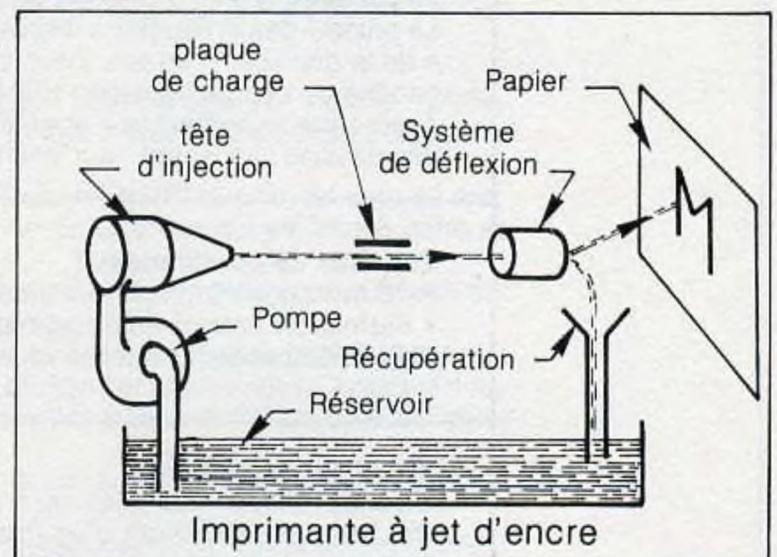
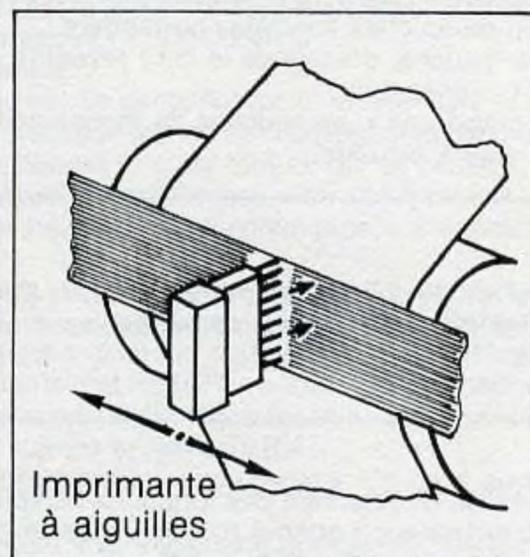
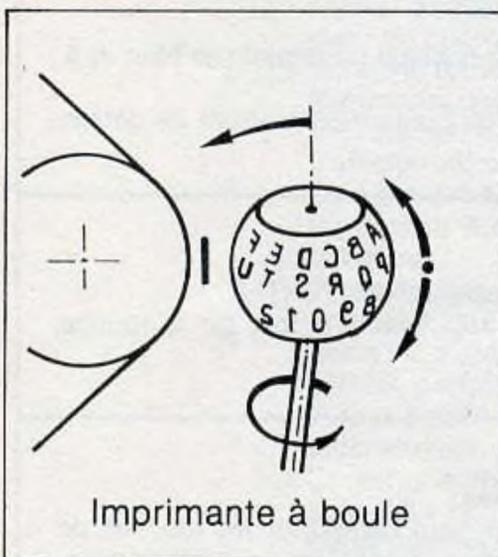
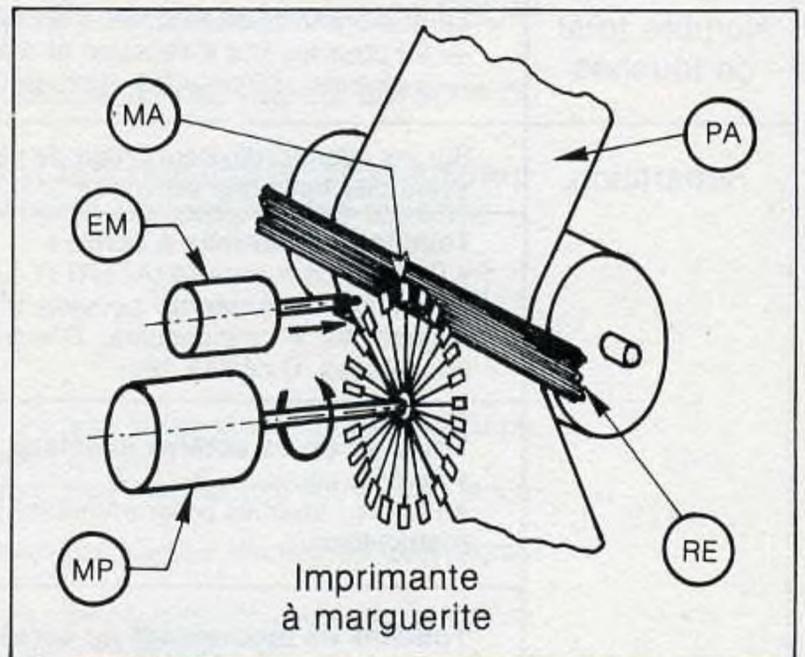
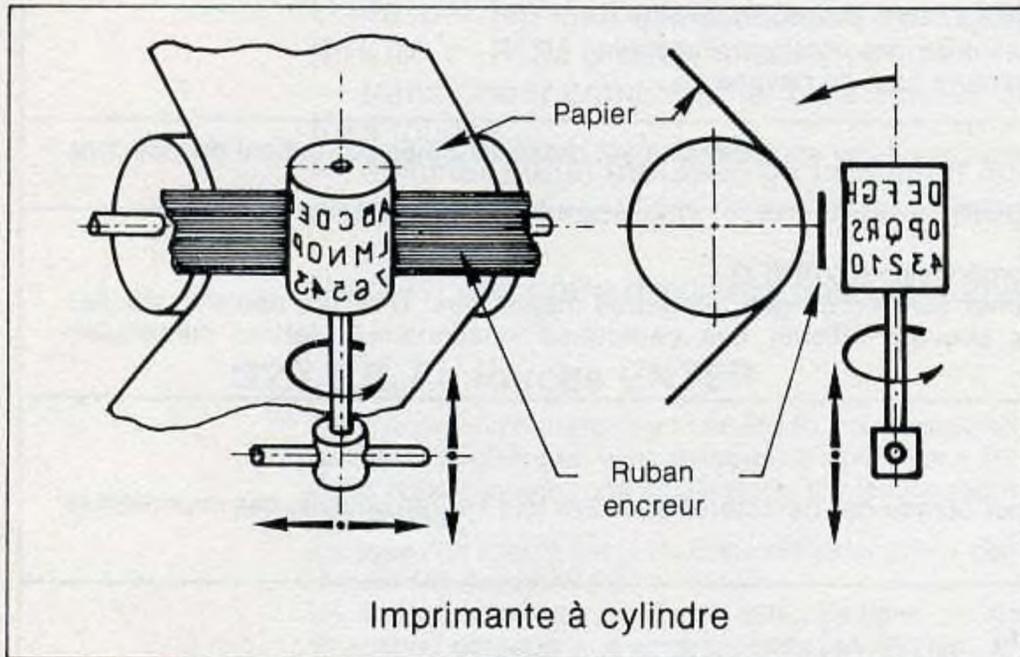
### G2.7.5.C. Exemple de liaison d'un clavier à l'ensemble du système



## 2.7.5. Caractéristiques d'utilisation d'un clavier

Nombre total de touches	Le nombre total de touches d'un système micro-informatique varie de : — 20 pour les kits d'initiation et d'évaluation des microprocesseurs ; — à plus de 100 pour les micro-ordinateurs haut de gamme.
Répartition	Sur les micro-ordinateurs haut de gamme, le clavier est généralement divisé en zones regroupant des touches ayant des fonctions similaires :
	<p><b>Touches « machines à écrire »</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disposition française (AZERTY) ou américaine (QWERTY)</li> <li>• Certains systèmes ne peuvent afficher sur l'écran que les lettres majuscules. D'autres peuvent afficher majuscules et minuscules. D'autres peuvent afficher des caractères « nationaux » : lettres minuscules accentuées, C cédille, etc.</li> </ul>
	<p><b>Touches de caractères spéciaux :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le plus souvent : %, \$, &amp;, !</li> <li>• Parfois : touches programmables pour obtenir des caractères spéciaux (sur l'écran ou avec des imprimantes matricielles).</li> </ul>
	<p><b>Touches de mouvement du curseur :</b></p> <p>Le <b>curseur</b> définit la position où le prochain caractère va s'afficher sur l'écran. La plupart des ordinateurs disposent de touches spéciales permettant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• de le déplacer d'un pas (haut, bas, gauche, droite)</li> <li>• de le faire revenir à sa position de départ (en haut et à gauche de l'écran : position HOME (= chez soi).</li> </ul> <p>Avec certains systèmes « orientés graphisme », les touches de mouvement du curseur permettent de définir des dessins (sur écran - sur imprimante à aiguilles).</p>
	<p><b>Touches de commandes :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pouvant correspondre aux caractères de commande du code ASCII : ESCape, DELeTe, ENTeR.</li> <li>• Parfois on obtient ces commandes (les « caractères non éditables ») ou appuyant à la fois sur la touche (CONTROL) et sur une autre touche.</li> </ul>
	<p><b>Touches de fonction</b></p> <p>En appuyant sur ces touches, on réalise directement des fonctions complexes. Par exemple, le clavier d'un micro-ordinateur « orienté traitement de texte » peut comporter les touches de fonction : « imprimer » « sauvegarder sur disquette » « effacer » « aligner » « décaler », « additionner », « répétition automatique », etc.</p> <p>Ces touches peuvent être :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— soit programmées une fois pour toutes par le constructeur</li> <li>— soit programmables par l'utilisateur, qui peut ainsi faire déclencher automatiquement les opérations qu'il effectue fréquemment.</li> </ul>
<p><b>Pavé numérique</b></p> <p>Sur différents micro-ordinateurs haut de gamme, les touches de chiffres de la partie « machine à écrire » du clavier sont répétées et regroupées sur un « pavé numérique ».</p> <p>Ce pavé numérique évite d'avoir à passer en majuscule et facilite le travail des comptables.</p>	
Nature des touches	<p>On distingue deux grandes catégories :</p> <p><b>Les touches à enfoncement</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elles ont l'aspect des touches de machine à écrire classiques : la touche s'enfonce lorsque l'on appuie dessus.</li> <li>• Il en existe de nombreux types (contact mécanique, relais Reed, effet Hall).</li> <li>• Le prix varie beaucoup avec leur qualité (durée de vie, absence de rebonds...).</li> </ul>
	<p><b>Les touches à effleurement</b></p> <p>Les touches sont simplement dessinées sur une platine en plastique recouvrant des capteurs électroniques. Exemples : les claviers du ZX 81 (Sinclair) et du TO7 (Thomson). Ces touches sont parfois complétées par un dispositif sonore qui émet un « bip » signalant à l'utilisateur que le caractère a bien été reçu par le système. Ces claviers ne sont pas très appréciés des secrétaires habituées aux machines à écrire classique. On ne les rencontre pas sur les ordinateurs orientés traitement-de-texte.</p>
Taille du buffer	Voir définition ci-dessus § 2.7.2 Exemple : buffer de 32 caractères.

### G2.8.1.A. Quelques types de mécanismes d'imprimante pour micro-ordinateur



### G2.8.1.B. Exemple de polices de caractères

```

!"#$%&'()*+,-./0123456789:;<=>?àABCDEFGHIJKLMNPOQRSTUVWXYZ
°çñ^_`abcdefghijklmnopqrstuvwxyzéùè
!"#$%&'()*+,-./0123456789:;<=>?àABCDEFGHIJKLMNPOQRSTUVWXYZ
°çñ^_`abcdefghijklmnopqrstuvwxyzéùè
!"#$%&'()*+,-./0123456789:;<=>?àABCDEFGHIJKLMNPOQRSTUVWXYZ °
!"#$%&'()*+,-./0123456789:;<=>?àABCDEFGHIJKLMNPOQRSTUVWXYZ
°çñ^_`abcdefghijklmnopqrstuvwxyzéùè
!"#$%&'()*+,-./0123456789:;<=>?àABCDEFGHIJKLMNPOQRSTUVWXYZ
!"#$%&'()*+,-./0123456789:;<=>?àABCDEFGHIJKLMNPOQRSTUVWXYZ
°çñ^_`abcdefghijklmnopqrstuvwxyzéùè
!"#$%&'()*+,-./0123456789:;<=>?àABCDEFGHIJKLMNPOQRSTUVWXYZ
!"#$%&'()*+,-./0123456789:;<=>?àABCDEFGHIJKLMNPOQRSTUVWXYZ
°çñ^_`abcdefghijklmnopqrstuvwxyzéùè
    
```

Jeu de caractères que l'on peut obtenir à l'aide d'une imprimante à aiguilles EPSON (Cliché M3C)

## 2.8.

# L'imprimante

### 2.8.1. Principes mécaniques

#### A. La multiplicité des systèmes d'impression

Simplement citer les différents systèmes d'impression utilisés en informatique remplirait une page, nous nous contenterons ici de décrire les trois systèmes d'impression les plus utilisés actuellement en micro-informatique : la marguerite, les aiguilles et les systèmes thermiques.

#### B. Les imprimantes à marguerite

Voir figure 2 (page ci-contre).

La marguerite (MA) comporte une centaine de petites lames flexibles (les « pétales » de cette marguerite).

Chacun de ces pétales comporte à son extrémité la gravure d'un caractère. Pour imprimer, par exemple, la lettre J :

— le moteur pas-à-pas (MP) fera tourner la marguerite autour de son axe jusqu'à placer le pétale J dans la position la plus haute

— puis l'électro-aimant (EM) frappera l'extrémité de ce pétale

— la gravure du J écrasera le ruban encreur (RE) sur le papier (PA)

— et ainsi la lettre J sera imprimée.

#### C. Les imprimantes à aiguilles

Voir figure 4 (page ci-contre)

Les imprimantes à aiguilles composent des caractères en remplissant une « matrice de points » (en anglais : dot matrix) de la même façon que le moniteur vidéo affiche sur l'écran des caractères en les composant à l'aide de points.

La matrice la plus généralement employée est la matrice de 5 x 7 points. Pour écrire une ligne de caractères selon cette matrice, on promène devant le papier un chariot composé de 7 aiguilles. Chaque aiguille est commandée par un électroaimant qui la transforme en un « marteau ».

On obtient des caractères plus fins (permettant en particulier l'impression de lettres minuscules) avec une matrice de 7 x 9 points.

Les imprimantes à aiguilles ne sont pas les seules imprimantes de type matriciel : on forme des caractères à

l'aide de points dans les imprimantes à jet d'encre et dans les imprimantes thermiques.

#### D. Les imprimantes thermiques

Ce sont des imprimantes de type matriciel : les caractères sont constitués par des ensembles de points répartis dans une matrice. Mais, au lieu d'imprimer le point en frappant sur un ruban carbone, on se contente de chauffer ce point en faisant passer du courant sur une « aiguille chauffante ». On obtient ainsi un caractère d'aspect identique à celui formé par les imprimantes à aiguilles. Ces imprimantes utilisent un papier spécial (papier thermique).

Les imprimantes électrostatiques ont des caractéristiques un peu semblables : caractères formés par des matrices de points, emploi d'un papier spécial (papier métallisé), pas d'impact mécanique (solution entièrement électronique).

### 2.8.2. Connexion de l'imprimante au système

#### A. Les interfaces

Les imprimantes sont connectées au reste du système par un des interfaces (CENTRONIC, RS232C, IEEE488, etc.) que nous avons décrit ci-dessus (chapitre 2.5).

#### B. Configuration

##### Par interrupteurs :

En général, les imprimantes comportent (à l'intérieur de leur capot) un ensemble d'interrupteurs (clés de configuration) qu'il faut placer en position convenable (0 ou 1) de façon à adapter l'imprimante au reste du système. Ceci permet de fabriquer un seul type d'imprimante et de l'adapter à une multitude de cas :

— caractères en 7 bits ou en 8 bits

— interface série ou interface parallèle (il faut, en plus, changer la prise) ;

— à la réception du caractère CR (retour chariot), l'imprimante fait automatiquement (ou ne fait pas) en plus un LF (= line feed = changement de ligne) ;

— variété nationale du code ASCII

— vitesse de transmission.

##### Par programme

Cette « configuration initiale » du système peut se faire également par programme.

On peut préciser par programme diverses autres caractéristiques — par exemple la longueur de la page — d'où le système déduit les « sauts de lignes » à effectuer avec les papiers en continu.

#### C. Imprimantes « dédiées »

Certains constructeurs offrent des imprimantes ne pouvant fonctionner que sur un certain système de grande diffusion (imprimante dédiées APPLE II imprimante dédiées TRS80...) : moins de souplesse, plus facile à installer, prix plus bas.

#### D. AUTO (« On line ») - MANUEL (« Off line » ou « local »)

Sur le panneau de commande de diverses imprimantes existe un commutateur

— On line (= en ligne = connecté au système)

— Off line (= déconnecté du système - appelé aussi « mode local »).

En se plaçant « Off line » on peut effectuer « à la main » diverses opérations : avancement du papier, tests divers.

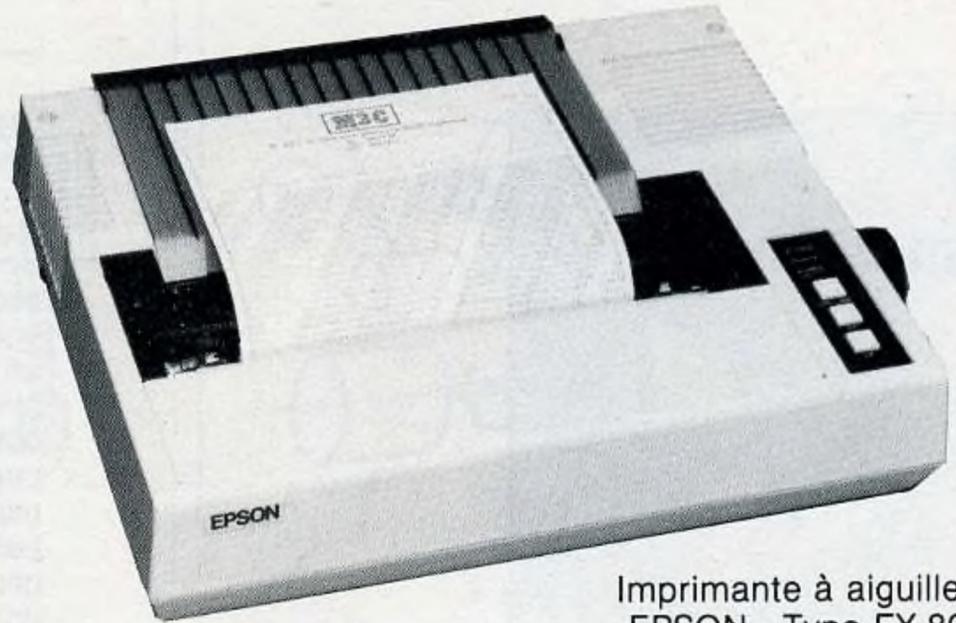
### G2.8.3.A. Deux imprimantes à aiguilles de grande diffusion

Figure 2

Figure 1

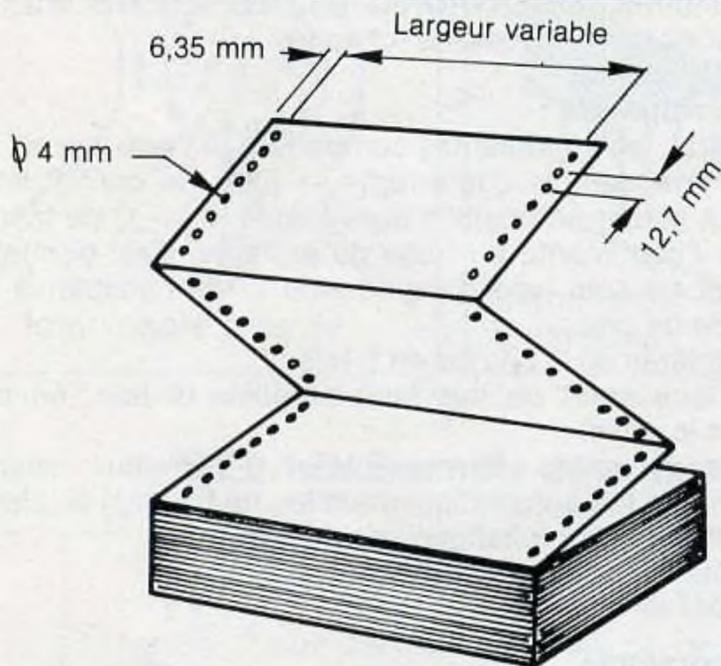


Imprimante à  
aiguilles OKI  
Cliché Métrologie



Imprimante à aiguilles  
EPSON - Type FX-80  
Cliché : M3C

### G2.8.3.B.



Papier continu plié « en accordéon » et muni de perforation Caroil.

Figure 3

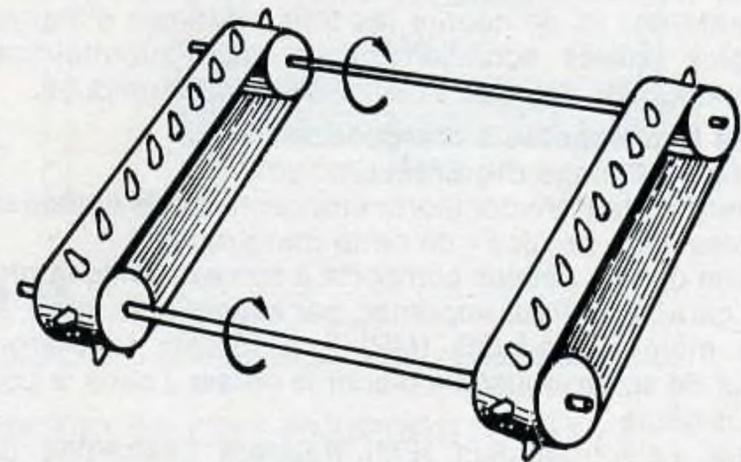


Figure 4

Les « tracteurs à picots » sont souvent appelés « Paragon » — du nom de l'un des constructeurs de ces mécanismes d'entraînement.

### G2.8.3.C. Le choix d'une imprimante pour micro-ordinateur

Simplifions à l'extrême :

Amateur voulant simplement faciliter la mise au point de ces programmes en en sortant des listings	Imprimante thermique	800 F
Emploi général	Imprimante à aiguilles	6 000 F
Pour obtenir des documents de très bonne présentation	Imprimante à marguerite	30 000 F

### 2.8.3. Critères de choix

Interface	C'est le problème à examiner en priorité : à quoi vous servirait d'acquérir à bas prix une imprimante de qualité exceptionnelle si vous ne pouviez pas la connecter sur votre ordinateur !
Technologie	Le constructeur précise généralement d'abord la technologie employée (marguerite, matricielle à aiguilles, thermiques, à bande, à jet d'encre) et quelques caractéristiques qui y sont liées : — bidirectionnelles (impression à l'aller et au retour) — nombre de copies possibles (possibles uniquement avec les imprimantes « à impact ») — couleurs.
Qualité d'impression	Les imprimantes à marguerite peuvent fournir une frappe d'une excellente qualité (qualité courrier). Les imprimantes à aiguilles fournissent en général une frappe moins belle. Mais cette qualité peut être améliorée par différents procédés : — matrice 9 x 7 au lieu de la matrice classique 5 x 7 — repasser une deuxième fois sur la ligne avec un léger décalage.
Variété des caractères	Les imprimantes à marguerite comportent généralement la possibilité de changer de type de marguerite pour obtenir différents types de caractères. Les imprimantes à aiguilles permettent (souvent mais pas toujours !) de frapper des caractères de différents styles et de différentes tailles (voir figure page précédente). Certaines imprimantes à aiguilles peuvent être programmées pour écrire en caractères cyrilliques ou japonais...
Nombre de colonnes	Les petites imprimantes thermiques comportent un petit nombre de colonnes (12, 20 ou 32 colonnes pour fixer les idées). Les imprimantes à aiguilles peuvent frapper (par exemple) 132 colonnes avec des caractères utilisant une matrice 5 x 7 mais seulement 80 colonnes avec des caractères 7 x 9.
Vitesse de frappe	Les vitesses classiques des imprimantes pour micro-ordinateurs varient entre 10 et 150 (CPS = caractères par seconde).
Choix du papier	Les imprimantes thermiques nécessitent un papier spécial qui présente, généralement, deux défauts : — il est très cher, — il est fragile (s'efface à la chaleur et vieillit mal) Ces inconvénients compensent rapidement l'assez grande économie d'achat des imprimantes thermiques. Pratiquement, les imprimantes thermiques ne se justifient que comme périphérique d'ordinateurs très économiques (les « micropoches »).
Entraînement du papier	Deux types classiques d'entraînement : — l'entraînement par friction (comme sur les machines à écrire classiques) — l'entraînement par picots (voir figure 4) (exige du papier à perforation Carroll, cf. fig. 3 et 4). Cet entraînement permet de laisser l'imprimante taper seule de longs documents techniques sans avoir à changer de feuille ni à la main ni avec un dispositif (cher) de chargement automatique de papier.
Format du papier	Caractérisé par la largeur maximum du papier pouvant être introduit.
Alimentation automatique	Certaines imprimantes (utilisées surtout en traitement de texte) peuvent être complétées par un système d'alimentation automatique en feuilles de papier 21 x 30 cm.
Ruban encreur	Les rubans encres sont de deux types : — d'une part, des rubans encres en plastique (mylar) qui ne servent qu'une fois et fournissent une impression de très haute qualité. Le prix de revient à la lettre est assez élevé — d'autre part, des rubans encres en soie sur lesquels l'imprimante passe et repasse... jusqu'à ce que la frappe devienne trop pâle. Ces deux types de rubans encres peuvent être fournis sous forme de « cassettes » permettant une mise en place plus rapide et plus agréable. Il y a une multitude de type de cassettes.
Accessibilité	Avant d'acheter une imprimante, vérifiez l'accessibilité et la facilité des différentes manœuvres : remplacement du papier, changement de rouleau encreur, etc. Avec certaines imprimantes thermiques très économiques, il faut faire appel à un spécialiste pour décoincer le papier lorsqu'il se colle sur la tête d'impression.
Bruit	Certaines imprimantes performantes sont assourdissantes. Il existe des dispositifs (volumineux et chers) permettant d'étouffer leur bruit. Lorsqu'une imprimante bruyante fonctionne en permanence dans un bureau avec plusieurs personnes... cela peut poser des problèmes.
Possibilités graphiques	Les imprimantes à aiguilles permettent de réaliser sur imprimante des mélanges de texte et de dessin. Une imprimante qui recopie tel quel le dessin ou le texte apparaissant à l'écran s'appelle « hard-copy ». Bien sûr la qualité du dessin ne sera pas aussi bonne que celle obtenue avec un traceur. Attention ! Ce n'est pas parce qu'une imprimante est du type à aiguilles qu'elle permet automatiquement d'effectuer du graphisme : la mécanique ne suffit pas, il faut que le constructeur y ait adjoint une carte électronique et ait conçu un logiciel ad hoc : le prix est très différent.



# PROGRAMME " PETITS DESSINS "

## Programme Basic

```

10 * PROGRAMME "PETITS DESSINS"
20 * POUR LED MICRO N°2
30 * PAR RENE LEFEBVRE ADUT 1983
40 M=7*4096: ADRESSE DE DEBUT = 7000 H
50 FOR I=0 TO 30
60 READ V:POKE M+I,V: MISE EN MEMOIRE DU
70 NEXT I: LANGUAGE MACHINE
80 DATA 217,33,0,60,126,254,32,32
90 DATA 4,54,191,24,11,230,128,140,7
100 DATA 126,47,203,255,203,183,119
105 DATA 35,203,116,40,231,217,201
110 DEFUSR1=28672
120 CLS
130 X=64:Y=24
140 CL=&H3840: DU CL=14400
150 VL=PEEK(CL):IF VL=0 THEN 300
160 IF VL=8 THEN Y=Y-1:GOTO 250
170 IF VL=64 THEN X=X+1:GOTO 250
180 IF VL=16 THEN Y=Y+1:GOTO 250
190 IF VL=32 THEN X=X-1:GOTO 250
200 IF VL=48 THEN X=X-1:Y=Y+1:GOTO 250
210 IF VL=40 THEN X=X-1:Y=Y-1:GOTO 250
220 IF VL=72 THEN Y=Y-1:X=X+1:GOTO 250
230 IF VL=80 THEN X=X+1:Y=Y+1:GOTO 250
240 IF VL=128 THEN Z=USR1(Z):GOTO 150
241 REM IF VL=128 THEN GOSUB 1000:GOTO 150
250 IF X>127 THEN X=127:GOTO 150
260 IF Y>47 THEN Y=47:GOTO 150
270 IF X<=0 THEN X=2:GOTO 150
280 IF Y<=0 THEN Y=2:GOTO 150
290 IF VL=2 THEN CLS:GOTO 150
300 RESET (X,Y):SET (X,Y):GOTO 150
310 GOTO 150
1000 DE = 15360
1010 FE =DE +1024
1020 FOR M= DE TO FE
1030 E=PEEK(M)
1040 IF E = 32 THEN POKE M,191 : GOTO 1080
1050 IF (E AND 128)=0 THEN GOTO 1080
1060 C=NOT E:C=C OR 128:D=C AND 191
1070 POKE M,C
1080 NEXT M
1090 RETURN
  
```

## Programmation en L.M. d'inversion vidéo de l'écran du TRS 80. Code machine Z80 Zilog

```

00100 ;DEFINITION DES VARIABLES
00110
3C00 00120 ECRAN EQU 3C00H
0020 00130 SPACE EQU 20H
00BF 00140 BLANC EQU 191D
00150
7000 00160 ORG 7000H
7000 D9 00170 DEBUT EXX ;SAUVEGARDE DES REGISTRES
7001 21003C 00180 LD HL,ECRAN
00190
7004 7E 00200 LOOP LD A,(HL) ;PRISE D'UN CARACTERE
7005 FE20 00210 CP SPACE
7007 2E04 00220 JR NZ,JOB1 ;SI NON ON PASSE
7009 36BF 00230 LD (HL),BLANC ;MISE A BLANC
700B 180B 00240 JR JOB3
00250
700D E680 00260 JOB1 AND 128D ;1000 0000 EN BINAIRE
700F 2807 00270 JR Z,JOB3
00280
7011 7E 00290 LD A,(HL)
7012 2F 00300 CPL
7013 CBFF 00310 SET 7,A
7015 CB87 00320 RES 6,A
00330
7017 77 00340 JOB2 LD (HL),A
00350
7018 23 00360 JOB3 INC HL ;CARACTERE SUIVANT
7019 CB74 00370 BIT 6,H ;TEST SI HL=4000 =FIN D'ECRAN
701B 28E7 00380 JR Z,LOOP ;SI NON ON REPART
00390 ;SI OUI C'EST FINI
701D D9 00400 EXX ;RESTAURATION DES REGISTRES
701E C9 00410 RET ;RETOUR AU BASIC (OUF !!!!)
00420
7000 00430 END DEBUT
00000 TOTAL ERRORS
34388 TEXT AREA BYTES LEFT
  
```

BLANC	00BF	00140	00230
DEBUT	7000	00170	00430
ECRAN	3C00	00120	00180
JOB1	700D	00260	00220
JOB2	7017	00340	
JOB3	7018	00360	00240 00270
LOOP	7004	00200	00380
SPACE	0020	00130	00210

Vous connaissez sans doute tous le jeu nommé Telecran. A l'aide de deux boutons ronds on peut déplacer un curseur qui laisse une trace verticale, horizontale ou oblique dans une poudre collée à la surface d'un verre. Ce programme permet à peu près la même chose et vous montrera quelques astuces de programmation, notamment en langage Assembleur. Pour allumer un point sur l'écran du Prof 80 on dispose de l'instruction : Set (X, Y). Au contraire, l'instruction Reset (X, Y) éteint le point de coordonnées X, Y. Le point (0,0) se trouve en haut et à gauche de l'écran et le point (127,47) en bas à droite.

Pour les autres ordinateurs domestiques, les valeurs maximales pour X et Y sont souvent plus élevées, d'où un dessin plus fin, mais la philosophie du programme reste identique. Pour déplacer notre point lumineux nous nous servirons du clavier. Il faut donc détecter l'appui d'une touche et déclencher l'action appropriée.

Sur certains claviers il existe des touches de

déplacement du curseur qui sont disposées de façon naturelle et les huit directions possibles sont évidentes. Pour ceux qui ont un clavier numérique séparé, il conviendra d'utiliser les touches 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 pour provoquer les déplacements.

Pour détecter l'appui d'une touche on peut procéder de trois façons en Basic.

- 1) L'instruction Input A\$, mais il faut obligatoirement l'appui sur « Enter » pour terminer la commande.
- 2) L'instruction Inkey\$; celle-ci renvoie le caractère de la touche enfoncée.
- 3) Lire directement la valeur de l'octet dont l'adresse correspond à la ligne de clavier intéressante.

C'est pour cette dernière méthode que j'ai opté. En effet, on peut ainsi détecter l'appui simultané de deux ou trois touches en analysant la valeur de l'octet lu. Sur le Prof 80 l'adresse de la ligne-clavier qui valide les déplacements du curseur est 3840 Hexa.

Sur cette ligne on trouve les caractères suivants : Enter, Break, Clear,, , et Space.

La valeur numérique de l'octet est de 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 selon la touche enfoncée. Si l'on appuie sur deux ou trois touches en même temps, on trouve la somme des valeurs correspondantes.

Le programme met à jour les coordonnées X et Y à chaque fois que la valeur de (3840H) est différente de zéro.

La valeur 128 a une action un peu spéciale. Elle déroute de séquençement vers un sous-programme qui est en langage machine (ligne 240) ou en Basic (ligne 241). Ce sous-programme inverse la représentation du dessin en cours sur l'écran vidéo.

L'explication du fonctionnement de ce S.P. en Assembleur sort un peu du cadre de cet article, mais avec un peu d'astuce et de recherche, on peut « voir comment ça marche ».

Vous remarquerez la différence de rapidité entre le Basic et le L.M. (environ 1000). C'est pourquoi tous les jeux un peu rapides et sophistiqués sont écrits en Assembleur.

René Lefebvre

## de Charles-Henry Delaleu

**E**t si les « micro » devenaient des « mini », si les « mini » devenaient des gros ordinateurs ! Mais non, ce n'est point de la fiction, mais la révolution informatique qui s'annonce. Il y a peu de temps encore on appelait ordinateur un système de calcul architectural autour d'un processeur 32 bits. Les « mini » en possédaient 16 et les « micro » 8. Que se passe-t-il aujourd'hui ? Nous voyons arriver sur le marché des « micro » équipés du nouveau microprocesseur 16 bits, architectural en 32 : le 68 000 de Motorola. De nombreux « micro » autorisent l'utilisation du clavier pendant qu'un programme tourne sur une autre application. Il faudra peu de temps pour que ces derniers traitent plusieurs programmes ensemble, comme les gros.

Le « hard » n'est pas le seul à évoluer, les logiciels et progiciels sont eux aussi de plus en plus performants, notamment en comptabilité, gestion de stocks, paie. Même les moins onéreux des micro-ordinateurs offrent des possibilités très intéressantes : le ZX-81 possède de nombreuses cartes qui viennent s'ajouter à l'unité centrale, telles que les cartes entrées/sorties ou plus récemment entrées analogiques qui permettent de réaliser toutes sortes de systèmes de mesure, de signaux électriques et électroniques domestiques et professionnels. Si de plus en plus de personnes attrapent le virus de l'informatique, peu semblent connaître l'éventail d'applications des micro-ordinateurs. Il n'y a pas que les recettes de cuisine à archiver, mais aussi le train électrique « de papa » à piloter, il n'y a pas que la cave à gérer, mais aussi la maison à garder. Les amateurs comme les professionnels doivent trouver dans le micro-ordinateur un outil de travail ou de détente pouvant leur rendre les services les plus inattendus. Mais ils ne devront jamais oublier qu'un ordinateur n'est pas intelligent et qu'il ne fait que ce pour quoi il est programmé. Si les résultats d'un calcul sont faux, deux solutions : le programme est mal compilé, les données entrées sont erronées, l'ordinateur n'a fait que ce qui lui a été demandé et ne peut être considéré comme fautif. Nous traiterons bientôt de la manière dont il convient de choisir un micro-ordinateur, de même que nous verrons comment les utilitaires livrés en application d'un appareil peuvent rendre d'énormes services.

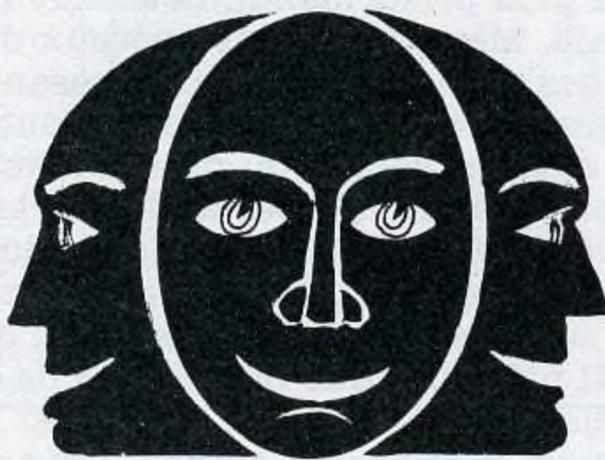


# YVES, MICHEL, BACHAR... SANS LES AUTRES

Une histoire pas comme les autres, celle de trois copains qui, au fil de leurs propres passions et découvertes de la micro-informatique, vont vivre une expérience extraordinaire : créer un micro-ordinateur sans moyen, sans appui, sans personne, avec, pour seul véhicule, le désir d'apprendre, de comprendre et d'entreprendre. L'histoire du Omicron I aurait pu finir comme un conte de fées, cet interview pourrait dénoncer aussi bien la face cachée d'un échec que celle d'un succès : puisse-t-il simplement donner envie...

— **Puisqu'il faut commencer par le commencement, dites-nous en quelles circonstances vous vous êtes rencontrés ?**

Cela remonte à cinq ans déjà. Nous étions, pour des raisons diverses, amenés à suivre des cours à l'université de Vincennes. Yves, 30 ans aujourd'hui, suivait des études de mathématiques appliquées aux sciences sociales, parallèlement il préparait une licence de maths et s'est rapidement orienté vers l'informatique. Michel, 38 ans, était enseignant au département de cinéma de l'université et comme il avait envie de se distraire, il a suivi des cours d'informatique. Bachar, 25 ans, après deux ans de physique à Jussieu, est venu à Vincennes, armé de quelques bases en électronique, pour, lui aussi, faire de l'informatique. C'était au début de l'apparition des premiers TRS en France, quelques professeurs en avaient achetés par curiosité et ils ont décidé de les mettre à la disposition du club micro, créé pour l'occasion. Nous nous sommes rencontrés là, tous les trois, parmi les rares personnes qui fréquentaient ce club. Nous nous som-



mes fait la main sur ce TRS très simple, qui n'avait que 4 K de mémoire et un magnétophone. Comme nous ne pouvions pas accéder facilement à l'ordinateur de l'université, nous nous étions annexé le micro pour faire de la programmation en langage machine essentiellement. La mémoire était restreinte, l'idée de Bachar a été de rajouter une carte de 32 K pour étendre le TRS. Cette carte, qui existait dans le commerce, nous était financièrement inaccessible, aussi nous avons décidé de la faire nous-mêmes. Nous avons réussi à capter France-Inter avec... C'était un tel bazar que cela tenait plutôt du récepteur radio que d'autre chose. En fait, nous n'y connaissions

rien, si ce n'est Bachar qui assurait la partie électronique. Nous nous sommes mis à travailler des nuits entières en Assembleur, si bien qu'au bout d'un certain nombre de nuits blanches nous connaissions à fond la machine tant du point de vue matériel que logiciel. Lors de la construction de cette carte 32 K, il y avait des gens qui nous regardaient en rigolant, pensant qu'on n'y arriverait jamais — ce qui nous a stimulés —, et d'autre part certaines personnes venaient pour nous donner un petit tuyau, de temps en temps. Finalement, notre extension n'a jamais marché, sauf un après-midi par hasard. Comme elle était wrappée, nous pensions qu'il y avait trop de sources d'erreurs possibles et nous avons laissé tomber ce projet. Cette expérience nous avait fait découvrir des tas de choses, notamment les secrets du tirage de carte en double face, mais aussi à wrapper la RAM, à placer des condensateurs de découplage au bon endroit, etc.

— **Vous ne vous êtes pas arrêtés en si bon chemin ?**

Entre-temps, le prix des composants avait baissé et nous avons trouvé des combines pour acheter l'extension du TRS, donc l'intérêt pour notre carte était tombé. Bachar a eu alors une autre idée : celle de faire des horloges pour faire de la programmation en temps réel. Nous avons fait la carte en wrapping après avoir conçu le circuit logique et ça a parfaitement fonctionné ! Ce succès nous a donné confiance. A partir du moment où cette carte d'horloge a marché, nous

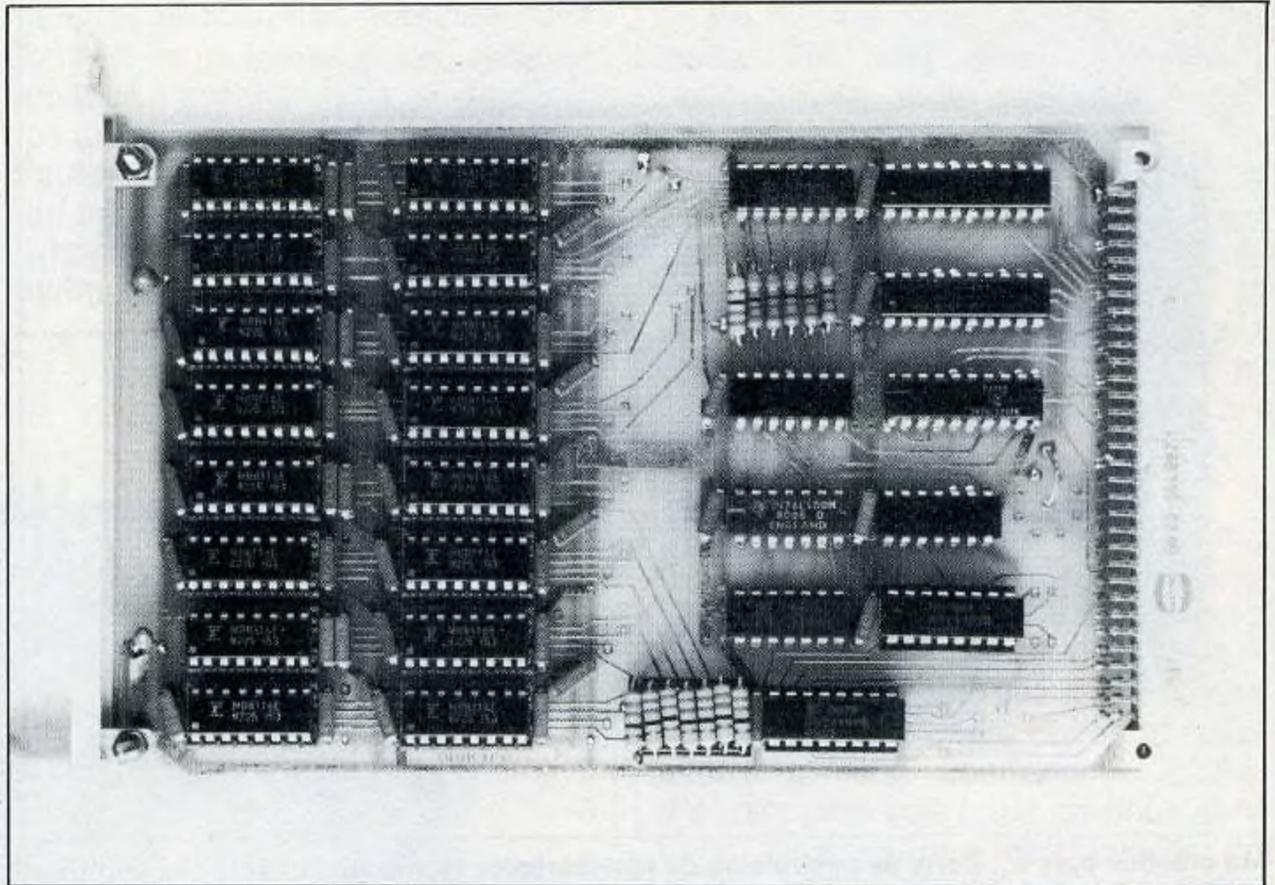
nous sommes dit que c'était dommage de continuer avec le TRS et qu'il valait autant construire notre propre micro, carrément ! Nous avons vu les problèmes de la carte RAM que nous n'avions pas finalisée mais nous avons compris comment il fallait faire pour qu'elle fonctionne, nous avons fait tourner les horloges en comprenant comment il fallait interfacer les périphériques, d'où l'idée de démarrer la carte du micro.

**— Celui-ci répondait à quels besoins ?**

Au départ, nous ne savions pas trop. D'un côté, nous voulions arriver à concevoir et à réaliser entièrement un micro avec tout le hard et le système de programmation de base qui gère les entrées/sorties. Par ailleurs, nous pensions qu'il était possible de découpler la mémoire du Z 80 au-delà des limites standards grâce à des astuces : l'idée était de faire des machines segmentées où il y ait le maximum de mémoires disponibles et la possibilité de faire tourner plusieurs programmes en parallèle à l'intérieur. Donc, faire une grosse machine à partir d'un micro. Là, nous avons essayé de penser à la rentabilité financière potentielle si c'était réalisé... Nous voulions donc faire une machine avec 256 K de RAM en standard alors que théoriquement il ne peut y en avoir que 64 K. Ce « plus » était donc le meilleur argument commercial. Nous étions alors dans l'année universitaire 78/79.

**— Vous avez donc mis une année pour apprendre par vos propres moyens. Suiviez-vous encore les cours d'informatique ?**

Nous n'avions pu échapper aux cours de base et régulièrement nous y allions pour nous tenir au courant. Pourtant nous avons compris que ce que le cursus nous apprenait en trois années, nous étions parvenus à l'apprendre, à le comprendre et à le réaliser en une seule année. Nous n'allions aux cours que ponctuellement dans la mesure où nous savions qu'il nous restait des choses à apprendre. Mais du coup, nous avons arrêté la « chasse » aux unités de valeur... et aux diplômes. Les cours ne devenaient plus la raison pour laquelle nous nous rendions à la faculté mais simplement parce que nous y avions un local avec tous les instruments, les machines, les outillages et aussi des composants que



**Carte RAM 32 K dynamique de l'OMICRON 1, segmentée dont l'adresse est sélectable par cavalier.**

nous pouvions nous procurer à moindre prix.

**— Comment avez-vous démarré vos travaux ?**

Nous avons tous trois une certaine compétence en programmation et comme nous n'avions pas d'argent pour commencer, nous avons travaillé chacun à droite à gauche, en intérim, en bluffant un petit peu sur nos diplômes, mais en étant certains que si nous avions eu à passer des tests nous n'aurions pas rencontré de problèmes. Nous avons travaillé dans des sociétés qui avaient besoin d'être dépannées rapidement sur des problèmes de programmation en Z 80. Nous savions que nous pouvions résoudre en une semaine des difficultés qu'un autre aurait résolu en un mois, tant nous connaissions à fond cette machine. Avec l'argent que nous avons gagné, nous nous

sommes acheté chacun notre TRS complet qui nous servait d'outil de développement pour notre micro : nous testions les programmes, nous faisons les interfaces dessus, etc.

**— Vous avez dû préalablement mettre en place une méthode de travail ?**

Non, nous n'en avons jamais eu, c'était l'inorganisation la plus totale. Si d'un côté c'était un peu ennuyeux, de l'autre ça nous permettait de travailler sur plusieurs problèmes à la fois, sans nous braquer sur une seule difficulté et nous décourager. Nous n'avions pas de problèmes de temps, ni de rentabilité et nous n'y travaillions que lorsque nous en avions envie, sans contrainte de délai de fabrication.

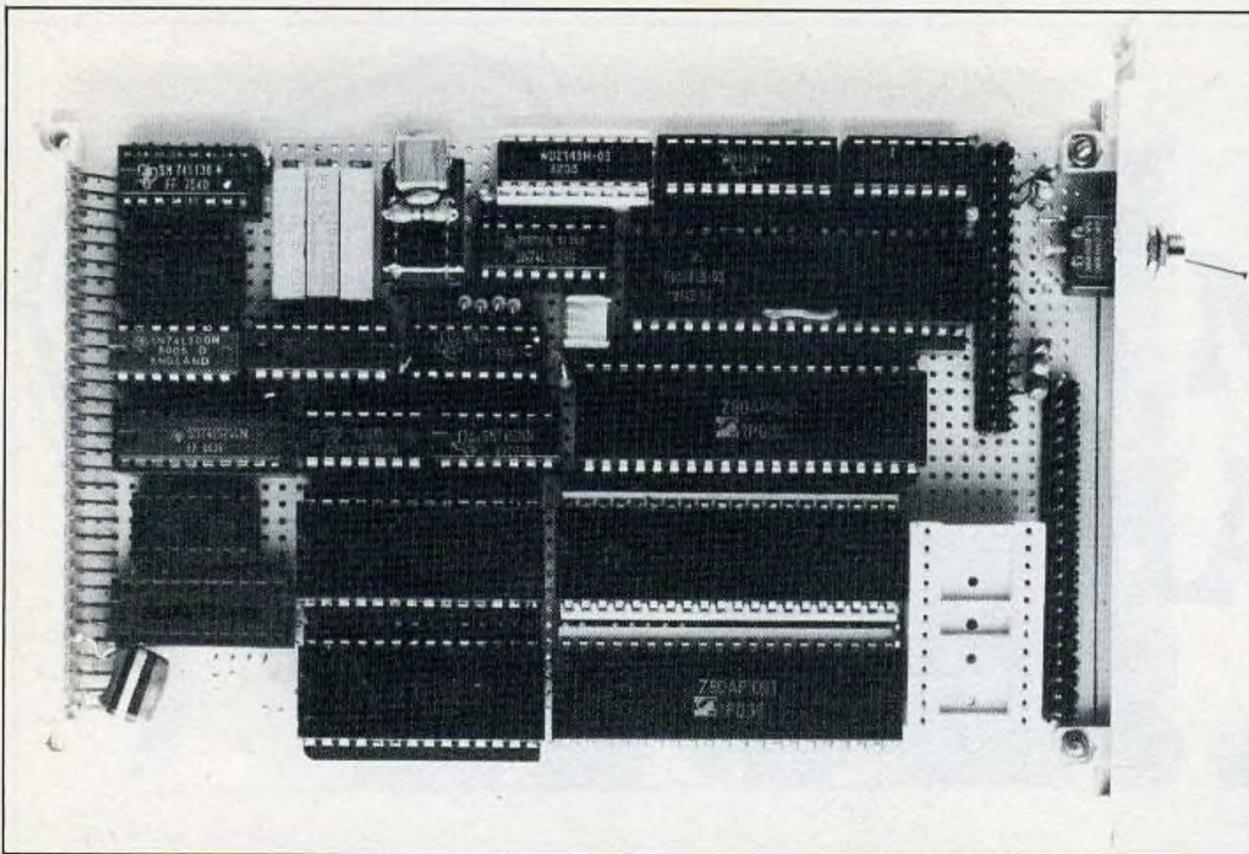
Parfois nous avons eu besoin de nous remotiver, surtout lorsque nous avons quitté le club micro de Vincennes, en nous fixant des objectifs plus précis à atteindre dans un temps déterminé.

**— En 79, par rapport au marché de la micro-informatique, comment était positionnée votre machine ?**

C'était très simple. Il nous a suffi de regarder les prix des composants, des cartes-mémoire ou autres sur le marché et de les comparer aux prix de revient que nous avions pour se persuader de notre bonne direction. Par exemple une carte mémoire coûtait 2 000 francs sur le marché alors qu'elle revenait à 600 francs si vous



**Le TRS 80, départ des extensions réalisées par Yves, Michel et Bachar.**



**Une création pure !... Carte de contrôleurs de périphériques lourds comprenant : 4 contrôleurs parallèles, 8 horloges programmables, une sortie imprimante, un contrôleur de disquette et un programmeur d'EPROM...**

la fabriquez vous-même ! Nous ne voulions pas que notre micro soit un gadget mais quelque chose de puissant qui nous aurait permis de traiter des choses qui étaient alors plutôt du ressort des minis (pagination des mémoires, divers processus parallèles, etc.). Il y avait déjà quelques micros professionnels de ce type, qui coûtaient très cher et qui n'étaient accessibles qu'aux entreprises. L'ordre de prix de ceux-ci était de 100 000 francs, presque aussi cher qu'un mini bas de gamme. Entre le TRS qui coûtait 5 000 F et les micros à 6 ou 10 millions de centimes, il y avait la place pour du matériel à un prix intermédiaire avec une capacité équivalente (sauf en vitesse) à un petit mini.

**— Combien de temps avez-vous travaillé sur votre micro ?**

Nous avons terminé à la fin 81 et figolé la présentation en 82. En fait, nous avons commencé réellement à travailler dessus en 80. Nous avons dessiné nous-mêmes les circuits double face des cartes mémoire et unité centrale et, comme nous voulions écarter tous problèmes, nous avons fait réaliser les cartes sur lesquelles nous avons fait l'implantation. Tous les autres éléments (les périphériques, le contrôleur de disquette, etc.) ont été réalisés en wrapping. La première version avait 32 K de mémoire puis nous avons fait une seconde carte pour avoir 64 K et

nous avons enfin décidé d'attaquer directement 256 K dans une carte 10 X 16, ce qui à l'époque était une gageure puisque même les professionnels ne les proposaient pas, sauf exception. Le plan existe mais cette carte n'a jamais été tirée. Entretemps nous avons rencontré des gens qui nous promettaient de nous décrocher des subventions et comme ça tournait en canular à chaque fois, nous étions découragés et avons décidé d'arrêter là.

Curieusement, l'attitude des gens a changé à partir du moment où notre machine a marché. De petits « rigoles », nous étions devenus des concurrents potentiels et sous prétexte de nous aider à trouver des subventions, on nous menait en bateau ! Pendant ce temps, nous avons interfacé des disques, adapté un système d'exploitation et nous pouvions avoir tous les langages que nous voulions. Nous nous sommes dit qu'il fallait essayer en ultime tentative, de trouver un industriel en lui amenant le prototype pour lui prouver que ça marchait afin qu'il finance la réalisation d'un deuxième prototype plus « propre » et qu'éventuellement il le commercialise. Là, nous nous sommes trouvés en face de gens qui nous ont demandé si nous avions fait une étude de marché, si nous savions à combien de milliers d'exemplaires nous voulions le faire fabriquer, s'il ne valait pas mieux le faire faire à Taiwan, etc. Autant de questions qui

n'étaient pas notre fort et auxquelles nous ne pouvions répondre.

**— Avez-vous vu des organismes d'Etat ?**

Non, car à chaque fois que nous demandions à des gens la façon dont il fallait présenter l'affaire et auprès de qui, nous n'avons pas obtenu de réponses claires. Les sociétés qui voulaient bien faire financer le micro par des subventions de l'Etat n'ont jamais effectué les démarches nécessaires. Ce qu'elles voulaient, en fait, c'était qu'on leur donne le micro, qu'on travaille pour eux et, éventuellement, le faire fabriquer : elles voulaient récupérer le micro fini, au lieu de nous aider à le faire.

**— Au moment de la réalisation finale du micro, que trouvait-on sur le marché ?**

Ça avait pas mal évolué : on trouvait des machines équivalentes à la nôtre, quelques-unes étaient plus puissantes mais toutes étaient d'origine étrangères. Finalement, nous trois dans notre coin, étions parvenu en même temps que les grosses sociétés à réaliser un appareil concurrentiel.

**— A combien vous est revenu votre prototype ?**

Hormis le temps de travail, qui est difficilement chiffrable, mais que nous estimons à 70 000 francs, en nous payant au SMIG, le prototype nous a coûté 30 000 francs. Tiré en une série moyenne, nous pensons qu'il était raisonnablement vendable pour le prix de 20 000 francs, ce qui en faisait un micro largement concurrentiel, y compris au regard des appareils américains au début 82.

**— Il paraît fort dommage que cette commercialisation n'ait pas eu lieu...**

Bien sûr, nous en parlions, mais nous n'avions ni le temps, ni les dispositions nécessaires pour traîner dans les couloirs des ministères, alors qu'il y a des gens dont c'est le métier et qui sont largement payés pour cela !

**— Et pourquoi ne pas avoir frappé à la porte de grandes sociétés comme la Thomson ?**

C'est un problème différent dans ce cas. Comme notre micro était fabriqué à partir d'un Z 80 et que Thomson avait acheté le microprocesseur 6800 Motorola, nous avons pensé qu'il était inutile d'aller les voir. Il restait Matra qui avait opté pour du

80/86 et là encore nous n'avons pas la bonne unité centrale. En plus, nous voulions garder un certain contrôle sur la fabrication (ce qui paraît normal) et les idées de ces sociétés étaient à notre égard, fort différentes. Nous avons prévu un développement intéressant au niveau du soft

mais les démarches administratives comme le « travail » de relations publiques préalables à la continuation de ce projet nous ont émoussés ; d'autant plus que, pécuniairement parlant, nous commençons à ressentir la nécessité de nous « refaire » un minimum.

— **Au niveau du fantasme, si vous aviez été aux USA, comment pensez-vous que cela se serait passé ?**

Une chose est sûre, on ne nous aurait pas demandé d'écrire un dossier de 3 000 pages pour avoir une subvention... Sans trop jouer sur le mythe, il aurait peut-être suffi que nous posions le prototype sur le bureau d'un responsable pour éveiller sa curiosité, et qu'il dise « Banco ! ».

— **Votre projet a connu une suite...**

Nous avons pensé créer notre propre société pour pouvoir entamer avec plus d'aplomb des démarches jusque là infructueuses. Certains problèmes de personnes se sont posés et nous avons préféré abandonner l'idée, d'autant plus que nous ne nous sentions toujours pas des talents de commerciaux, c'est un autre métier. De toutes les démarches que nous avons effectuées, une seule s'est avérée positive. Le ministère de la Culture, qui avait entendu parler de notre micro, a bien voulu que l'on étudie une adaptation de cette machine à leurs besoins. Ainsi, de cette grosse machine, nous avons réalisé un petit micro dont le prix de revient est inférieur à 15 000 francs.

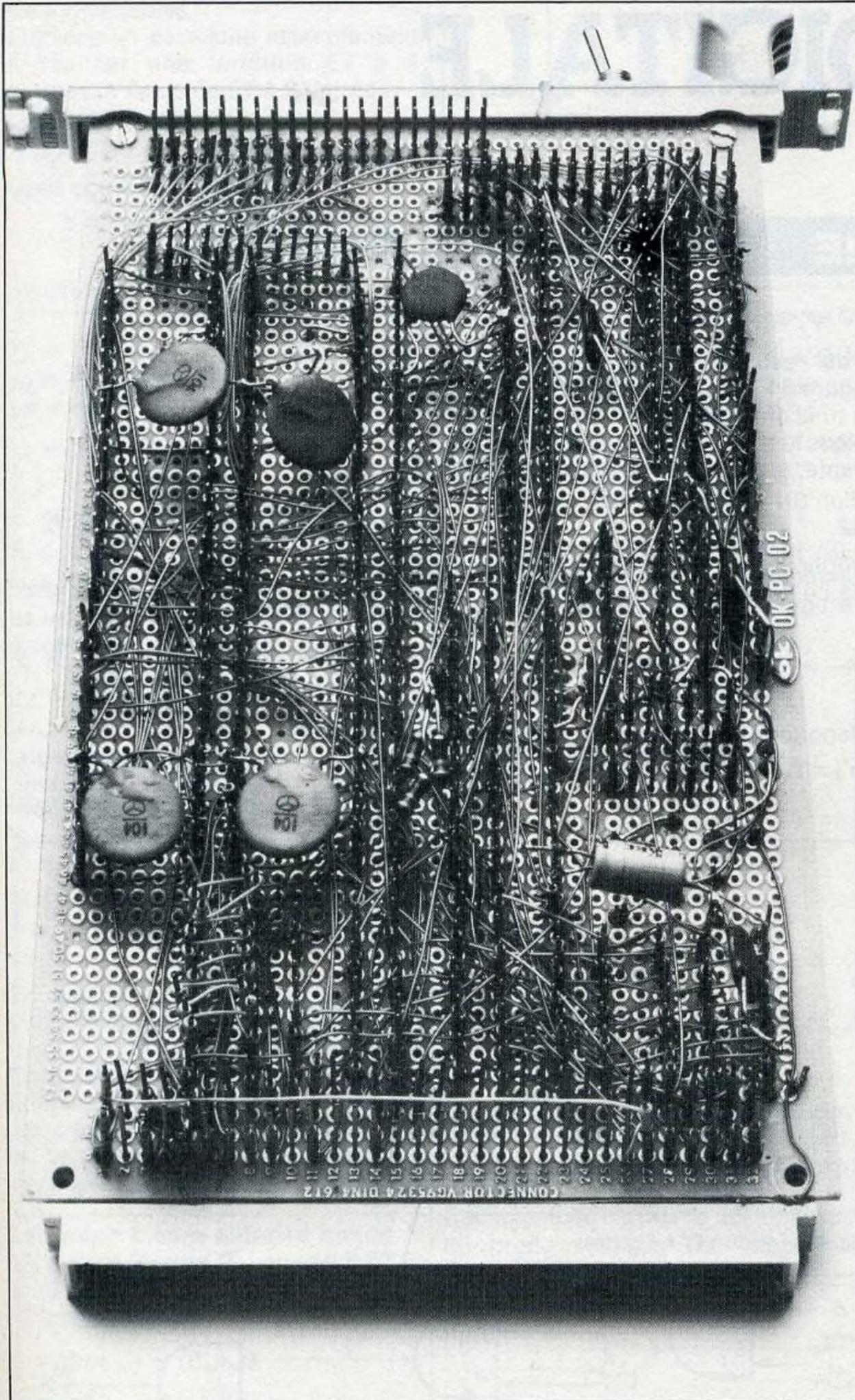
— **Si vous aviez à recommencer cette expérience aujourd'hui, le feriez-vous ?**

C'est très différent désormais à tel point que vu l'évolution de la technologie, ça devient quasiment du « mécano ». Ça ne vaut plus le coup de concevoir un micro du point de vue hard, comme on l'a fait ces dernières années, parce que ça se résume à un assemblage que n'importe qui peut faire avec très peu de formation : tout est intégré, il ne reste plus qu'à mettre les bons composants là où il faut, avec des fils aux bons endroits !

— **L'aventure informatique n'existe-t-elle plus désormais ?**

Elle commence à peine. Aujourd'hui, il faudrait « foncer » sur les 32 bits, ou alors faire du spécifique en petite quantité avec des petits 8 bits... Mais s'il doit se passer des choses intéressantes, ce sera au niveau des puces. A ce niveau de recherche, si les idées ne manquent pas, les moyens risquent de faire plus encore cruellement défaut...

**Propos recueillis  
par Philippe Grange**



L'autre face de la carte de contrôleurs de périphériques lourds en wrapping... Ce n'est que grâce à ce procédé, somme toute archaïque, qu'une telle quantité de fonctions peut être accumulée. En circuit imprimé, il faudrait une surface double.

# COURS D'ELECTRONIQUE DIGITALE

## DEUXIEME PARTIE

## opérateurs de base

### I. INTRODUCTION

Si nous voulons réaliser le circuit logique décrit figure 31, la fonction Dp par exemple (voir Led Micro n° 1), nous rencontrons deux difficultés : les fonctions ET à 3 entrées et OU à 4 entrées, ne figurent pas dans notre panoplie de circuits logiques.

Nous allons montrer et étudier dans ce chapitre comment, à partir des circuits disponibles, de nouvelles fonctions peuvent être réalisées en combinant les circuits existants.

L'étude d'une méthode de simplification (les tables de Karnaugh) nous permettra de réaliser et d'optimiser les circuits logiques que nous aurons à créer.

### II. PROPRIÉTÉS DES FONCTIONS LOGIQUES

#### II.1. Propriétés de la fonction ET

Nous avons défini au paragraphe III.1, l'opérateur ET comme étant le produit logique de  $E_1$  et  $E_2$ .

Nous pouvons écrire que ce produit que nous appellerons « Y » est :

$$Y = E_1 \times E_2 \text{ ou } Y = A \times B$$

en désignant par A et B les entrées  $E_1$  et  $E_2$ . Nous utiliserons cette deuxième écriture qui est plus simple et, qui de plus, est couramment employée par les constructeurs dans leur catalogue.

Ainsi les quatre sorties  $Y_1$ ,  $Y_2$ ,  $Y_3$  et  $Y_4$  du SN 7408, sont telles que :

$$Y_1 = A_1 \times B_1; Y_2 = A_2 \times B_2;$$

$$Y_3 = A_3 \times B_3; Y_4 = A_4 \times B_4$$

Pour satisfaire le problème de la figure 31, nous avons besoin d'un ET à trois entrées.

Nous le réaliserons de la manière suivante, à l'aide de deux circuits ET et d'un SN 7408 (quadruple - ET), figure 42.

Vérifions, en établissant la fonction de ce nouveau circuit :

$$Y_2 = A_2 \cdot B_2 = Y_1 \times C$$

et

$$Y_1 = A_1 \times B_1 = A \times B$$

Reportons  $Y_1$  dans  $Y_2$ , on obtient :

$$Y_2 = Y_1 \times C = A_1 \times B_1 \times C = A \times B \times C$$

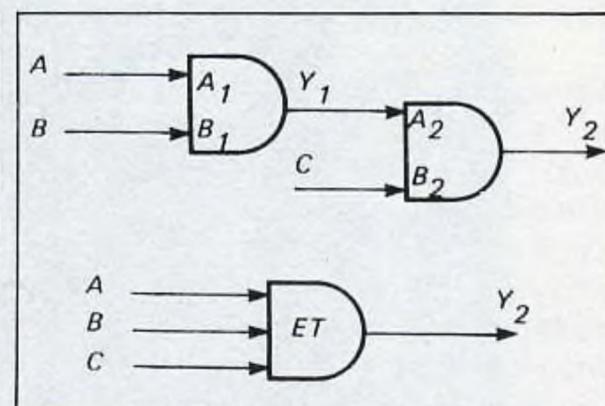


Fig. 42 : Fonction ET à 3 entrées.

Nous obtenons ainsi un ET à 3 entrées (A, B et C).

#### Conclusion :

Dans un produit logique de plusieurs variables  $Y_2 = A \times B \times C$  par exemple, 2 entrées (A et B) peuvent être

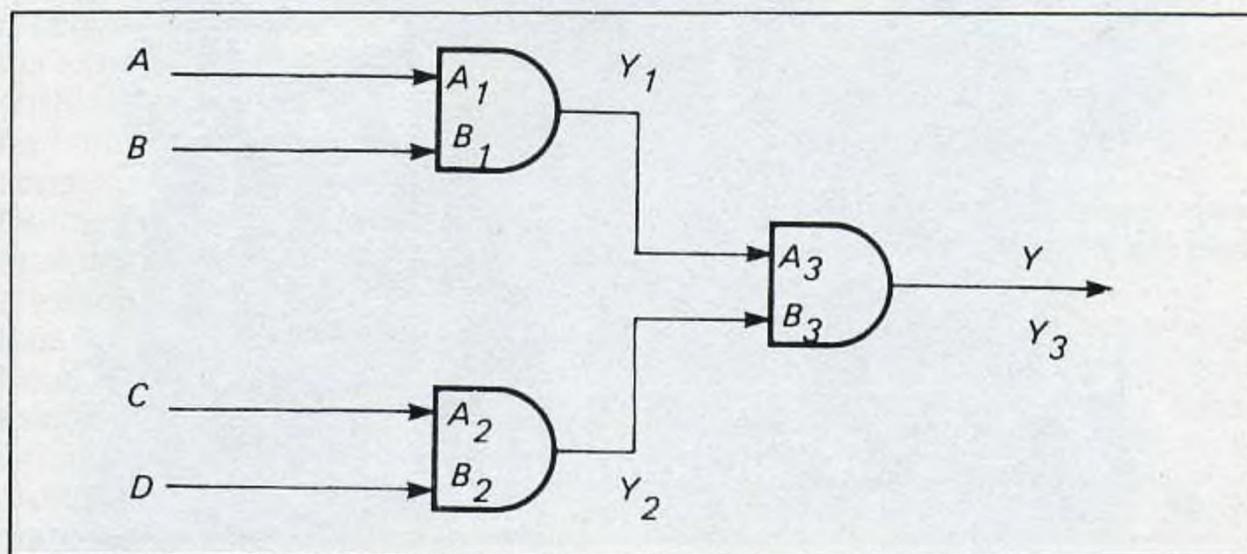


Fig. 43 : Fonction ET à 4 entrées.

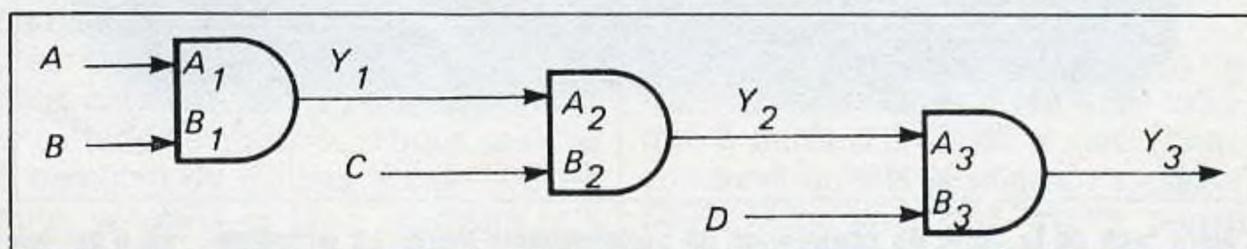


Fig. 44 : Fonction ET à 4 entrées (2<sup>e</sup> représentation).

remplacées par une autre variable ( $Y_1$ ) représentant le produit de A et B. D'où d'une manière plus générale : Le produit logique est dit associatif, c'est-à-dire que dans un produit logique 2 (ou plusieurs) variables peuvent être remplacées par une autre variable, produit des deux (ou plusieurs) variables.

Etudions un deuxième exemple. Soit à réaliser une fonction ET à 4 entrées, à l'aide de ET à 2 entrées. La fonction à réaliser s'écrit :

$$Y = A \times B \times C \times D = (A \times B) \times (C \times D)$$

Nous pouvons écrire que :

$$Y = Y_1 \times Y_2 \text{ avec } Y_1 = A \times B$$

$$Y_2 = C \times D$$

d'où le circuit (figure 43).

$$Y_1 = A \times B$$

$$Y_2 = C \times D$$

et

$$Y_3 = A_3 \times B_3$$

$$Y = Y_1 \times Y_2$$

$$= (A \times B) \times (C \times D)$$

$$Y = A \times B \times C \times D$$

**Nota :**

La même fonction peut être réalisée d'une manière différente (figure 44).

$$Y_3 = Y_2 \times D \text{ et } Y_1 = A \times B$$

$$\text{d'où } Y_2 = A \times B \times C$$

$$\text{et } Y_3 = A \times B \times C \times D$$

Quand nous écrivons :

$$Y = A \times B, \text{ on peut aussi écrire}$$

$$Y = B \times A$$

et d'une manière plus générale :

$$Y = A \times B \times C = B \times A \times C = C \times A \times B \text{ etc...}$$

Le résultat ne change pas quand on permute l'ordre des variables : le produit est dit commutatif.

Considérons le circuit représenté par la figure 45.

Nous avons deux interrupteurs A et B en parallèle (fonction OU) placés en série avec un interrupteur C (fonction ET).

**La lampe L sera allumée quand A ET C sont fermés OU quand B ET C sont fermés,** ce qui se traduit par l'équation logique :

$$L = (A \times C) + (B \times C) \quad (1)$$

$$\underbrace{\text{ET}}_{\text{OU}} \text{ET}$$

On peut aussi écrire que :

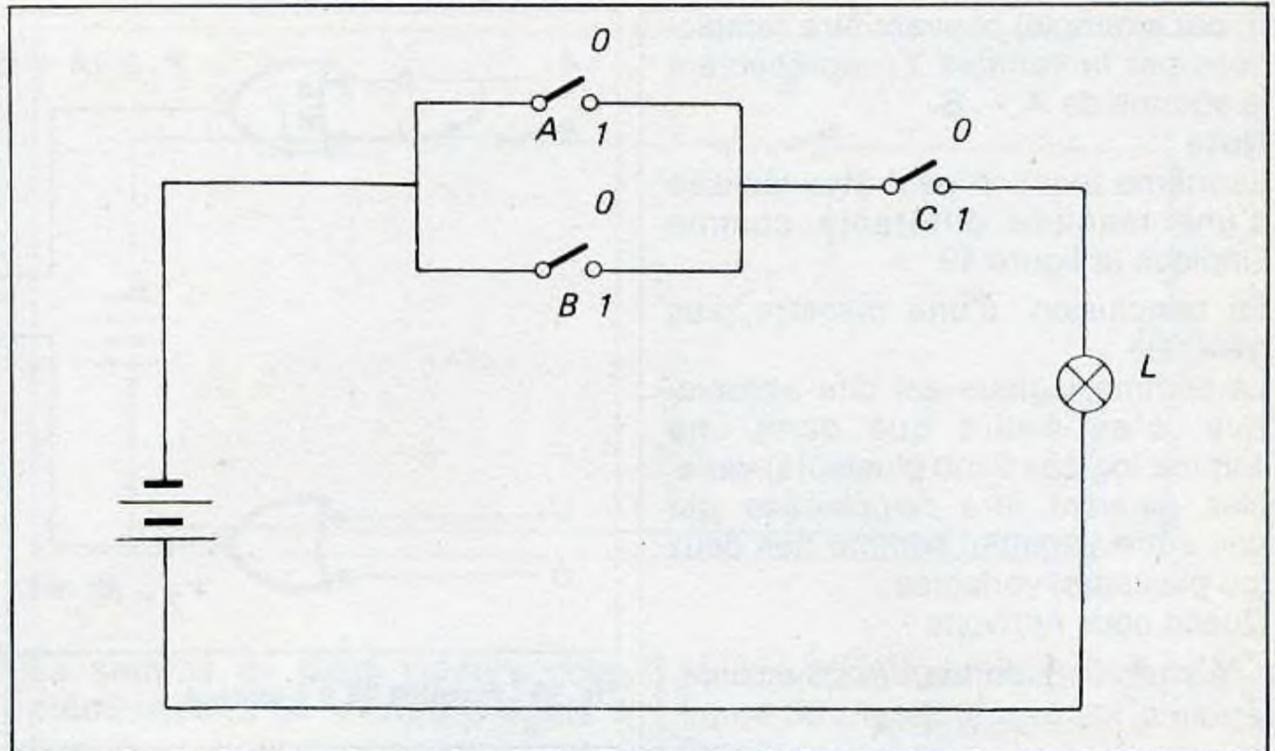


Fig 45 : L'ordre de fermeture ne change pas le résultat.

La lampe L sera allumée quand **A OU B est fermé ET C fermé**, ce qui se traduit par l'équation logique :

$$L = (A + B) \times C \quad (2)$$

$$\underbrace{\text{OU}}_{\text{ET}}$$

En suivant les équations (1) et (2), nous obtenons les deux schémas logiques représentés par les figure 46 et 47.

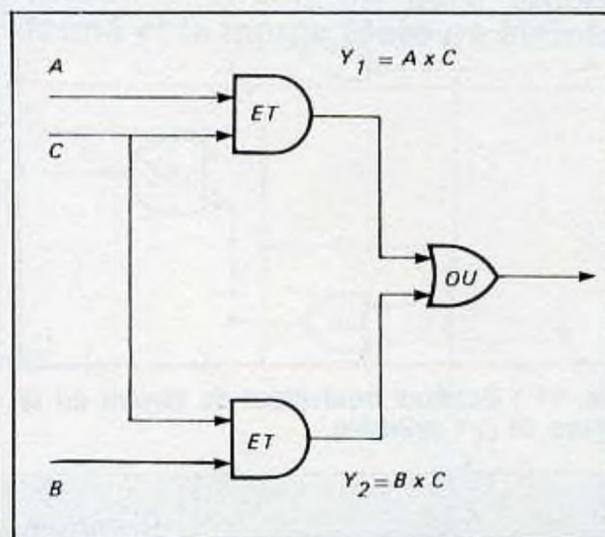


Fig. 46 : Schéma équivalent à (1).

La deuxième solution est plus simple : elle n'utilise que 2/4 de circuits, tandis que la première solution nécessite 3/4 de circuits.

Cet exemple illustre la distributivité du produit logique par rapport à

l'addition logique, ce qui se traduit par :

$$Y = (A \times C) + (B \times C) = (A + B) \times C$$

## II.2. Propriétés de la fonction OU

La fonction logique OU jouit des mêmes propriétés que la fonction ET. Pour réaliser la fonction OU à 4 entrées, utilisée dans le circuit de la figure 31, nous allons procéder d'une manière analogue à celle du ET à 4 entrées (fig. 48).

$$Y_3 = Y_2 + D$$

$$\text{avec } Y_2 = Y_1 + C$$

$$\text{et } Y_1 = A + B$$

$$\text{donc } Y_2 = (A + B) + C$$

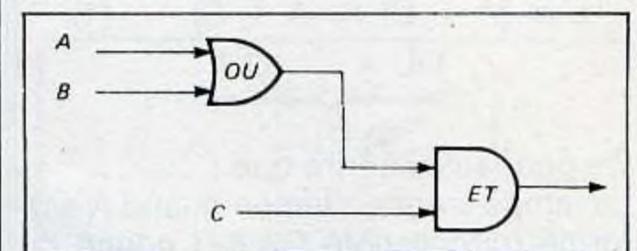


Fig. 47 : Schéma équivalent à (2).

$$\text{et } Y_3 = Y_2 + D$$

$$= [(A + B) + C] + D$$

$$= A + B + C + D$$

Dans une somme logique de plusieurs variables, deux variables (A +

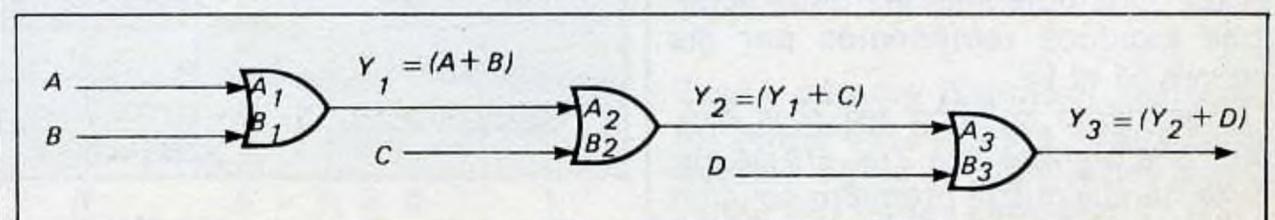


Fig. 48

B, par exemple) peuvent être remplacées par la variable  $Y_1$  représentant la somme de  $A + B$ .

**Nota :**

La même fonction peut être réalisée d'une manière différente comme l'indique la figure 49.

En conclusion, d'une manière plus générale :

La somme logique est dite associative, c'est-à-dire que dans une somme logique 2 (ou plusieurs) variables peuvent être remplacées par une autre variable, somme des deux (ou plusieurs) variables.

Quand nous écrivons :

$Y = A + B$ , on peut aussi écrire

$$Y = B + A$$

et d'une manière plus générale :

$$\begin{aligned} Y &= A + B + C + D \\ &= B + A + C + D \\ &= B + D + A + C = \text{etc...} \end{aligned}$$

Le résultat ne change pas quand on permute l'ordre des variables : la somme logique est dite commutative. Considérons le circuit représenté par la figure 50.

Nous avons deux groupes d'interrupteurs : groupe 1 avec A et B puis groupe 2 avec A et C, ces deux groupes sont placés en série avec une lampe L. (L'interrupteur A est un interrupteur double). La lampe L sera allumée quand **A ou B sera fermé** (premier groupe) **ET A ou C fermé** dans le second groupe. Ce qui se traduit par l'équation logique.

$$L = \underbrace{(A + B)}_{\text{OU}} \times \underbrace{(A + C)}_{\text{OU}} \quad (1)$$

ET

On peut aussi écrire que :

La lampe L sera allumée quand A est fermé (circuit noté  $C_1$ ) OU quand le circuit  $C_2$  est fermé, c'est-à-dire B ET C fermé. Cela se traduit par l'équation logique suivante :

$$L = A + \underbrace{(B \times C)}_{\text{ET}} \quad (2)$$

OU

En suivant les équations logiques (1) et (2) nous obtenons les deux schémas logiques représentés par les figures 51 et 52.

La deuxième solution est plus simple : elle n'utilise que  $2 \times 1/4$  de circuits, tandis que la première solution nécessite  $3 \times 1/4$  de circuits.

Cet exemple illustre la distributivité

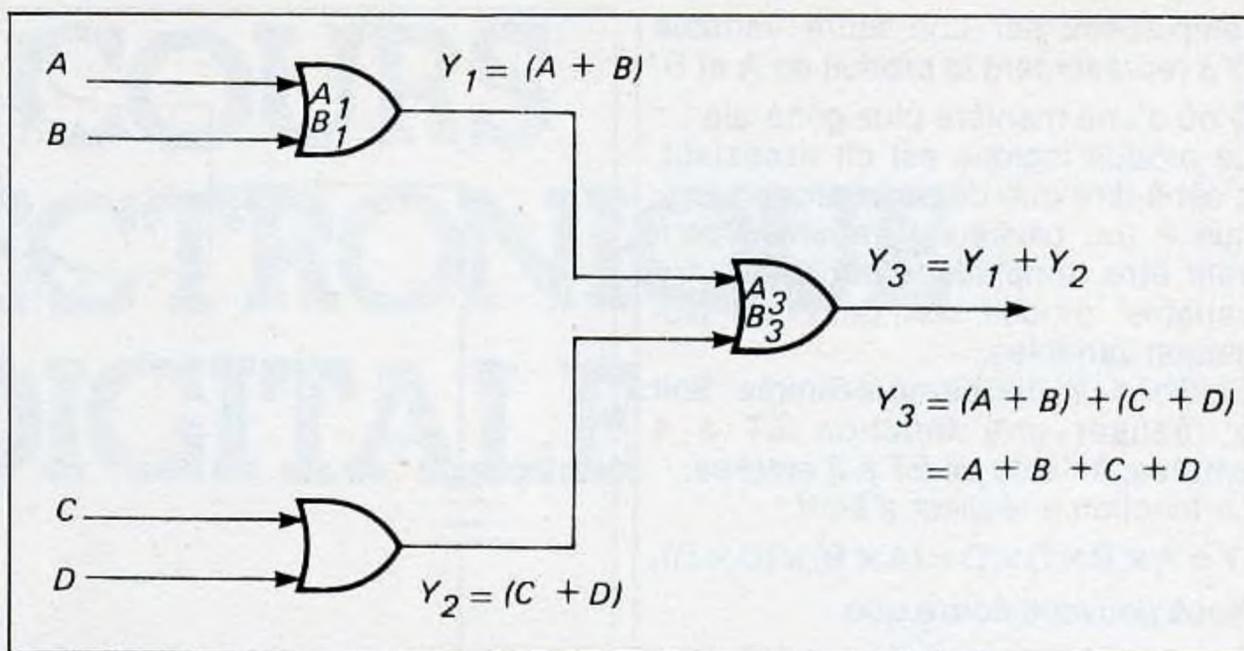


Fig. 49 : Fonction OU à 4 entrées.

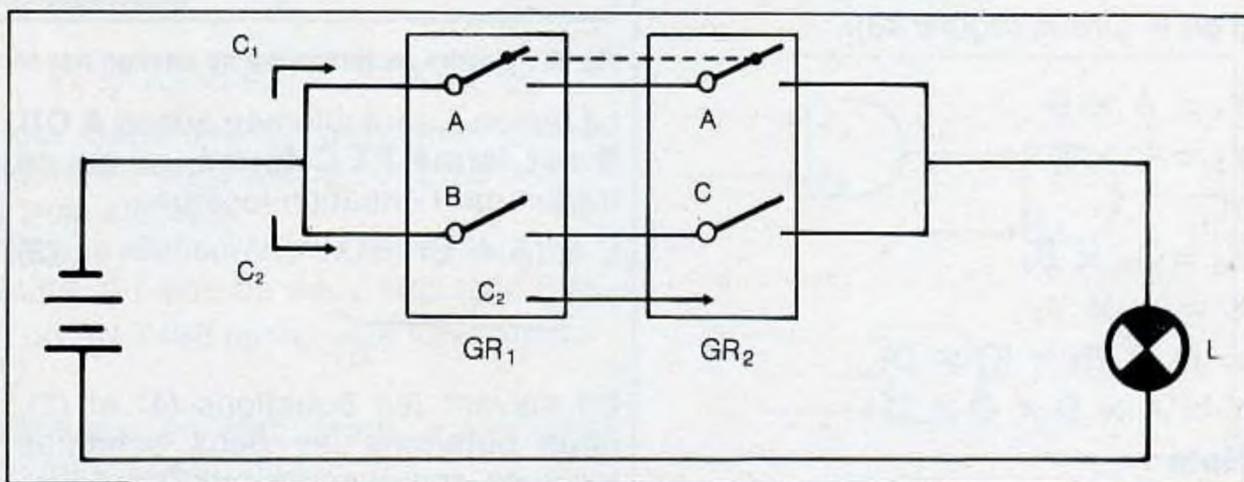


Fig. 50

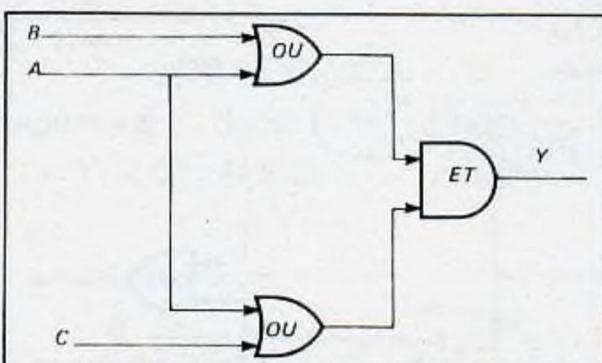


Fig. 51 : Schéma équivalent du circuit de la figure 50 (1<sup>re</sup> solution).

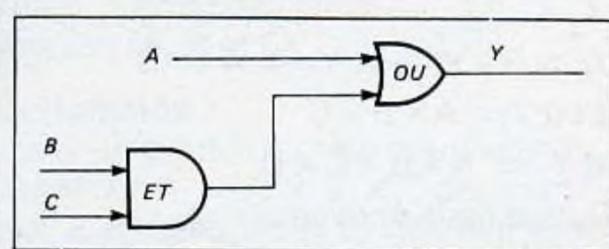


Fig. 52 : Schéma équivalent du circuit de la figure 50 (2<sup>e</sup> solution).

de la somme logique par rapport au produit logique, ce qui se traduit par

VARIABLES			Sommes partielles (équation 1)		Produit partiel (équation 2) $B \times C$	Résultat des équations	
A	B	C	$A + B$	$A + C$		(1) $(A + B) \times (A + C)$	(2) $A + (B \times C)$
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	1	1
0	1	0	1	0	0	0	0
1	1	0	1	1	0	1	1
0	0	1	0	1	0	0	0
1	0	1	1	1	0	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1

$(A + B) \times (A + C) =$  ↑  
 $A + (B \times C) =$  ↑

Fig. 53

$$Y = (A + B) \times (A + C) = A + (B \times C)$$

Nous avons établi cette dernière égalité entre les deux équations à l'aide du schéma de la figure 50. Cette méthode n'est pas toujours possible, c'est pourquoi nous allons établir cette égalité, d'une manière plus générale, en établissant la table de vérité pour chaque équation. Comme le montre la figure 53, les deux dernières colonnes donnant les résultats de l'équation (1) et (2) sont bien identiques.

### III. IDENTITES REMARQUABLES

Avant d'entreprendre la simplification des circuits logiques, nous allons étudier quelques cas particuliers, encore dénommés identités remarquables que nous utiliserons assez fréquemment.

Soit le circuit de la figure 54 qui comporte deux interrupteurs, commandés simultanément, et dont la fonction de chacun est l'inverse de l'autre (fonctions complémentaires). En réalité, il s'agit d'un inverseur deux positions.

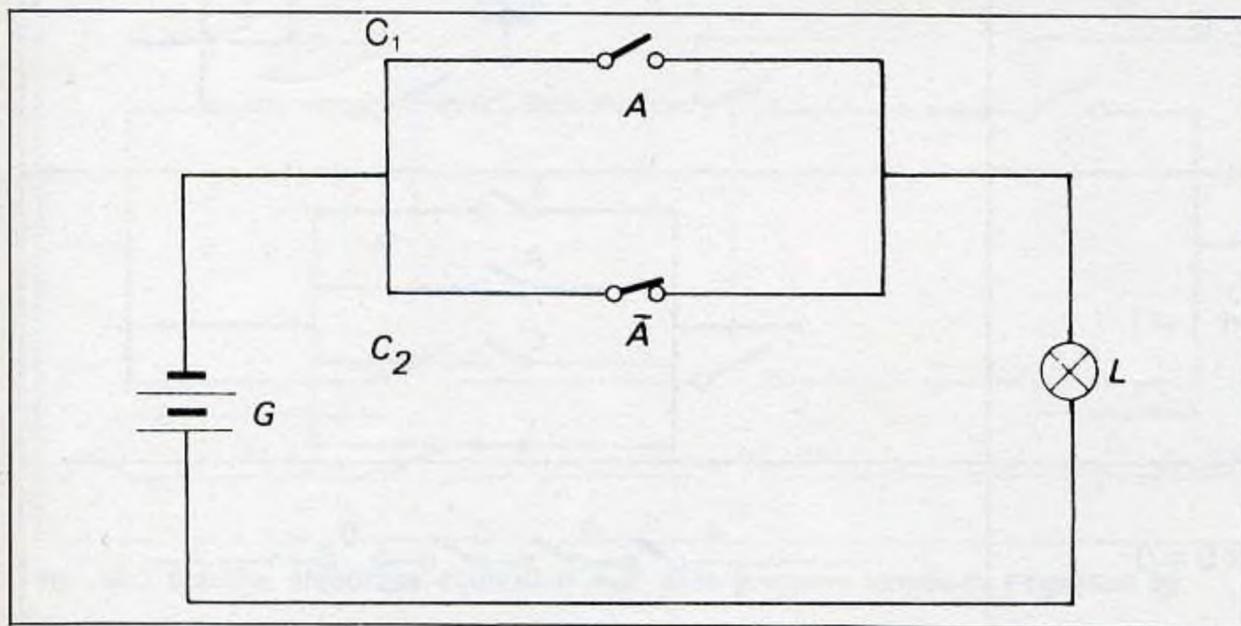


Fig. 54

L'équation logique est :

$$L = A + \bar{A}$$

Si  $A = 0$ , le circuit  $C_1$  est ouvert mais  $C_2$  est fermé puisque  $\bar{A} = 1$ .

Si  $A = 1$ , le circuit  $C_1$  est fermé tandis que  $C_2$  est ouvert  $\bar{A} = 0$ ; **dans tous les cas L est allumée donc :**

$$L = A + \bar{A} = 1$$

ou

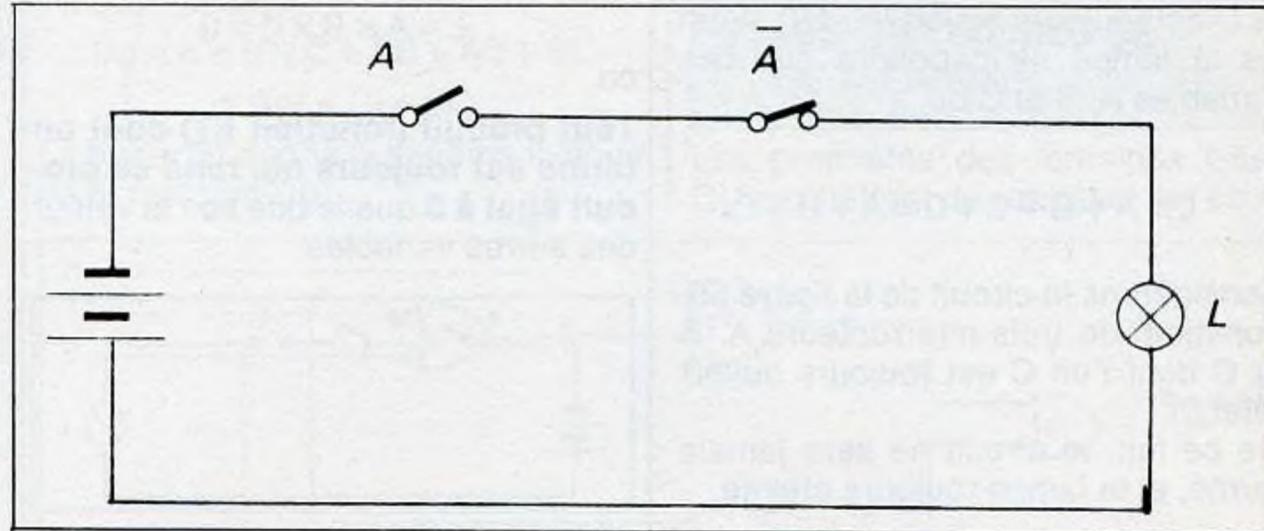


Fig. 55

**La somme de deux valeurs complémentaires ( $A + \bar{A}$ ) est égale à l'unité.**

$$A + \bar{A} = 1$$

Soit le circuit de la figure 55 comportant deux interrupteurs en série A et  $\bar{A}$  (comme précédemment il s'agit d'un inverseur : 1 commande 2 positions).

L'équation logique est :

$$L = A \times \bar{A} \text{ (montage en série)}$$

Etant donné que les interrupteurs sont complémentaires, quand l'un est ouvert l'autre est fermé, et vice versa, le circuit **ne sera jamais fermé et la lampe toujours éteinte,**

ter l'inverseur comme indiqué sur la figure 56 : le circuit ne peut jamais se fermer.

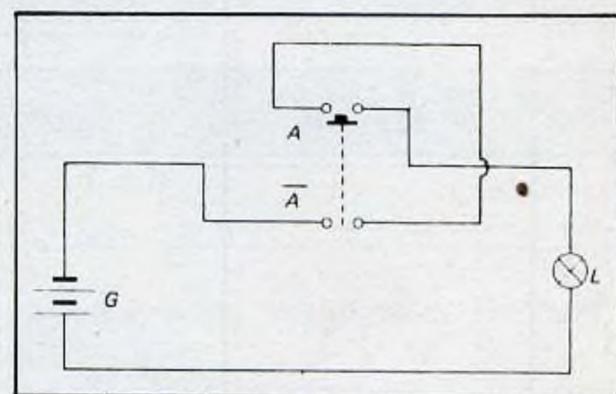


Fig. 56 : Equivalence électrique de  $A \times \bar{A}$ .

Considérons le circuit de la figure 57, constitué de quatre interrupteurs, A, B, C et D, dont l'un D est toujours fermé (état 1).

De ce fait, le circuit est toujours fermé au moins par D, et cela quel que soit l'état de A, B et C, la lampe sera allumée.

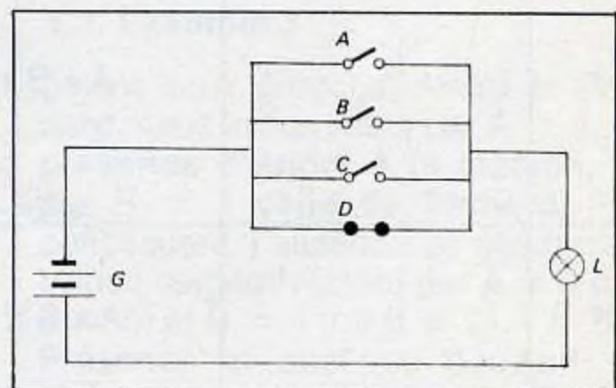


Fig. 57

L'équation logique est :

$$L = A + B + C + 1 = 1$$

ou

**Toute somme (fonction OU) dont un terme est toujours 1 rend cette somme égale à 1** quelle que soit la valeur des autres variables.

ou

$$L = A + B + C + 1 = 1$$

**donc :**

$$A \times \bar{A} = 0$$

ou

**Le produit de deux valeurs complémentaires ( $A \times \bar{A}$ ) est toujours égal à zéro.**

$$A \times \bar{A} = 0$$

**Nota :**

Electriquement, cela revient à mon-

Si D est toujours ouvert (état 0), l'état de la lampe ne dépendra que des variables A, B et C ou

ou  
 $L = A + B + C + 0 = A + B + C.$

Considérons le circuit de la figure 58, constitué de trois interrupteurs A, B et C dont l'un C est toujours ouvert (état 0).

De ce fait, le circuit ne sera jamais fermé, et la lampe toujours éteinte.

L'équation logique est :

$$L = A \times B \times 0 = 0$$

ou

**Tout produit (fonction ET) dont un terme est toujours nul rend ce produit égal à 0** quelle que soit la valeur des autres variables.

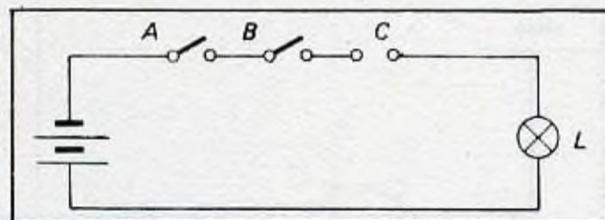


Fig. 58

ou

$$L = A \times B \times C \times D \times 0 = 0$$

Supposons maintenant que C soit toujours fermé (état 1), l'état de la lampe ne dépendra que des deux autres variables A et B.

ou

$$L = A \times B \times 1 = A \times B$$

Nous allons résumer dans le tableau ci-après :

- les propriétés de la fonction ET et la fonction OU
- les identités remarquables.

*	Propriété 1	Fonction ET	$(A \times C) + (B \times C) = (A + B) \times C$
	Propriété 2	Fonction OU	$(A + B) \times (A + C) = A + (B \times C)$

*	Identité	Equation logique	Circuit électrique équivalent
+	$I_3$	$A + \bar{A} = 1$	
x	$I_4$	$A \times \bar{A} = 0$	
+ 1	$I_5$	$A + B + C + 1 = 1$	
x 0	$I_6$	$A \times B \times C \times 0 = 0$	
+ 0	$I_7$	$A + B + C + 0 = A + B + C$	
x 1	$I_8$	$A \times B \times C \times 1 = A \times B \times C$	

Fig. 59

## IV. EXEMPLE

Nous allons mettre en application ce que nous venons d'étudier, pour simplifier le circuit de la figure 31 représentant la fonction Dp.

Pour plus de commodité, nous désignerons les trois interrupteurs S<sub>31</sub>, S<sub>32</sub> et S<sub>33</sub> par les variables A, B et C. L'équation logique de la fonction Dp (déverrouillage de la porte) est :

$$Dp = A \times B \times C + A \times B + A \times C + B \times C$$

En appliquant la propriété P<sub>1</sub> aux deux premiers termes on a :

$$(A \times B) \times C + (A \times B) = (A \times B) \times (C + 1)$$

Comme C + 1 = 1 (I<sub>5</sub>)

On a :

$$(A \times B) \times (C + 1) =$$

(A × B) × 1 = (A × B) (I<sub>8</sub>)

Donc les deux premiers termes se réduisent à :

$$(A \times B \times C) + (A \times B) = (A \times B)$$

On peut effectivement vérifier qu'électriquement cette équation est exacte à partir du schéma de la figure 60 dont l'équation est :

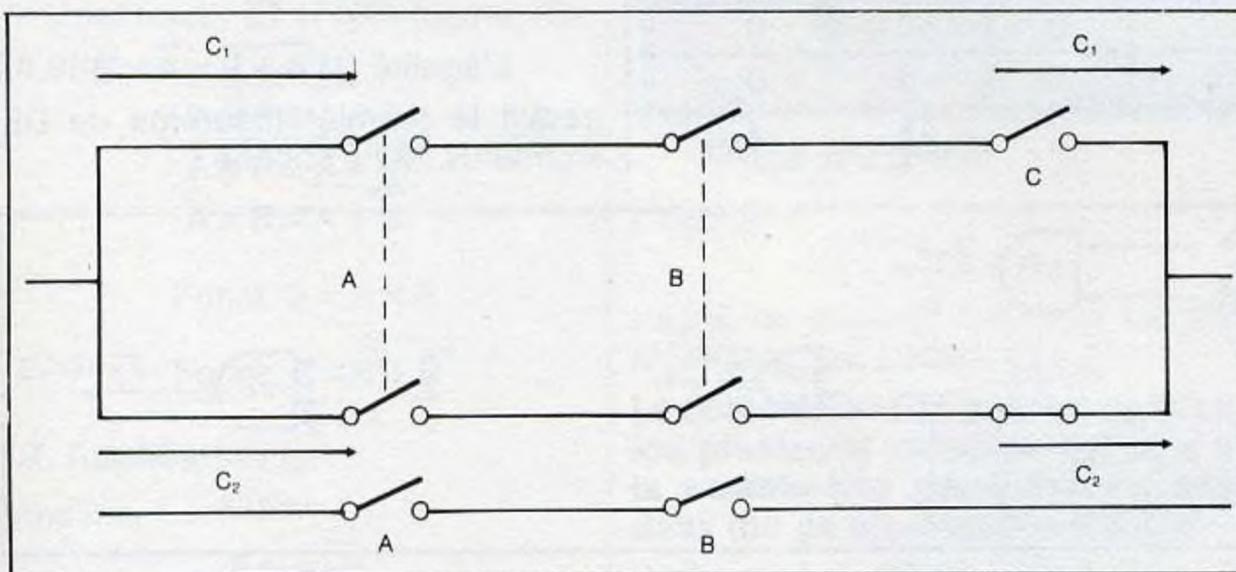


Fig. 60 : Schéma électrique équivalent aux deux premiers termes de l'équation Dp.

$$A \times B \times C \text{ (circuit } C_1) \\ + A \times B \text{ (circuit } C_2) \\ = A \times B \text{ (circuit équivalent)}$$

Donc Dp devient

$$Dp = AB + AC + BC$$

En utilisant à nouveau P<sub>1</sub> pour les deux premiers termes, on obtient :

$$AB + AC = A(B + C)$$

d'où :

$$Dp = A(B + C) + BC$$

En conclusion :

$$Dp = A \times B \times C + AB + AC + BC \\ = A(B + C) + BC$$

La figure 61 donne le schéma logique de la fonction Dp

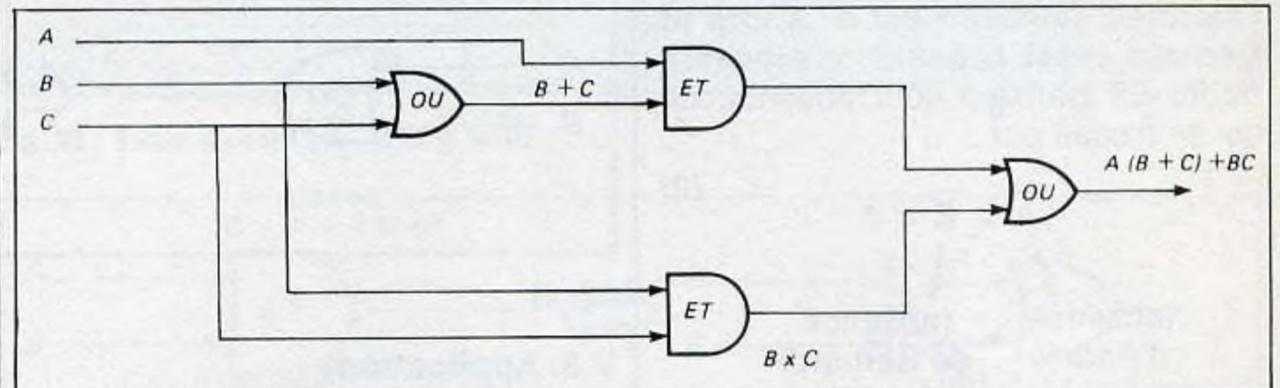


Fig. 61 : Circuit équivalent à la fonction Dp.

	PRESENCE		ABSENCE
A = 1 ou A = 0	Présence d'André	$\bar{A} = 1$ ou A = 0	Absence d'André
B = 1 ou B = 0	Présence de Bernard	$\bar{B} = 1$ ou B = 0	Absence de Bernard

Fig. 62

## V. LES THEOREMES DE DE MORGAN

Les propriétés des fonctions ET et OU permettent de simplifier les équations

et les circuits logiques. Nous allons maintenant montrer comment les circuits comportant des fonctions ET et OU peuvent être simplifiés par l'application des deux théorèmes de DE MORGAN.

### V.1. Exemple 1

Soient deux garçons, André et Bernard, nous indiquerons par A = 1, la **présence d'André à la maison**, et par B = 1 **celle de Bernard**. Par conséquent, l'absence de chacun se traduit respectivement par  $\bar{A} = 1$  (ou A = 0) et  $\bar{B} = 1$  (ou B = 0). Présence et absence peuvent se résumer dans le tableau suivant : (fig. 62).

L'équation A + B = 1, traduit selon nos conventions qu'André (A) OU Bernard (B) est présent à la maison. L'un OU l'autre au moins est présent, puisque 1 + 0 = 1 ou 0 + 1 = 1).

Nous allons écrire la **phrase inverse** de deux manières différentes ; nous pouvons dire d'ores et déjà qu'il s'agit de deux représentations d'une situation identique :

Nous utilisons après simplification 2 × 1/4 7408 (ET) et 2 × 1/4 7432 (OU). A titre de comparaison, pour réaliser la fonction Dp sans simplification, le circuit aurait nécessité 3 × 1/4 7408 et 5 × 1/4 7432. Nous avons ainsi réduit de 50 % le nombre de fonctions à utiliser !... d'où une simplification dans la réalisation du câblage, une fiabilité accrue puisqu'il y a deux fois moins de composants et un coût réduit.

a) L'équation inverse de  $A + B = 1$  est (inverse) de  $A + B = 1$   
 $\overline{A+B} = 1$  (1)

b) La situation inverse de « l'un ou l'autre est présent » est **ni André ni Bernard n'est présent**, c'est-à-dire André ET Bernard sont absents, ce qui se traduit par :

$$\overline{A} \times \overline{B} = 1 \quad (2)$$

(absence d'André)      (absence de Bernard)

Les deux propositions sont équivalentes puisqu'elles traduisent le fait qu'il n'y a aucun des deux à la maison, on peut donc écrire que :

$$(1) \quad \overline{A+B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$$

Vérifions cette égalité en établissant la table de vérité dans le cas de deux variables (fig. 63)

A	B	A+B	(1) $\overline{A+B}$	$\overline{A}$	$\overline{B}$	(2) $\overline{A} \cdot \overline{B}$	(1) $\overline{A+B}$
0	0	0	1	1	1	1	1
0	1	1	0	1	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	1	0	0

Fig. 63 : Table de vérité  $\overline{A+B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$ .

### V.2. Circuits « logiques » équivalents

Par application de l'égalité (1) on peut déduire un circuit équivalent pour :

- L'opérateur OU (7402) (figure 64)

$$\text{Fonct. } S = \overline{A+B}$$

$$S = \overline{A} \times \overline{B}$$

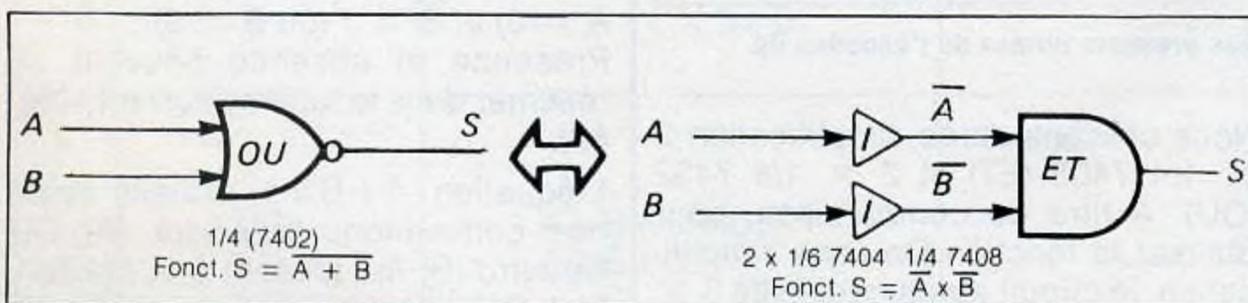


Fig. 64

- L'opérateur OU (7432) (figure 65)

En effet :

$$\overline{\overline{A+B}} = \overline{\overline{A} \cdot \overline{B}}$$

$$\overline{A+B} = \overline{\overline{A} \cdot \overline{B}}$$

$$A+B = \overline{\overline{A+B}}$$

$$\text{Fonct. } S = A+B$$

$$S = \overline{\overline{A} \cdot \overline{B}}$$

$$\overline{F} = \overline{u+v} = (\overline{u}) \times (\overline{v}) = u \times v$$

$$\text{ou } \overline{F} = u \times v = A \times B \times C \times D$$

$$\text{et } F = \overline{(\overline{F})} = \overline{A \times B \times C \times D}$$

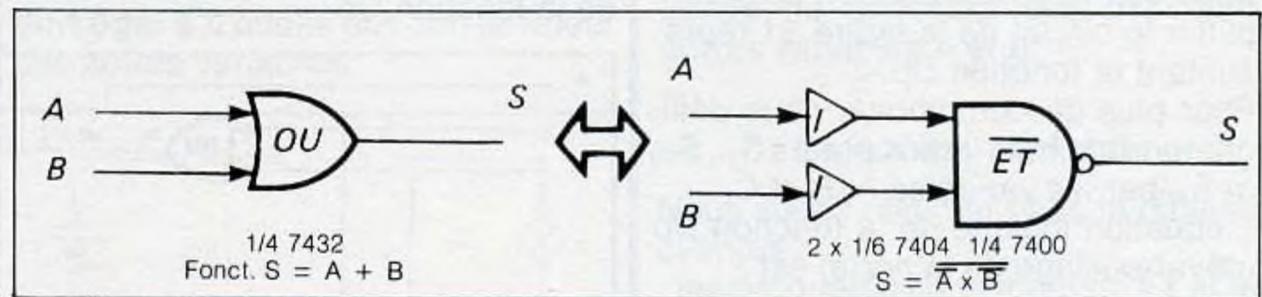


Fig. 65

### V.3. Applications

Soit à réaliser la fonction :

$$F = \overline{A \times B} + \overline{C \times D}$$

qui peut se réaliser à l'aide de deux circuits ET (2 x 1/4 7400) et un opérateur OU (1 x 1/4 7432).

Le schéma est celui de la figure 66. Désignons maintenant par u le produit  $A \times B$ , v le produit  $C \times D$ , la fonction F s'écrit :

La fonction  $F = \overline{A \times B} + \overline{C \times D}$  peut être remplacée par :

$$F = \overline{A \times B \times C \times D}$$

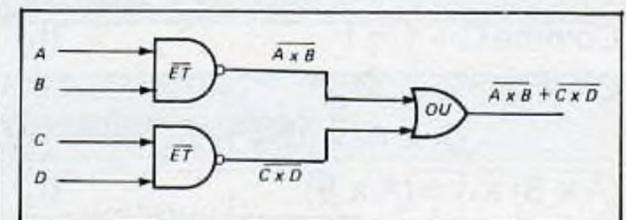


Fig. 66

c'est-à-dire un circuit ET à 4 entrées donc 1/2 7420 comme l'indique la figure 67.

### V.4. Énoncé du premier théorème de DE MORGAN

$$\overline{\overline{A+B}} = \overline{\overline{A} \cdot \overline{B}}$$

traduit le premier théorème de DE MORGAN, qui s'énonce :

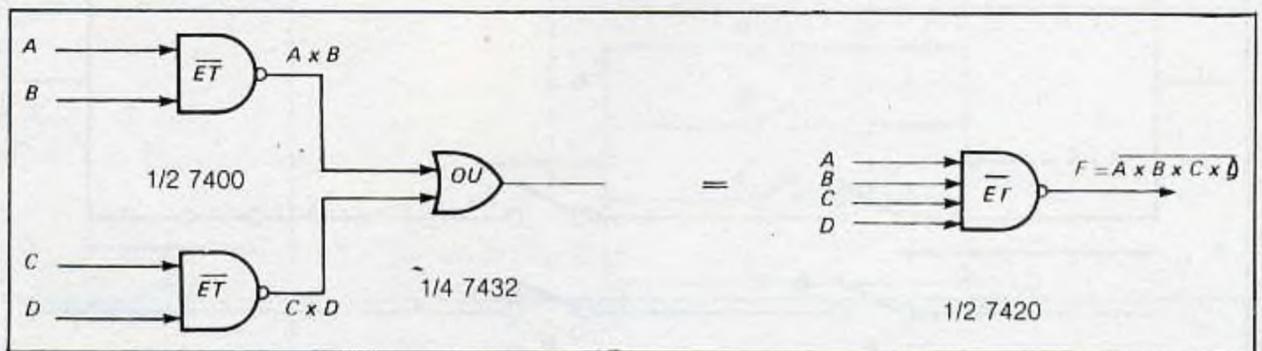


Fig. 67

**Le complément de la somme de deux (ou plusieurs) variables est égal au produit des compléments des deux (ou des plusieurs) variables.**

D'où en généralisant l'égalité (1) :

$$\overline{\overline{A+B+C+D+\dots}}$$

$$= \overline{\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} \cdot \dots}$$

### V.5. Exemple 2

Reprenons les mêmes conventions que dans l'exemple 1(V-1), et étudions l'égalité :  $A \times B = 1$ .

$$F = \overline{\overline{A \times B} + \overline{C \times D}} = \overline{u+v}$$

$$\text{et } F = \overline{u+v}$$

Et appliquant l'égalité (1), on a :

Elle traduit qu'André ET Bernard sont **simultanément** à la maison. La proposition inverse, qui se traduit par l'égalité  $A \times B = 1$ , indique qu'André ET Bernard (x) ne sont pas ( $\overline{\quad}$ ) **simultanément** (l'un ET l'autre) à la maison, parce qu'André OU Bernard (ou les deux) est absent, ce qui se note :  $\overline{A + B} = 1$ .

Les deux égalités  $\overline{A \cdot B} = 1$  et  $A + B = 1$ , représentant une seule et même proposition, elles sont identiques et nous obtenons l'égalité II.

(II)  $\overline{A \times B} = A + B$

Vérifions cette seconde égalité en établissant la table de vérité dans le cas de deux variables A et B (fig. 68).

### V.6. Circuits « logiques » équivalents

Par l'application de l'égalité II, on peut déduire un circuit équivalent pour :

- L'opérateur  $\overline{ET}$  (7400) (figure 69)

Fonct.  $S = \overline{A \cdot B}$

Fonct.  $S = \overline{A + B}$

— L'opérateur ET (7408) (figure 70).

En effet :

$$\overline{A \times B} = \overline{A + B}$$

$$\overline{A \times B} = \overline{\overline{A + B}}$$

$$A \times B = A + B$$

Fonct.  $S = A \times B$

Fonct.  $S = \overline{\overline{A + B}}$

### V.7. Application

Simplifier :

$$F = \overline{\overline{a} \cdot \overline{ab}}$$

En employant les différentes règles étudiées, nous allons simplifier la fonction :

$$F = \overline{\overline{a} \cdot \overline{ab}}$$

En appliquant l'égalité II, on peut écrire que :

$$\overline{ab} = \overline{a + b} = a + \overline{b}$$

d'où la fonction F devient

$$F = \overline{a(a + \overline{b})}$$

$$= \overline{aa + a\overline{b}}$$

$$\text{or } \overline{aa} = 0$$

$$F = \overline{a\overline{b}}$$

A	B	$A \times B$	$\overline{A \times B}$	$\overline{A}$	$\overline{B}$	$\overline{A + B}$	$\overline{A \times B}$
0	0	0	1	1	1	1	0
0	1	0	1	1	0	1	0
1	1	1	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	1	1	0

Fig. 68 : Table de vérité  $\overline{A \cdot B} = \overline{A + B}$ .

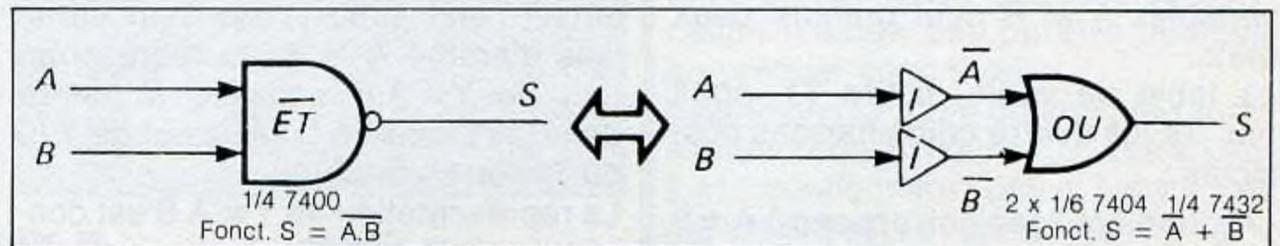


Fig. 69

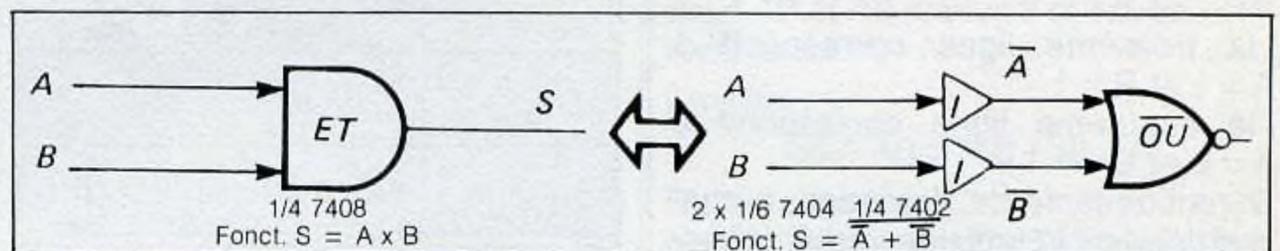


Fig. 70

En appliquant à nouveau l'égalité II, on a :

$$F = \overline{\overline{a \times b}} = \overline{\overline{a + b}} = a + b$$

donc

$$F = \overline{\overline{a \cdot \overline{ab}}} = a + b$$

### V.8. Énoncé du deuxième théorème de DE MORGAN

L'égalité II,  $\overline{A \times B} = \overline{A + B}$

traduit le second théorème de DE MORGAN, qui s'énonce :

**Le complément du produit de deux (ou plusieurs) variables est égal à la somme des compléments des deux (ou de plusieurs) variables.**

D'où en généralisant l'égalité II :

$$\overline{A \times B \times C \times \dots} = \overline{A} + \overline{B} + \overline{C} + \dots$$

1ère ligne →  
2ème ligne →  
3ème ligne →  
4ème ligne →

A	B	$\overline{B}$	$Y = A \times \overline{B}$	Y
0	0	1	$0 \times 1$	0
1	0	1	$1 \times 1$	1
1	1	0	$1 \times 0$	0
0	1	0	$0 \times 0$	0

Fig. 71

## VI. LES TABLES DE KARNAUGH

### VI.1. Introduction

Le but essentiel de ce cours est de familiariser le lecteur avec l'emploi des circuits logiques. Avant de réaliser un schéma, il faut toujours **essayer de le simplifier.**

Nous venons de voir quelques règles, relativement simples et dans la suite nous étudierons une **méthode graphique** particulièrement efficace.

Pour étudier une fonction, par exemple  $Y = A \cdot \overline{B}$ , nous avons établi une table de vérité. Celle-ci représentée figure 71, donne la valeur de Y (0 ou 1) en fonction de l'état 0 ou 1 des deux variables d'entrée A et B.

La table de Karnaugh est une autre représentation « graphique » d'une

fonction logique. Elle est plus « parlante » qu'une table de vérité et permet la simplification des fonctions.

## VI.2. Représentation d'une fonction de deux variables

Dans le cas d'une fonction de deux variables, par exemple  $Y = A \cdot B$ , nous avons quatre cas possibles ( $2^2 = 4$ ) étant donné que chacune des variables A et B peut prendre deux états.

La table de vérité, figure 71, nous montre les quatre combinaisons possibles :

- la première ligne correspond à  $A = 0$  et  $B = 0$
- la deuxième ligne correspond à  $A = 1$  et  $B = 0$
- la troisième ligne correspond à  $A = 1$  et  $B = 1$
- la quatrième ligne correspond à  $A = 0$  et  $B = 1$ .

Dans une table de Karnaugh, à chaque ligne de la table de vérité correspond une case comme l'indique la figure 72. Dans le cas de deux variables, nous avons divisé le rectangle initial en quatre rectangles.

	A = 0	A = 1
B = 0	I	II
B = 1	IV	III

ligne 1 (pointant à la première ligne)  
ligne 2 (pointant à la deuxième ligne)  
ligne 3 (pointant à la troisième ligne)  
ligne 4 (pointant à la quatrième ligne)

Fig. 72

Les quatre cases correspondent chacune à une combinaison définie des valeurs des deux variables.

En effet, la première colonne (cases I et IV) correspond aux cas où  $A = 0$ ; la deuxième colonne (cases II et III) correspond aux cas où  $A = 1$ .

La première ligne (cases I et II) correspond aux cas où  $B = 0$ ; la seconde ligne (cases IV et III) correspond aux cas où  $B = 1$ .

L'intersection des colonnes et des lignes définit quatre cases, notées de I à IV. Nous remarquons aussi que chacune des cases correspond à une ligne de la table de vérité.

La case I correspond à  $A = 0$  (première colonne) et  $B = 0$  (première ligne), c'est-à-dire à la première ligne de la table de vérité.

La case II correspond à  $A = 1$  (2<sup>e</sup> colonne) et  $B = 0$  (1<sup>re</sup> ligne) c'est-à-

dire à la seconde ligne de la table de vérité.

La case III correspond à  $A = 1$  (2<sup>e</sup> colonne) et  $B = 1$  (2<sup>e</sup> ligne), c'est-à-dire à la troisième ligne de la table de vérité.

La case IV correspond à  $A = 0$  (1<sup>re</sup> colonne) et  $B = 1$  (2<sup>e</sup> ligne), c'est-à-dire à la quatrième ligne de la table de vérité.

Ainsi la **position de chaque case** définit l'état (0 ou 1) des deux variables d'entrée A et B; la représentation de  $Y = A \cdot B$  consiste à mettre dans les cases I à IV la valeur de Y (0 ou 1) correspondante.

La représentation de  $Y = A \cdot B$  est donnée par la figure 73.

	A = 0	A = 1
B = 0	I 0	II 1
B = 1	IV 0	III 0

Fig. 73 : Représentation de  $Y = A \cdot B$ .

On note que la seule case à 1 (la case II) est à l'intersection de la colonne  $A = 1$  et  $B = 0$  ou  $\bar{B} = 1$ . D'où la case II représente le produit  $A\bar{B}$  car  $A \cdot \bar{B} = 1 \cdot 1 = 1$  (dans tous les autres cas, la fonction vaut 0).

## VI.3. Exemple de représentation

Représenter dans une table de Karnaugh la fonction Y telle que :

$$Y = \bar{A} \cdot \bar{B} + A \cdot B$$

La méthode est la suivante :

a) Déterminer le nombre de variables :

Il y a deux variables, à savoir A et B. La table de Karnaugh comportera donc quatre cases.

b) Pour chaque case, c'est-à-dire pour chacune des combinaisons définies des valeurs d'entrées, déterminons la valeur de Y.

Case I :

$$\begin{aligned} & \bar{A} = 0 \quad \bar{B} = 0 \\ & A = 1 \quad B = 1 \\ & \text{donc } Y = \bar{A} \cdot \bar{B} + A \cdot B \\ & \quad = 1 \cdot 1 + 0 \cdot 0 \\ & \quad = 1 \end{aligned}$$

Nous plaçons 1 dans la case I.

Case II :

$$\begin{aligned} & \bar{A} = 1 \quad \bar{B} = 0 \\ & A = 0 \quad B = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{donc } Y &= 0 \cdot 1 + 1 \cdot 0 \\ &= 0 + 0 \\ &= 0 \end{aligned}$$

Nous plaçons 0 dans la case II.

Case III :

$$\begin{aligned} Y &= \bar{A} \cdot \bar{B} + A \cdot B = 0 \cdot 0 + 1 \cdot 1 \\ &= 0 + 1 = 1 \\ \text{donc } Y &= 1 \end{aligned}$$

Case IV :

$$\begin{aligned} Y &= \bar{A} \cdot \bar{B} + A \cdot B = 1 \cdot 0 + 0 \cdot 1 \\ &= 0 + 0 = 0 \\ \text{donc } Y &= 0 \end{aligned}$$

La représentation de  $Y = \bar{A} \cdot \bar{B} + A \cdot B$  est donnée par la figure 74.

	A = 0	A = 1
B = 0	I 1	II 0
B = 1	IV 0	III 1

Fig. 74

## VI.4. Forme canonique d'une fonction

Nous avons écrit Y sous la forme (1) :

$$(1) \quad Y = \bar{A} \cdot \bar{B} + A \cdot B$$

Nous pouvons écrire la même égalité sous d'autres formes telles que :

$$(2) \quad Y = A + B + A \cdot B \quad (A \cdot B = A + B)$$

ou encore :

$$(3) \quad Y = \bar{A} \cdot \bar{B} + B + A \cdot B$$

Une même fonction peut s'écrire sous diverses formes, et il est impossible de voir par un simple coup d'œil qu'elles sont toutes équivalentes.

Cependant, il existe une forme sous laquelle l'expression de la fonction est unique et présente l'avantage d'être très proche de sa représentation dans une table de Karnaugh :

**c'est la forme canonique.**

Une expression est dite sous forme canonique lorsqu'elle est représentée par **une somme de termes. Chaque terme étant un produit de toutes les variables** (sous forme vraie ou inverse).

Exemple :

$$(1) \quad F(A, B) = \bar{A} \cdot \bar{B} + A \cdot B$$

est sous la forme canonique, tandis que les expressions (2) et (3) ne le sont pas.

Exemple :

$$F(A,B) = A + \bar{A}\bar{B}$$

n'est pas sous une forme canonique, B ne figure pas dans le premier terme, tandis que :

$$F(A,B) = A \times 1 + \bar{A}\bar{B}$$

$$= A(B + \bar{B}) + \bar{A}\bar{B}$$

$$F(A,B) = A.B + A\bar{B} + \bar{A}\bar{B}$$

cette dernière expression répond bien à la définition.

### VI.5. Détermination d'une fonction à partir de la représentation

Nous venons d'étudier la représentation d'une fonction par une table de Karnaugh ; nous allons maintenant examiner le problème inverse : reconstituer l'expression d'une fonction à partir de sa représentation graphique.

Nous avons défini chaque case d'une table de Karnaugh dans le cas de deux variables comme une combinaison des deux variables (sous forme vraie ou inverse), comme l'indique la figure 75.

Pour représenter  $Y = \bar{A}\bar{B} + AB$  (figure 75), nous plaçons un 1 dans la case I (produit  $\bar{A}\bar{B}$ ) et dans la case III (produit  $A.B$ ). Comme la fonction Y était sous la forme canonique, il nous a suffi de mettre « 1 » dans chacune des cases qui représentent l'un des termes de la somme.

La réciproque est vraie. La détermination d'une fonction à partir de la table de Karnaugh consiste à faire la **somme des termes** (produit) **quand la case correspondante contient un « 1 »**.

Exemple : trouver la fonction X (A, B) représentée par la figure 77.

La fonction X (A, B) vaut 1 dans les cases II, III et IV qui représentent les produits

$$\bar{A}B, AB \text{ et } \bar{A}\bar{B}$$

$$\text{donc : } X = \bar{A}B + AB + \bar{A}\bar{B}$$

Si au lieu de représenter X nous avons représenté  $\bar{X}$  (l'inverse de X), il nous suffit de placer 0 dans les cases contenant 1 de la figure 77 et 1 dans les cases contenant 0 pour obtenir la figure 78.

On en déduit que :

$$X = \bar{A}B \text{ (produit de la case I)}$$

Donc :

$$X = \overline{(\bar{X})} = \overline{\bar{A}\bar{B}} \quad (1)$$

Et en utilisant le second théorème de De Morgan on obtient :

	A=0	A=1
B=0	I 1	II 0
B=1	IV 1	III 1

Fig. 75

	A=0	A=1
B=0	I $\bar{A}\bar{B}$	II $A\bar{B}$
B=1	IV $\bar{A}B$	III $AB$

Fig. 76

X	A=0	A=1
B=0	I 0	II 1
B=1	IV 1	III 1

Fig. 77

	A=0	A=1
B=0	I 1	II 0
B=1	IV 0	III 0

Fig. 78

X	A=0	A=1
B=0	I 0	II 1
B=1	IV 1	III 1

Fig. 80

$$X = \overline{\bar{A}\bar{B}} = \overline{(\bar{A}) + (\bar{B})} = A + B$$

**Conclusion :**

$$X = A\bar{B} + A.B + \bar{A}.B = A + B$$

Etablissons le circuit logique de ces deux fonctions :

La simplification entre les fonctions est assez significative (figure 79).

On peut se demander si à l'aide de la table de Karnaugh une telle simplification n'aurait pas pu être obtenue au premier coup d'œil.

Examinons la table donnant la représentation de X (figure 77). Les cases 2 et 3 contiennent l'une et l'autre 1 et appartiennent à la même colonne caractérisée par A=1. Nous allons démontrer que la somme des produits  $\bar{A}B$  et  $AB$  (cases 2 et 3) peut être remplacée par A.

En effet :

$$\bar{A}B + AB = A(B + \bar{B}) = A$$

Quant aux cases 3 et 4 qui contiennent toutes deux 1, elles appartiennent à la ligne B=1.

On peut donc écrire que :

$$X = A + B$$

En procédant ainsi, nous avons compté deux fois la case 3, en effet :

$$X = \bar{A}B + AB + \bar{A}B + AB$$

$$= A(B + B) + (\bar{A} + A)B$$

$$= A + B$$

Mais nous savons que  $A + A = A$ , donc nous n'avons pas modifié la fonction d'origine.

Nous avons détaillé la marche suivie. **Nous retiendrons que lorsque deux cases adjacentes (1 et 2, ou 2 et 3, ou 3 et 4, etc.) contiennent chacune un 1 dans leur représentation, une simplification peut s'effectuer par rapport à la forme canonique de la fonction.**

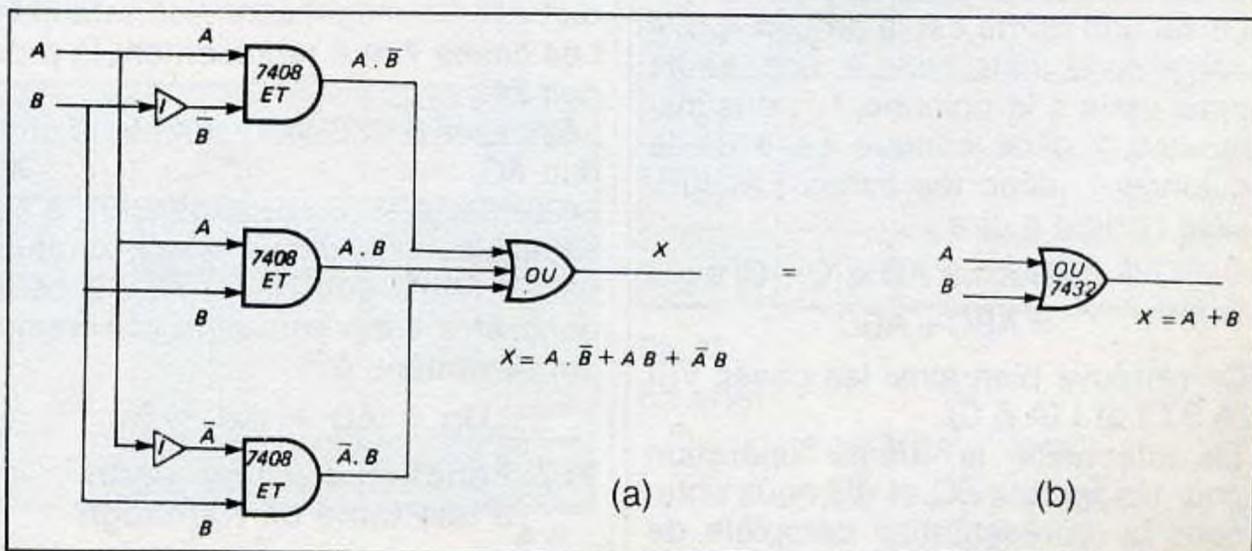


Fig. 79 : Deux représentations de X.

## VI.6. Représentation d'une fonction de trois variables

Nous allons traiter la représentation d'une fonction de trois variables à l'aide d'un exemple. Nous reprendrons la fonction  $D_p$ , que nous avons établie au paragraphe telle que précédemment, et qui est

$$D_p = A.B.C + AB + BC + AC$$

a) Déterminons le nombre de variables. Nous avons trois variables d'entrée, A, B et C. La table de Karnaugh sera constituée de  $2^3 = 8$  cases (figure 81).

	AB	AB	$\bar{A}\bar{B}$	$\bar{A}B$
C				
C = 0	I $A\bar{B}\bar{C}$	II $\bar{A}\bar{B}\bar{C}$	III $\bar{A}B\bar{C}$	IV
C = 1	VIII	VII	VI $\bar{A}B\bar{C}$	V
	I	II	III	IV

Fig. 81

On note dans cette représentation que **le passage d'une case à une case adjacente** (horizontale ou verticale) **s'effectue en ne changeant qu'une seule variable à la fois.**

Exemple :

I → II, A →  $\bar{A}$  (I :  $A\bar{B}\bar{C}$ , II :  $\bar{A}\bar{B}\bar{C}$ )  
III → VI, C →  $\bar{C}$  (III :  $\bar{A}B\bar{C}$ , VI :  $\bar{A}B\bar{C}$ )

b) Dans chaque case, nous allons inscrire la valeur de la fonction  $D_p$  (1 ou 0) en fonction des trois variables d'entrée A, B et C (figure 82).

Le premier terme est le produit  $A.B.C$ , il est représenté par la case VIII ( $A.B = 11$  et  $C = 1$ ) dans laquelle nous inscrivons 1.

Le second terme est le produit  $A.B$ , il correspond non plus à une seule case mais à la colonne 1 : nous inscrivons 1 dans chaque case de la colonne 1, donc les cases I et VIII. Cela revient à dire :

$$AB = AB \times 1 = AB \times (C + \bar{C}) \\ = ABC + A\bar{B}\bar{C}$$

On retrouve bien ainsi les cases VIII ( $A.B.C$ ) et I ( $A.B.\bar{C}$ ).

En effectuant la même opération pour les termes  $BC$  et  $AC$  nous obtenons la représentation complète de la fonction  $D_p$  comme l'indique la figure 82.

	AB	AB	$\bar{A}\bar{B}$	$\bar{A}B$
C				
C = 0		$A\bar{B}\bar{C}$ 1		
C = 1		$ABC$ 1	$\bar{A}B\bar{C}$ 1	$A\bar{B}\bar{C}$ 1

Fig. 82

Nous pouvons ainsi écrire la fonction  $D_p$  sous sa forme canonique :

$$D_p = ABC + A\bar{B}\bar{C} + \bar{A}B\bar{C} + \bar{A}\bar{B}\bar{C}$$

### Remarque I

Nous avons ainsi une démonstration du théorème de Shannon, dont nous retiendrons que l'idée : **une fonction (dans le cas présent «  $D_p$  ») de plusieurs variables (A, B et C) peut toujours être décomposée en une somme de produits et dans chacun de ces produits, toutes les variables existent soit sous la forme vraie (A, B ou C) soit sous la forme inverse ( $\bar{A}$ ,  $\bar{B}$  ou  $\bar{C}$ ).**

### Remarque II

Nous avons représenté la fonction  $D_p$  telle que :

$$D_p = A.B.C + AB + AC + BC$$

Les cases 1 et 8 représentent le produit  $AB$

Les cases 7 et 8 représentent le produit  $BC$

Les cases 5 et 6 représentent le produit  $AC$ .

Le terme  $A.B.C$ , correspondant à la case 8, est déjà inclus dans le produit de  $AB$  (ainsi que  $BC$  et  $AC$ ), il peut donc être supprimé dans la somme qui se ramène à :

$$D_p = AB + AC + BC$$

## VI.7. Fonction établie à partir d'une table de Karnaugh

Etablir l'équation logique d'une fonction à partir de sa représentation

dans une table de Karnaugh est l'opération inverse. Cette méthode consiste à faire la somme des termes, en ne considérant que les cases qui contiennent un « 1 » et d'ignorer celles qui contiennent « 0 » (ou les cases vides).

On obtient ainsi la fonction sous sa forme canonique.

Traisons un exemple.

Soit la fonction  $Z$  dont la table de vérité est donnée par la figure 83 et à partir de laquelle nous avons obtenu la représentation ou diagramme de Karnaugh figure 84.

A	B	C	Z	
0	0	0	0	
1	0	0	0	
0	1	0	1	← $\bar{A}B\bar{C}$
1	1	0	0	
0	0	1	0	
1	0	1	1	← $A\bar{B}C$
0	1	1	1	← $A\bar{B}C$
1	1	1	1	← $A.B.C$

Fig. 83

	AB	$\bar{A}\bar{B}$	$\bar{A}B$	$A\bar{B}$
$\bar{C}$	1) $A\bar{B}\bar{C}$	2) $\bar{A}\bar{B}\bar{C}$ 1	3)	4)
C	8) $ABC$	7) $\bar{A}B\bar{C}$ 1	6)	5) $A\bar{B}\bar{C}$ 1

Fig. 84

Notons l'absence de « 0 » dans la représentation de la figure 84 : tout ce qui n'est pas « 1 » est, automatiquement « 0 ». A partir du diagramme de Karnaugh (figure 84), pour « reconstituer » l'équation de la fonction  $Z$ , il suffit de faire la somme des termes dont la case contient « 1 », c'est-à-dire les produits de termes qui rendent  $Z = 1$ .

On obtient ainsi :

$$(1) \quad Z = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}B\bar{C} + A\bar{B}\bar{C}$$

Nous obtenons ainsi la fonction Z directement sous sa « forme canonique ».

Le schéma logique que nous établirions à partir de cette expression (1) serait correct et conforme à la table de vérité initiale (figure 83) **mais ne minimiserait pas le nombre d'opérateurs à utiliser.**

La première étape nous a permis de construire le diagramme de Karnaugh et d'en déduire une expression de la fonction. La seconde étape va nous permettre **de simplifier la même fonction et d'en déduire une réalisation plus optimale.**

Nous avons déjà vu que des cases adjacentes (horizontales ou verticales) comportant un 1 étaient « source » de simplifications. Essayons de regrouper les cases 2) et 7). Elles représentent, dans l'expression de 2, la somme :

$$\bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{B}C$$

$$\text{ou } \bar{A}\bar{B}(C + \bar{C}) = \bar{A}\bar{B}$$

puisque  $C + \bar{C} = 1$

Il nous reste les cases 5) et 8). Elles ne nous paraissent pas adjacentes. En réalité, la représentation plane que nous avons adoptée, indique une discontinuité entre les cases 4) et 1) et 5) et 8). En fait, il n'en est rien, et une représentation idéale serait d'utiliser un cylindre de génératrice hh' et ainsi les cases 4) et 1) et 5) et 8) apparaîtraient comme adjacentes. On dit que ces cases sont **pseudo-adjacentes.**

Essayons de regrouper les cases pseudo-adjacentes. Elles représentent la somme :

$$\bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{B}C$$

$$\text{ou } \bar{A}\bar{B}(C + \bar{C}) = \bar{A}\bar{B}$$

L'expression de Z se réduit à la somme de deux produits :

$$Z = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}B\bar{C} + A\bar{B}\bar{C}$$

$$Z = \bar{A}\bar{B} + AC$$

Ainsi nous avons remplacé la somme de quatre produits de trois termes par la somme de deux produits de deux termes.

Le schéma logique de la fonction Z est donné par la figure 85.

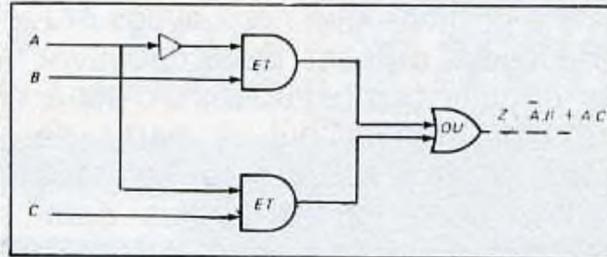


Fig. 85 : Circuit de la fonction  $Z = \bar{A}\bar{B} + AC$ .

Nous pouvons ainsi généraliser la méthode de simplification à l'aide du diagramme de Karnaugh, dont les principales étapes sont :

- 1) Déterminer et identifier les variables
- 2) Etablir la table de vérité de la fonction
- 3) Construire le diagramme de Karnaugh
- 4) Regrouper les cases adjacentes ou pseudo-adjacentes contenant « 1 »
- 5) Déduire une expression simplifiée de la fonction
- 6) Etablir le schéma logique
- 7) Vérifier que le schéma correspond effectivement à la table de vérité initiale.

#### Remarque

La dernière colonne est pseudo-adjacente avec la première en considérant une représentation cylindrique horizontale (c'est-à-dire hh' comme génératrice).

On peut faire une remarque identique en ce qui concerne les lignes, en choisissant V.V' comme génératrice. Ce cas ne présente un intérêt que dans le cas d'une représentation d'une table avec plus de trois variables d'entrée.

### VI.8. Table de Karnaugh à quatre variables

Une table de Karnaugh à quatre variables possède 16 cases ( $2^4 = 16$ ), disposées suivant quatre lignes et quatre colonnes (figure 86).

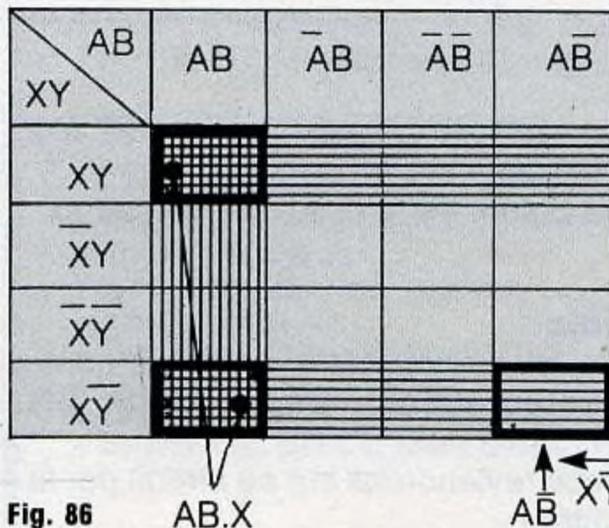


Fig. 86

Le passage d'une case à une case adjacente ou pseudo-adjacente s'effectue toujours en ne changeant qu'une seule variable.

#### Exemple 1

Soit à représenter la fonction

$$W(A, B, X, Y) = A.B.X + A.\bar{B}.X.\bar{Y}$$

Nous savons qu'un produit de facteurs vaut 1, quand chacun de ses facteurs est égal à 1.

#### Représentation de AB.X

La première colonne correspond au produit  $AB = 1$ , (la deuxième à  $\bar{A}\bar{B} = 1$ , la troisième à  $\bar{A}\bar{B} = 1$ , etc.). Quant au deuxième facteur X, sa valeur est 1 pour la première ligne et la dernière ligne.

L'intersection des deux aires (aire hachurée avec des traits horizontaux pour  $AB = 1$ , et aires hachurées avec des traits verticaux pour  $X = 1$ ) donne la représentation de la fonction  $F_1 = AB.X$ .

En procédant d'une manière analogue pour le terme  $A.\bar{B}.X.\bar{Y}$  (la colonne  $\bar{A}\bar{B}$  est repérée par 1 et la ligne  $X\bar{Y}$  par -); on obtient la représentation de la fonction W (cases en traits gras).

#### Exemple 2

Simplifier l'expression

$$F = \bar{A}.B.X.Y + \bar{A}.B.X.\bar{Y} + \bar{A}.\bar{B}.X.Y + \bar{A}.\bar{B}.X.\bar{Y}$$

L'expression de  $F(A, B, X \text{ et } Y)$  étant sous une forme canonique, sa représentation est donnée par la figure 87. On remarque que la fonction F vaut 1 dans quatre cases adjacentes (ou pseudo-adjacentes) il suffira donc de deux variables pour la représenter.

	AB	$\bar{A}\bar{B}$	$\bar{A}B$	$A\bar{B}$
XY		1	1	
$\bar{X}\bar{Y}$				
$\bar{X}Y$				
$X\bar{Y}$		1	1	

Fig. 87

En effet :

$$F = XY\bar{A} + X\bar{Y}\bar{A}$$

$$= \bar{A}(Y + \bar{Y}) = \bar{A}$$

$$F = \bar{A}$$

(Détail dans le prochain numéro).

## VII. EXERCICES D'ENTRAÎNEMENT

Comme dans le numéro précédent, nous nous proposons quelques exercices. Nous présenterons une solution dans le prochain numéro.

### Exercice 1

Transcrire dans une table de Karnaugh la fonction

$$W(A, B) = \bar{A}B + A\bar{B}$$

- Etablir la table de vérité
- En déduire la représentation de W dans une table de Karnaugh.

### Exercice 2

La fonction X(A, B, C) est représentée par la table de vérité ci-contre.

- Transcrire X dans une table de Karnaugh
- Ecrire X sous sa forme canonique
- En déduire une expression simplifiée de X et établir son schéma logique.

A	B	C	X
0	0	0	0
1	0	0	1
0	1	0	0
1	1	0	1
0	0	1	0
1	0	1	1
0	1	1	0
1	1	1	1

### Exercice 3

La fonction X est représentée par la table de Karnaugh ci-contre : Etablir à partir de ce diagramme la fonction X.

	AB	$\bar{A}B$	$A\bar{B}$	$\bar{A}\bar{B}$
C = 0	1		1	
C = 1			1	

### Exercice 4

Soit la fonction Z sous la forme canonique

$$Z = \bar{A}BXY + \bar{A}B\bar{X}Y + \bar{A}BXY + \bar{A}B\bar{X}Y + \bar{A}BXY + \bar{A}B\bar{X}Y + \bar{A}BXY$$

- Etablir le diagramme de Karnaugh pour cette fonction
  - En déduire une expression simplifiée de Z.
- Dans le prochain numéro, nous met-

trons à profit ce que nous avons étudié jusqu'à présent pour découvrir des circuits combinatoires : c'est-à-dire des circuits qui, à partir de l'association d'opérateurs de base réalisent des fonctions plus complexes.

Et comme nous voulons, avant tout rester « pratique » nous donnerons quelques principes fondamentaux quand plusieurs circuits intégrés sont connectés entre eux.

## SOLUTION DES EXERCICES DU NUMERO 1

### Exercice 1

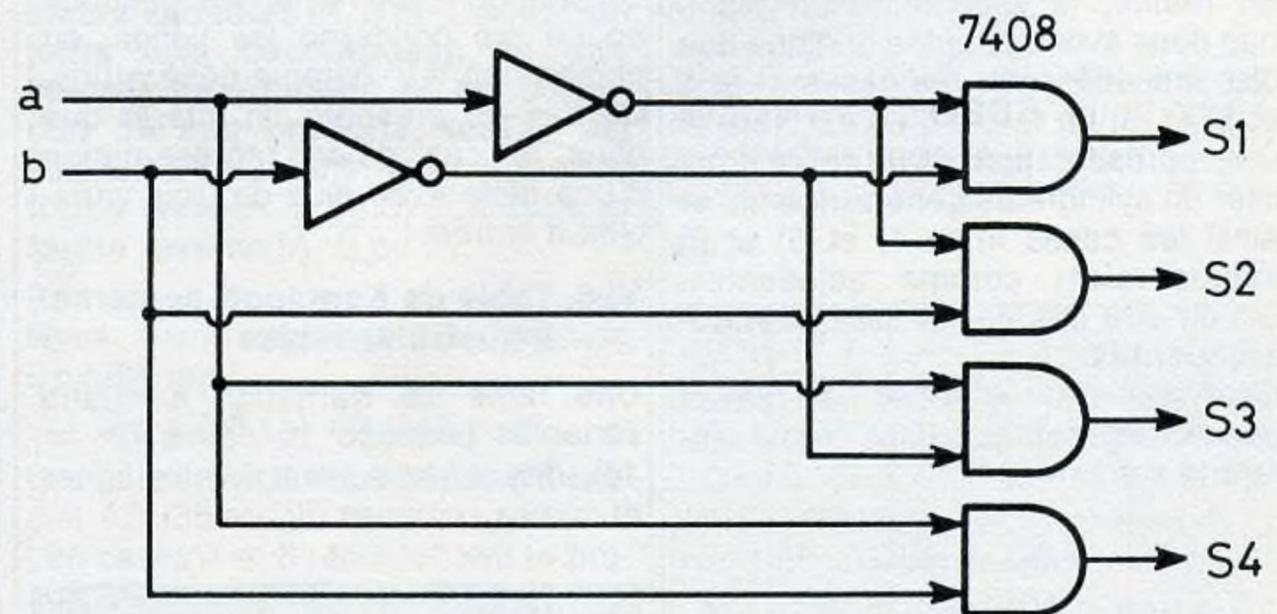
Les variables d'entrée sont « a » et « b ». Comme elles sont au nombre de 2, il y a quatre combinaisons ( $2^2 = 4$ ) différentes.

En examinant la table de vérité, on constate qu'à chacune de ces combinaisons, l'une et une seule des sorties est à « 1 », les trois autres sont à « 0 ».

On obtient ainsi pour :

- la fonction  $S_1 = a.b$
- la fonction  $S_2 = \bar{a}.b$
- la fonction  $S_3 = a.\bar{b}$
- la fonction  $S_4 = \bar{a}.\bar{b}$

Le schéma logique se traduit aisément :



On a utilisé 1 boîtier 7408 (4 ET à 2 entrées)  
2/6 boîtier 7404 (2 sur 6 inverseurs).

### Nota

Un tel circuit existe chez les constructeurs sous l'appellation SN 74156. Nous reviendrons sur ce circuit par la suite.

### Exercice 2

1) Nous avons trois opérateurs différents :

OP<sub>1</sub> est un OU 1/4 7432

OP<sub>2</sub> est un ET 1/4 7400

OP<sub>3</sub> est un ET 1/4 7408

2) La fonction S est telle que :

$$S = a.b$$

Les fonctions « a » et « b » sont telles que :

$$a = A + B$$

$$b = A \times B$$

d'où la fonction S

$$S = a \times b = (A + B) \times A.B$$

3) La table de vérité

Etant donné que nous avons deux variables, on obtient quatre combinaisons, ce qui donne la table de vérité suivante :

A	B	a A+B	b A.B	S
0	0	0	1	0
1	0	1	1	1
0	1	1	1	1
1	1	1	0	0

Notons que lorsque les deux entrées sont identiques (toutes deux à « 0 » ou toutes deux à « 1 ») la sortie est « 0 ».

Tandis que lorsque les sorties sont inverses l'une de l'autre (A=0, B=1 ou A=1, B=0) la sortie est 1. Nous reviendrons par la suite sur ce circuit particulier.

**Philippe Duquesne**

# LE LASER 200



## LES PERIPHERIQUES ET EXTENSIONS DU LASER 200

L'ordinateur couleur **LASER 200** propose en option de nombreux périphériques vous permettant d'exploiter au maximum les possibilités de ce micro-ordinateur familial.

— Les extensions mémoires jusqu'à 64 K ROM vous donnent ainsi la possibilité d'accumuler encore un plus grand nombre de renseignements précieux.

— Avec le Module Interface Imprimante « **CENTRONICS** » vous pourrez connecter votre **LASER 200** au plus grand nombre d'imprimantes ce qui vous permet d'obtenir des fiches de renseignements à la présentation nette et claire et des illustrations produites par l'ordinateur. A noter la sortie prochaine d'une merveilleuse imprimante LASER 4 couleurs (2 360 F HT).

## Voilà de suffisantes raisons pour rendre le LASER 200 sympathique

### LA COULEUR A MOINS DE 1 000 F

Pour la première fois, voici la couleur à moins de 1 000 F. Ce sont des Chinois de Hong Kong qui ont franchi la ligne. Le **LASER 200** est le premier appareil d'une gamme que **VIDEO TECHNOLOGIE** s'apprête à commercialiser en France ; mais pour l'instant, le **LASER 200** apparaît comme un ordinateur idéal d'initiation.

Côté matériel, le **LASER 200** sera un des rares ordinateurs familiaux à disposer aussi bien d'un crayon optique que des manettes de jeux. Le **LASER 200** possède une mémoire suffisante pour effectuer ses premiers pas en programmation, soit 16 K ROM.

Le clavier, composé de touches flottantes qui s'enfoncent avec un « bip », permet d'écrire les instructions Basic, soit lettre par lettre, soit par une seule touche. Les quatre fonctions de chaque touche s'obtiennent simplement. Le tout enrobé dans un robuste boîtier qu'envieraient bien des appareils qui coûtent le triple.



### FICHE TECHNIQUE LASER 200 COULEURS

- Microprocesseur Z80A
- Langage Microsoft BASIC
- Sortie Video SECAM prise Péritel en prévision
- Clavier 45 touches pleine écriture
  - + clef d'entrée + graphismes
  - + bip sonore anti-erreurs...
- Texte + graphismes mixables 9 couleurs
- Edition et correction plein écran
- Son incorporé
- Toutes options (voir périphériques et extensions)

### DEMANDE DE RENSEIGNEMENTS

A retourner à : VIDEO TECHNOLOGIE - 19, rue Luisant  
91310 Montlhéry - Tél. : (6) 901.93.40 - Telex SIGMA 180114

Je désire recevoir une documentation sur le :

Micro-ordinateur couleur SECAM LASER 200 990 F TTC et son kit d'accessoires :

- Modulateur SECAM incorporé
- + Transfo 220 V 50 Hz
- + 3 interfaces : câble télé, câble vidéo, câble lecteur K7
- + Livre utilisateur Basic en français, 150 pages
- + Livrets techniques en français
- + Cassette
- + Garantie 1 an, pièces et main-d'œuvre

Le kit complet ..... 290 F TTC

1.280 F TTC

Nom \_\_\_\_\_

Prénom \_\_\_\_\_

N° \_\_\_\_\_ Rue \_\_\_\_\_

Code Postal \_\_\_\_\_

shopping

Micro-Expo, du 4 au 18 juin au Palais des Congrès, Porte Maillot à Paris, a rassemblé 190 exposants et reçu plus de 25 000 visiteurs. Un public de qualité, ont estimé les exposants, des démonstrations spectaculaires, des promotions fracassantes, une ambiance étonnante. Quelques nouveautés. Une manifestation réussie qui a prouvé l'incontestable attrait de la micro-informatique tant au niveau professionnel que personnel.

# Micro-expo



Micro-Expo, le salon de la micro-informatique. Rien que des micro-ordinateurs et leurs programmes. Extraordinaire. Super. Pour le passionné de micro-informatique, c'est l'occasion de voir, de manipuler ces petites merveilles de la technologie.

Une centaine de micro-ordinateurs étaient là. Et le visiteur allait d'étonnement en étonnement, car, à côté des vedettes consacrées comme

Lisa d'Apple, il découvrait toute une gamme de micros dont il ne soupçonnait pas l'existence. De réelles nouveautés, de ces matériels utilisant une technologie marquant une avancée. Le technicien, les coupeurs d'octets en quatre ont peut-être été déçus. L'important ne se situe pas là mais dans la floraison de micros de toutes puissances, à tous les prix, susceptibles de satisfaire les besoins de tout un chacun.

Le plus étonnant peut-être est l'impact de ce salon auprès du public. Pendant cinq jours, une foule très dense — on se serait cru dans un de ces grands salons renommés pour leur affluence (Salon de l'Auto ou des Arts ménagers) — a arpenté le premier niveau du Palais des Congrès. Preuve, s'il en est, que la micro entre dans notre quotidien. Les visiteurs étaient, pour une large part, jeunes, voire très jeunes. J'ai ren-

contré des gamins de 11 ans. Ils étaient venus par hasard. La micro-informatique, ils ne savaient pas bien ce que c'est. Peu importe. Sur le stand Texas-Instruments, ils se passionnaient pour les jeux.

#### Des machines

Les stands proposant des micro-ordinateurs à petit prix étaient pris d'assaut. Sinclair présentait le tant attendu Spectrum. Mais approcher la petite merveille n'était pas chose

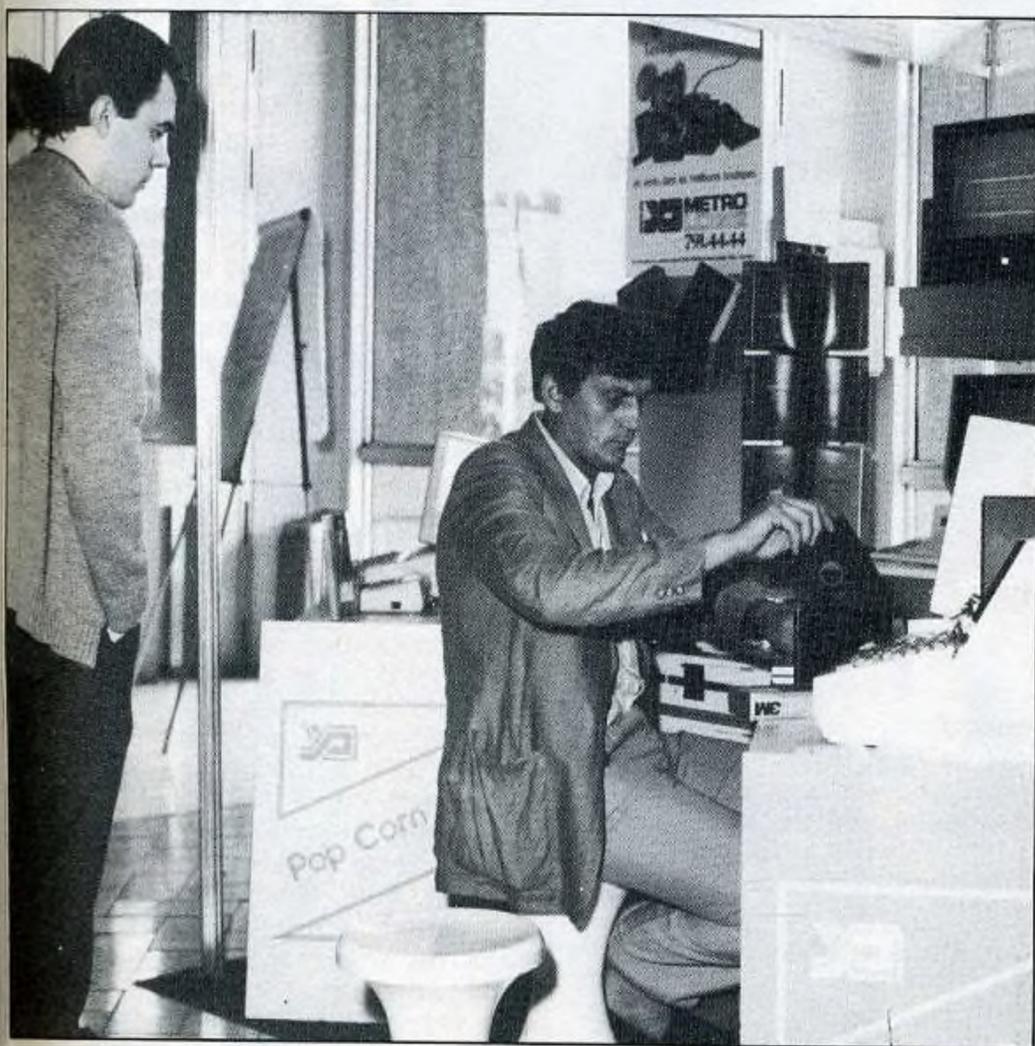
facile. Il en était de même de l'autre côté de l'allée pour l'Oric 1. Une rude compétition de perspective entre ces deux « british ». Tous les petits micros étaient exposés et attiraient tous les adolescents. La raison essentielle : le prix abordable, même s'il faut faire de gros sacrifices et y consacrer tout son argent de poche. Comme m'a dit un lycéen, le ZX-81 est abordable. Mais au bout du compte, avec tous les périphériques que l'on achète au fur et à mesure que l'on progresse, cela revient cher.

L'intérêt de cette exposition résidait dans la possibilité de comparer ces machines dont nous avons déjà parlé dans le premier numéro de Led-Micro (Dragon 32, Victor Lambda, Texas-Instruments, TI-99 et CC-40, T07, ZX-81, Oric 1...) et de voir quelques nouveautés comme le portable de Sharp ZMZ-700 avec magnétophone à cassette et mini-table traçante incorporés ou le micro-ordinateur de poche de Tandy, PC 4, qui est disponible dès maintenant pour 695 F avec l'imprimante (750 F) et l'interface cassette 350 F, cela représente une dépense d'un peu moins de 1 800 F.

Micro-Expo ne se résume pas aux petits micros, loin s'en faut. Tous les grands, ou pres-



Un public passionné devant Lisa.



Chez Pop Corn, une démonstration du dernier Casio.

que, étaient présents. A commencer par Ibm qui, pour la première fois probablement, participait à une manifestation grand public avec son Personal Computer. Ce salon a mis en évidence l'accentuation d'une ligne de matériels : les ordinateurs portables professionnels. On connaissait surtout l'Osborne logé dans une mallette. Les nouveaux portables viennent des quatre coins du globe : les Japonais Nec et Toshiba (version portable du T100), les Américains Keypro qui disposent d'un écran de 9", d'une mémoire centrale de 64 ko et d'un système d'exploitation CP/M, l'Executive d'Osborne disponible en France à l'automne. Son prix : environ 26 000 F (HT) y compris en standard les logiciels CPIM, Wordstar, Supercalc et Personal Pearl, le TRS-80 modèle 100 de Tandy qui pèse 1,8 kg et qui s'adresse à tous ceux qui ont besoin d'un aide-mémoire. Disponible dès septembre, il vaudra 5 995 F (TTC) pour une configuration 8 ko et 7 495 F (TTC) pour une configuration 24 ko. Il sera livré en standard avec plusieurs logiciels incorporés.

Dans le secteur des micro-ordinateurs professionnels, les spécialistes ont pu voir quelques nouveaux produits comme le Corona qui ressemble comme un frère au PC d'Ibm, mais moins cher de 10 000 F, le Tullip II, un micro-ordinateur venu du pays des tulipes, Duo, une machine française multiposte conçue par la société Data Analys France.

Sur le stand Apple, la souris de Lisa séduisait les visiteurs qui s'arrêtaient de croquer de belles pommes vertes généreusement distribuées. Il fallait, en revanche, chercher le stand de Pop-Corn où outre le micro-ordinateur Casio tout récemment importé en France, on pouvait assister à la démonstration du logiciel Visi-On de Visicorp qui, comme Lisa, intègre fichier, traitement de texte et tableau et se manipule à l'aide d'une souris. (Disponible en France en septembre).

Parallèlement aux micros, les exposants proposaient des imprimantes, des moniteurs et tous les consommables (disquettes, disques) ainsi que des logiciels et notamment les grandes vedettes du moment

Visicalc, Multiplan, Wordstar et bien d'autres encore. Un magazine entier ne suffirait pas pour les présenter car ils répondent tous à des besoins bien précis. Micro-Expo concerne aussi bien le chef d'entreprise que le hobbyiste. C'est la preuve de la grande diversité de la micro-informatique.

#### La micro et vous

Je pourrais continuer à vous présenter des micros plus ou moins nouveaux et vous asséner force caractéristiques techniques. Un micro est un outil, mais un outil nouveau. Savoir comment nous « voyons », les uns et les autres, cet outil me paraît bien plus riche d'enseignements que ses caractéristiques.

Aussi au hasard des allées, je suis allée à la rencontre des visiteurs. Voici quelques points de vue parmi les plus significatifs.

Jean-Michel N. sur le stand des Editions Radio qui présentaient Led-Micro, 35 ans environ. C'est un passionné de la première heure. « J'ai fait partie, dit-il, des quatre-vingts premiers adhérents Microtel il y a 5 ans. C'était formidable. Je suis passé par tous les stades de l'évolution de micro : au tout début où l'on « bidouillait » en électronique. Il n'y avait rien, tout était à découvrir par soi-même. Aujourd'hui, ce qui m'intéresse le plus, c'est l'évolution technologique du matériel et aussi d'approfondir la méthodologie en informatique. Je n'ai pas vu grand chose de très intéressant. On sent que la micro se démocratise, elle intéresse un nombre de plus en plus grand de personnes. Le micro-ordinateur devient un outil utilisé sans savoir comment il fonctionne. C'est dommage. Il y a tant de choses à creuser dans ce domaine. Néanmoins il y a toujours des approches nouvelles intéressantes. Prenez Lisa par exemple. Je suis persuadé que cela va modifier bien des choses, notamment à propos des programmes. J'estime que la micro-informatique nous réserve encore bien des étonnements tant dans notre vie professionnelle que privée ».

Led-Micro l'a intéressé, non pas pour lui mais pour un jeune homme qui l'accompagnait et qui l'écoutait avec une certaine admiration retracer son aventure « micro ».

Christophe et Patrick, 17 ans. Ils sortaient du stand Oric. Ils sont en première F1. Dessin industriel, ont-ils précisé, devant mon incompréhension

# Micro-expo

évidente. Pourquoi êtes-vous venus ? Devinez. Plaisanterie mise à part, ce sont deux fans. Ils possèdent un Oric 48 ko. « L'informatique on en fait depuis deux ans. Pas au lycée mais dans un club. Enfin, on y va mais on n'est pas adhérent. Le club, c'est bien pour apprendre les bases. Ce qui nous intéresse, c'est faire de la programmation, échanger des programmes, en copier quelques-uns à l'occasion.

Pour l'instant, la micro nous la considérons comme un hobby. Mais demain, dans notre métier — nous préparons notre BTS de dessinateur industriel — nous l'utiliserons quotidiennement. Alors autant s'y préparer dès maintenant et puis c'est marrant. » Et Christophe d'ajouter « cela rend service au lycée. J'ai fait des programmes pour les cours de maths, de statistiques et de français. Vous entrez tous les auteurs du programme et leurs œuvres avec les principales caractéristiques. Pour faire une dissert., il

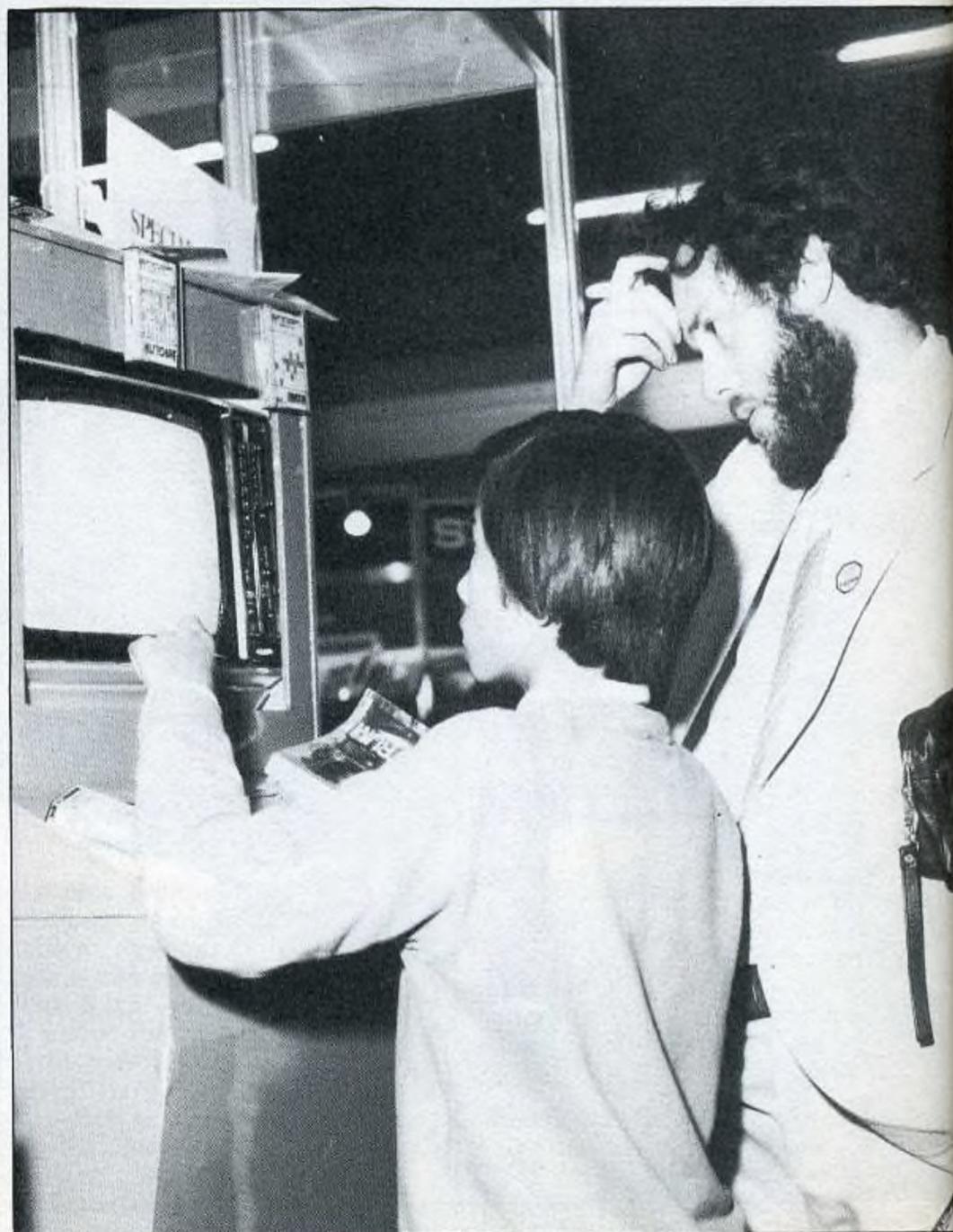
n'y a plus qu'à appeler. Pas besoin de consulter de bouquins. » Pourquoi pas !

Deux enseignantes. La quarantaine. Intéressées par le matériel présenté certes, mais disent-elles d'un commun accord, « nous sommes surtout venues chercher des didacticiels pour l'enseignement. L'opération 10 000 micros dans les écoles, oui bien sûr, mais le problème de la formation des maîtres n'est pas résolu et un salon comme celui-ci est un moyen de nous informer et d'améliorer notre propre formation. Les enfants sont « fous » d'informatique. Il faut être en mesure de répondre à leur attente. Je suis étonnée, constate l'une d'entre elles, par l'intérêt manifesté par des enfants de 13/14 ans. Lors des cours avec des micro-ordinateurs, il faut couper le courant pour les faire sortir. Ce n'est pas le cas lors du cours de maths ».

Philippe F., 30 ans environ. « Je

suis venu pour m'informer en vue d'un développement futur de l'informatique dans mon entreprise. Je suis technicien machine outil. Je m'amuse avec un Sinclair, mais j'ai envie d'aller plus loin, d'acquérir de véritables connaissances en informatique. C'est une nécessité. La micro-informatique c'est l'avenir. Un jour ou l'autre nous serons obligés de l'utiliser dans notre travail. On ne peut ignorer cet outil extraordinaire. La diversité des matériels est stupéfiante et déroutante pour le néophyte que je suis. Les applications de la micro m'intéressent plus que les machines elles-mêmes. »

Un lycéen, 16 ans, première E. Sur le stand de « La règle à calcul », il s'amusait à créer un dessin avec un T07. « Les jeux ne me passionnent pas. On a vite fait le tour. Ce qui m'intéresse : faire de la gestion. J'ai un Sinclair. C'est bien pour apprendre le Basic. Mais lorsque l'on veut faire des program-



Celui qui explique n'est pas celui qu'on croit.



L'un des quatre-vingts premiers adhérents à Microtel, toujours aussi féru de micro.

pas. Mais il y a d'autres machines, le Micral 9050, le Victor S1. Il faut tenir compte du prix, de la maintenance et surtout des programmes disponibles. Cette visite m'a apporté des informations mais dire que la chose en est facilitée, non. Il y a trop de machines semblables ou qui le paraissent. C'est un investissement important. Je ne peux pas me tromper. Je veux faire appel à plusieurs spécialistes pour pouvoir comparer. De toute façon, il faut s'informatiser. C'est le seul moyen de gérer au plus près. Et aujourd'hui avec les charges que nous avons, qui augmentent continuellement, il faut avoir une bonne gestion pour survivre. »  
 Quelle leçon tirer de cette mini, non pardon, de cette micro-enquête ? La micro-informatique intéresse tout le monde d'autant plus qu'elle est considérée comme nécessaire. C'est avant tout un outil mais aussi un moyen de se distraire. Bien évidemment les visiteurs de Micro-Expo sont motivés, leur intérêt est néanmoins significatif. Vous qui avez envie de comprendre la micro, vous constatez ainsi que votre désir est partagé.

C.R.

mes, il faut acheter des périphériques, ajouter des mémoires et cela coûte cher. J'aimerais avoir un Apple II. Tout mon argent de poche y passe déjà, alors l'Apple II... A Ydes, nous avons un club animé par un prof de maths qui possède un Apple et par un informaticien. En septembre dernier, je ne savais rien. Le Basic s'apprend très facilement. Maintenant je fais des programmes. Cet été, je vais essayer de travailler en Assembleur sur mon ZX-81. L'informatique c'est passionnant. Nous en ferons tous dans notre vie professionnelle. J'aimerais être informaticien, si possible aller plus loin qu'analyste-programmeur. Enfin si je peux. »

Un monsieur, tempes grisonnantes, la cinquantaine, à l'accent du Sud-Ouest, très intéressé par le PC d'Ibm. « Je ne suis pas venu spécialement à Micro-Expo, j'ai profité d'un passage à Paris pour visiter cette exposition. J'envisage d'informatiser mon entreprise. Je suis grossiste en boissons. J'approvisionne plus de 250 cafés, restaurants, petites épiceries de campagne en eaux minérales, jus de fruits, vins, bières, etc. J'ai un double problème : la gestion des stocks et la facturation. L'Ibm, pourquoi



A 12-13 ans, on se passionne surtout pour les jeux.

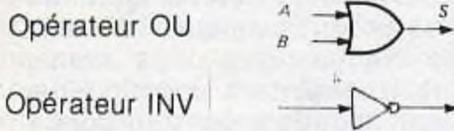
# ERRATA

Erreurs relevées dans Led Micro n° 1 (juin 1983) :

— **page 55** : L'opérateur du paragraphe II,4 dit « OU EXCLUSIF ». Ce n'est pas un « OU EXCLUSIF » comme indiqué, mais un « OU EXCLUSIF barre ». Nous reviendrons sur cet opérateur et les tables de vérité associées ;

— **page 57** : à la figure 15, il faut lire  $S = E1 \times E2$  et non  $S = E1 - E2$  ;

— **page 58** : fig. 18 : la représentation des opérateurs se fait ainsi :



— **page 60** : en haut de la 3<sup>e</sup> colonnè, la fonction A est :

$$A = S_{31} \cdot S_{32} \cdot \overline{S_{33}} + S_{31} \cdot \overline{S_{32}} \cdot S_{33} + \overline{S_{31}} \cdot S_{32} \cdot S_{33}$$

En bas de la 3<sup>e</sup> colonnè, la fonction  $S_1$  est :

$$S_1 = S_{31} \cdot \overline{S_{32}} \cdot \overline{S_{33}} + \overline{S_{31}} \cdot S_{32} \cdot \overline{S_{33}} + S_{31} \cdot S_{32} \cdot S_{33}$$

— **page 63** : figure 41, veuillez noter la correction suivante :

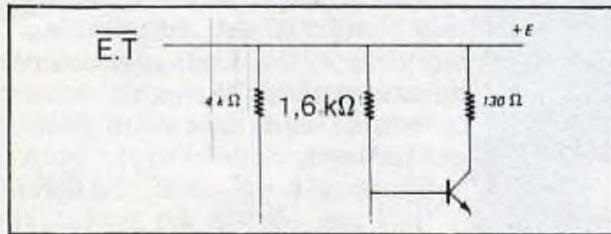


figure 42, les inverseurs sont, bien évidemment, représentés par 

§3.OU b) lire quadruple OU à 2 entrées (quadruple 2-Input OR) ;

— **page 64** : les légendes ont été inversées, ci-dessous schémas et légendes corrigés.

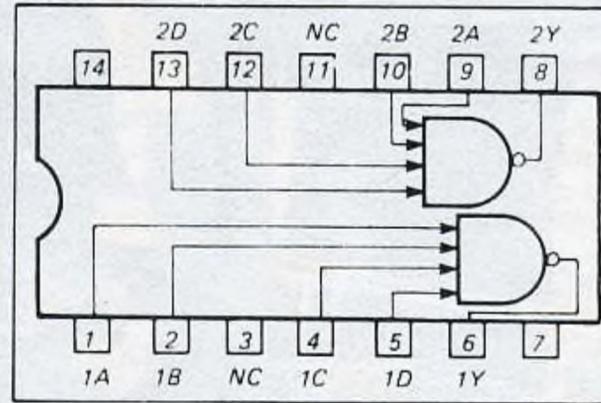


Fig. 46 : Vue de dessus (SN 7420).

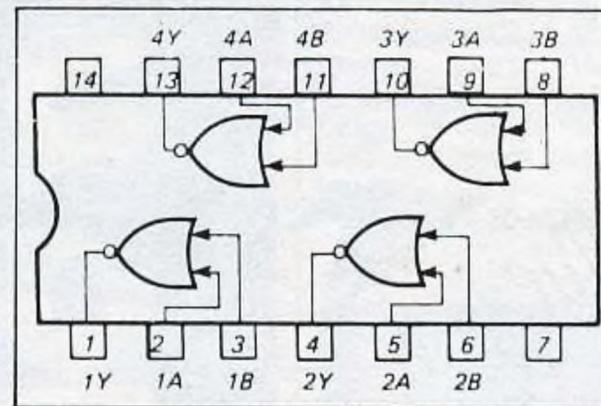


Fig. 47 : Vue de dessus (SN 7402).

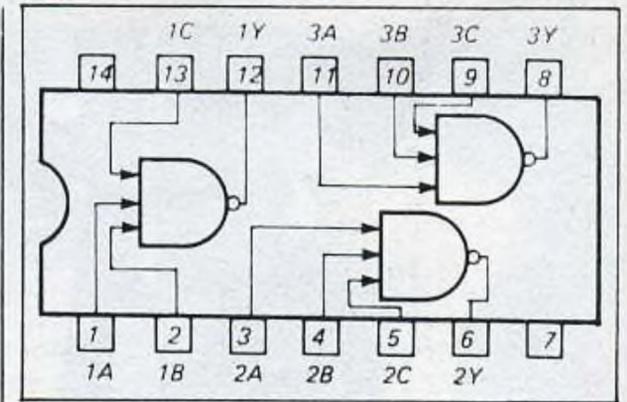


Fig. 48 : Vue de dessus (SN 7410).

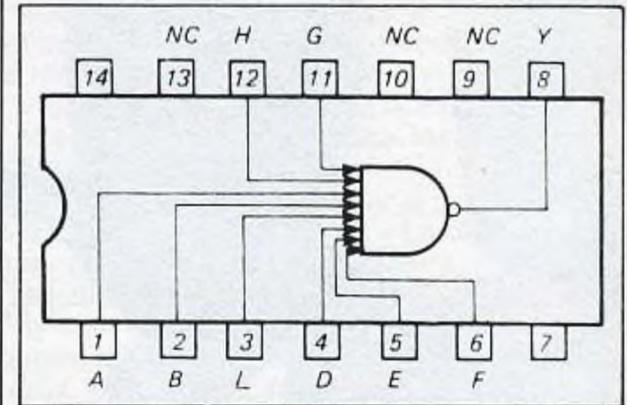


Fig. 49 : Vue de dessus (SN 7430).

Nous remercions les nombreux lecteurs qui, ayant remarqué ces erreurs, nous en ont alertés avec beaucoup de gentillesse.

## Tarif des petites annonces

20 F TTC la ligne de 40 signes 3 lignes minimum. Le chèque de règlement doit accompagner le texte

## BULLETIN D'ABONNEMENT

à adresser accompagné du règlement à l'ordre des Editions Fréquences, service abonnement Led-Micro :  
1, boulevard Ney, 75018 Paris - Renseignements : tél. (1) 238.80.37

Nom : ..... Prénom : .....

N° : ..... Rue : .....

Ville : ..... Code postal : .....

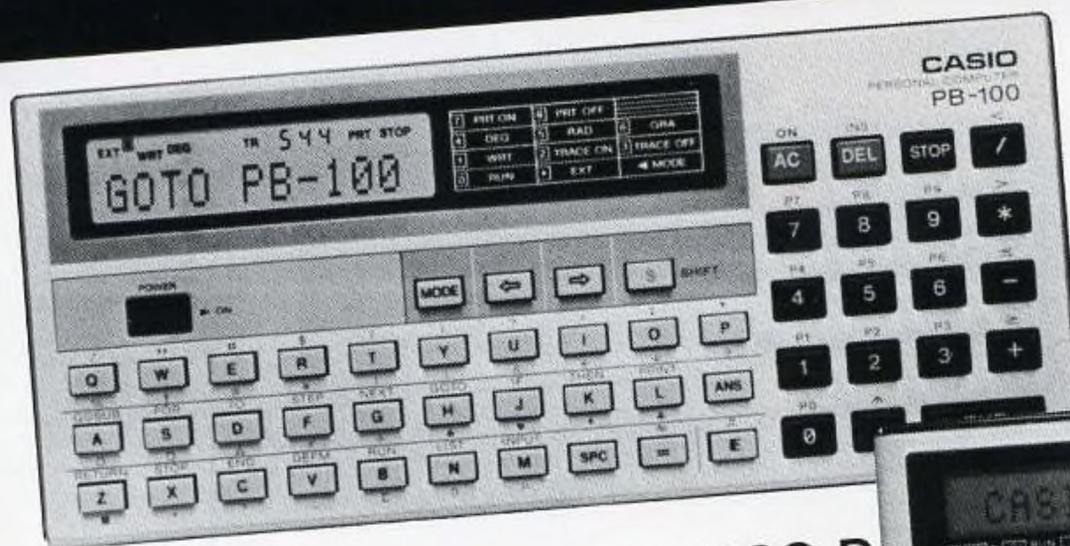
Mode de paiement : CCP  chèque bancaire  Mandat

Je désire m'abonner à :

- 10 numéros de Led-Micro seul  Prix : 135 F
- 10 numéros de Led-Micro + 10 numéros de Led  Prix : 250 F

# CASIO

# LE BASIC C'EST "MAGIQUE"



**PB 100 : "LE BASIC" D'INITIATION**  
Mémoire utilisateur 0.8 K extensible à 1.8 K  
(OR 1) 114 caractères spéciaux - traitement  
de chaîne de caractères - fonctions  
scientifiques - connectable à magnétophone  
et imprimante.

**FX 702 P**  
"LE BASIC" SCIENTIFIQUE  
Mémoire utilisateur 1.9 K - traitement de  
chaînes de caractères - fonctions  
scientifiques et statistiques - corrélation -  
régression - connectable à  
magnétophone et imprimante.



**FX 802 P : "LE BASIC"**  
A IMPRIMANTE INCORPORÉE.  
Mémoire utilisateur 1.8 K - traitement  
de chaîne de caractères - fonctions  
scientifiques - imprimante thermique -  
connectable à magnétophone.

# LE BASIC, C'EST CASIO

PB 100, FX 702 P, FX 802 P, LES ORDINATEURS DE POCHE

VENTE EN PAPETERIE ET MAGASINS SPÉCIALISÉS. DISTRIBUTEUR EXCLUSIF : NOBLET - PARIS



# CIBOT-MICRO

entrez  
dans le monde fabuleux de la micro-informatique



## commodore 64 : l'extraordinateur

Découvrez la Commodore 64. Osez approcher vos doigts de son clavier magique. Vous allez entrer dans l'extraordinaire. Sous la main : 64 K octets de mémoire vive, plus 20 K octets de mémoire ROM. Sur l'écran : la haute résolution graphique, 16 couleurs mixables pour le cadre, le fond, les caractères, soit des milliers de combinaisons. Vous pouvez animer des objets graphiques sur 3 plans, et même plus avec un peu d'astuce. Le Commodore 64 est aussi un véritable synthétiseur musical : 3 générateurs de 8 octaves chacun, 4 types de modulations, enveloppes, timbres, volume et filtres programmables. Encore plus fantastique : son inépuisable potentialité !

Programmeable en Basic résident, vous pouvez l'utiliser aussi en Forth, Assembleur... tout en conservant l'intégralité de la mémoire, grâce à son microprocesseur 6510 compatible avec le 6502 (conçus et fabriqués par MOS Technology, filiale de Commodore). Et pour aller encore plus loin, un module enfichable contenant le Z80 permet d'accéder au standard CP/M. De même la cartouche IEEE 488 vous connecte à tous les périphériques de la gamme Commodore. Commodore 64, c'est l'extraordinateur. A son contact vous deviendrez vous-même extraordinaire.

**VIC 64.** Unité centrale avec sortie modulateur TV standard PAL, sortie audio-vidéo pour moniteur. Avec alimentation ..... **2990 F**

## commodore VIC-20 : l'ordinateur copain

Basic résident ; mémoire vive 5 Ko extensible à 32 Ko ; 23 lignes de 22 caractères ; connectable sur toutes TV ; avec adaptateur option si nécessaire.

### Caractères graphiques et la touche C

Au démarrage, le mode "graphique" est automatiquement sélectionné ; ce qui vous permet de taper les caractères en majuscules et les 62 caractères graphiques, figurant dans des carrés gravés sur la face avant des touches (deux symboles graphiques par touche). Pour le symbole graphique de droite, appuyer sur la touche SHIFT et taper sur la touche du symbole choisi. Pour le symbole de gauche, appuyer sur la touche C. De cette façon, vous pouvez taper à la fois les majuscules et le jeu complet de caractères graphiques.

**RVS ON et RVS OFF.** Ces deux touches vous permettent d'inverser les couleurs des caractères et du fond (par exemple caractères blancs sur fond noir au lieu de caractères noirs sur fond blanc). Cette action est obtenue en appuyant simultanément sur la touche CTRL et sur la touche RVS ON ou RVS OFF.

**Couleur, 8 touches** (employées avec la touche CTRL) permettent de sélectionner l'une de ces 8 couleurs d'affichage : noir (BLK), blanc (WHT), rouge (RED), turquoise (CYN), pourpre (PUR), vert (GRN), bleu (BLU), jaune (YEL). Vous choisissez la couleur des caractères, soit automatiquement à partir du programme, soit manuellement à partir du clavier. Vous pouvez aussi choisir le coloris du fond et de la bordure de l'écran parmi 128 combinaisons de couleurs différentes.

**SHIFT.** Votre VIC 20 possède deux touches SHIFT et une touche SHIFT LOCK qui correspondent aux touches "majuscules" et "blocage du clavier en position majuscules" des machines à écrire. En actionnant ces touches, vous pouvez taper des mots en majuscules ainsi que des séries de caractères graphiques.

**RUN/STOP.** Cette touche, associée à la touche SHIFT, vous permet de charger automatiquement dans la mémoire du VIC 20, un programme enregistré sur une cassette. Par ailleurs, en actionnant cette touche indépendamment de la touche SHIFT, vous interrompez le programme en cours d'exécution. Si vous désirez ensuite le relancer, frappez sur C, O, N, T, puis sur la touche RETURN et le programme continuera de se dérouler.

### Touches de fonction programmables.

**INST/DEL.** Cette touche vous servira à insérer (INST) ou à effacer (DEL) un ou plusieurs caractères. Vous apprécierez son utilité chaque fois que vous aurez à corriger des fautes de frappe ou à rajouter des informations à l'intérieur de ce que vous aurez déjà tapé.

**CLR/HOME.** Cette touche replace le curseur à sa position initiale, dans le coin supérieur gauche de l'écran. En appuyant à la fois sur SHIFT et CLR/HOME, vous effacez tous les caractères présents à l'écran.

**RESTORE.** C'est une touche de remise à zéro. Si vous appuyez à la fois sur RUN/STOP et RESTORE, tout se passe comme si vous veniez juste de mettre votre VIC 20 sous tension... sauf que le programme précédemment en mémoire est conservé et peut être affiché ou relancé à partir du début.

**CRSR.** Ces deux touches permettent de déplacer le curseur de haut en bas, de bas en haut, de droite à gauche et de gauche à droite. Cela peut être fait en mode direct (action immédiate) ou dans le corps même d'un programme pour effectuer une mise en page particulière.

**VIC 20** Micro-ordinateur : **1690 F**

TARIF COMPLET COMMODORE AVEC LISTE DES ACCESSOIRES, JEUX, PROGRAMMES, ETC... GRATUIT !

### SANYO PCH-25

ORDINATEUR de la nouvelle génération, équipé du microprocesseur Z 80 A, 22 K Ram, 28 K Rom. Interface K7. Interface Péritel. Interface imprimante. Basic évolué 24 KO. Mémoire utilisateur 16 KO. 4 modes graphiques dont haute résolution 256 x 192.

LE PCH 25 ..... **1980 F**

### CORDONS - MONITEURS - PERIPHERIQUES, POUR PCH-25

TRD 1000. Lecteur-enregistreur K7 ..... **820 F**

SG 12. Moniteur vidéo 31 cm. Ambre ..... **1750 F**

PSG 01. Synthétiseur musical 8 octaves, 3 canaux ..... **690 F**

K7 programmes ..... **48 F**

NOMBREUX ACCESSOIRES DISPONIBLES. TARIF GRATUIT

**SINCLAIR ZX 81.** En ordre de marche ..... **580 F**

### ATARI

### JEUX ELEC. TRONIQUES

PROMOTION ! NOMBREUSES CASSETTES ATARI et ACTIVISION vendues avec remise importante. Demandez notre liste de prix confidentiels.

### VICTOR LAMBDA

Se branche directement sur une télé couleur SECAM, cassette incorporée.

VICTOR LAMBDA spécial jeux (45 cassettes disponibles), 16 K ..... **2950 F**

VICTOR LAMBDA 2 - Z 80, 48 K avec manuel et instructions ..... **5750 F**

### ORION

TV COULEUR 7736. Ecran de 36 cm. Standard PAL-SECAM avec prise péritelvision

Prix exceptionnel ..... **2890 F**

### SHARP

MZ 80 FD. Double floppy ..... **9700 F**

MZ 80 MDB. Master disquette ..... **490 F**

PC 1211. Ordinateur de poche ..... **1050 F**

CE 121. Interface K7 ..... **150 F**

CE 122. Interface K7 + imp. .... **840 F**

PC 1500. Ordinateur de poche ..... **2450 F**

CE 151. Mémoire 4 K ..... **515 F**

CE 150. Interface K7 + imp. .... **1650 F**

CE 155. Mémoire 8 K ..... **990 F**

PC 1251. Mini-ordin. de poche livré avec interface à micro K7 incorporé.

L'ensemble ..... **3100 F**

### SCOTCH

Disquettes pour unité floppy

Simple face, simple densité :

5 1/4" ..... **20 F**

8" ..... **26 F**

Simple face, double densité :

5 1/4" ..... **26 F**

8" ..... **34 F**

Double face, double densité :

5 1/4" ..... **37 F**

8" ..... **42 F**

### LES MEILLEURS OUVRAGES

Initiation au langage Basic ..... **66 F**

Lexique international des microprocesseurs ..... **36 F**

Programmation du 6502 ..... **105 F**

Applications du 6502 ..... **93 F**

Votre premier ordinateur ..... **81 F**

Le Basic pour l'entreprise ..... **67 F**

Introduction au Basic ..... **93 F**

Au cœur des jeux en Basic ..... **138 F**

Programmation du Z 80 ..... **176 F**

Catalogue des ouvrages sur l'informatique : gratuit.

### INITIATION A LA TECHNIQUE MICROPROCESSEUR :

Ouvrage de base : Le microprocesseur pas à pas, de A. VILLARD et M. MIAUX, 359 pages, format 21 x 15 ..... **116 F**

Nouveau ! SYSTEMES A MICROPROCESSEUR, de A. VILLARD et M. MIAUX, format 21 x 15, 312 pages ..... **116 F**

Principaux composants (tous disponibles)

RCA - CDP 1802 E : **164 F** - CDP 1802 CE : **104 F** - CDP 1822 CE : **56 F** - CDP 1823 CE : **114 F**

CDP 1852 CE : **25 F** Mémoires 2716 programmées.

CD 4011 BE - CD 40-97 - TIL 311 Texas.

QUARTZ HC 6, fréquence 2 MHz, excell. précision avec support stéatite ..... **60 F**

des jeux, de la musique, de la couleur, du graphisme ! chez

A PARIS : 3, rue de Reuilly, 75580 CEDEX PARIS (XII)

Tél. : 346.63.76 (lignes groupées)

Ouvert tous les jours (sauf dimanche) de 9 h à 12 h 30 et de 14 h à 19 h

EXPEDITIONS RAPIDES PROVINCE et ETRANGER



A TOULOUSE : 25, rue Bayard, 31000

Tél. : (61) 62.02.21

Ouvert tous les jours sauf dimanche et lundi matin de 9 h à 12 h 30 et de 14 h à 19 h