

# L'ABC DE LA MICRO-INFORMATIQUE



## L'UNITE CENTRALE DES IBM PC ET COMPATIBLE

Nous avons vu le mois dernier quelle était la structure interne générale d'un microprocesseur quelconque. Nous pourrions continuer cette série de la sorte en restant au stade des généralités, mais nous serions vite limités et cela ne serait pas très formateur, aussi estimons-nous utile aujourd'hui de choisir un microprocesseur particulier.

Dans les précédentes initiations à la micro-informatique publiées dans *Le Haut-Parleur*, les microprocesseurs Motorola 6800 et 6809 avaient été choisis, principalement du fait de leur utilisation dans les micro-ordinateurs décrits conjointement dans les mêmes numéros. En cette fin d'année 1986, et compte tenu du succès impressionnant des micro-ordinateurs type IBM PC et surtout de leurs compatibles moins coûteux (Kaypro, Amstrad, Olivetti, etc.), il nous semble plus rationnel de choisir comme support pratique le microprocesseur qui équipe ces machines et qui n'est autre que le 8088 d'Intel.

interne adéquat et est exploitée par l'ALU qui fournit un résultat dans un des registres qui lui sont reliés.

Lors de chaque échange d'informations sur le bus de données, le contenu du compteur ordinal est augmenté de 1 afin de pouvoir balayer la mémoire en séquence. Ce mode de balayage ne suffit malheureusement pas à l'exécution d'un programme; il faut en effet très souvent faire appel à des données qui peuvent se trouver n'importe où en mémoire. Pour cela, il est nécessaire de calculer des adresses et de placer celles-ci sur le bus d'adresses pour accéder aux données désirées. Cela se fait au moyen de sous-ensembles non représentés sur la figure 6 du mois dernier par souci de simplicité et nous amène à parler des divers modes d'adressage d'un microprocesseur. Comme ceux-ci dépendent du circuit utilisé, nous allons présenter ceux du 8088 ainsi que nous l'avons expliqué en introduction.

### LES REGISTRES DU 8088

Comme le montre la figure 1, le 8088 contient 8 registres internes de 16 bits que l'on peut regrou-

Ce choix ne défavorise pas ceux d'entre vous qui n'ont pas de micro-ordinateur puisque les expériences pratiques leur seraient de toute façon interdites faute de machine et, donc, quel que soit le micro choisi; par contre, cela permet à tous ceux d'entre vous qui ont un IBM PC ou compatible de mettre en pratique ce que nous allons apprendre.

Cela étant précisé, et avant de voir les particularités du 8088, revenons un peu en arrière pour étudier...

### LE FONCTIONNEMENT DE L'UNITE CENTRALE

Si nous reprenons le schéma de l'unité centrale que nous avons dessiné dans notre précédent numéro en figure 6, il nous est assez facile de comprendre comment elle travaille. Le compteur

ordinal contient, à un instant donné, une valeur donnée. Cette valeur est placée sur le bus d'adresse du microprocesseur et sélectionne donc une case mémoire RAM ou ROM du système. La mémoire ainsi activée fournit, sur son bus de données, le contenu de la case mémoire adressée. Ce contenu est envoyé au décodeur d'instructions ou

aux registres du microprocesseur. Si ce contenu est une instruction, elle est décodée dans le décodeur d'instructions et déclenche la procédure nécessaire à son exécution. Si ce n'est pas une instruction, c'est que c'est une donnée qui était nécessaire à l'exécution de l'instruction précédemment décodée. Cette donnée est donc placée dans le registre

per en trois sous-ensembles. Les registres AX, BX, CX et DX sont les registres de données ; les registres SP, BP, SI, DI sont les registres pointeurs et index, et enfin les registres CS, DS, SS et ES sont les registres de segments ou de segmentation.

Les registres de données peuvent être considérés indifféremment comme des registres 16 bits, auquel cas ils portent les noms présentés ci-avant, ou comme deux registres 8 bits chacun. Le registre AX se divise en AH qui contient les poids forts de AX (H pour high) et en AL qui contient les poids faibles de AX (L pour low). Il en est évidemment de même pour BX, CX et DX. Cette possibilité de coupure en deux registres huit bits est une particularité exclusive des registres de données.

Pour compléter cette panoplie, le 8088 contient un registre un peu particulier, dont tous les bits ne sont pas utilisés, et qui a pour nom registre d'état ou registre d'indicateurs ou encore status register. Dans un tel registre, comme le montre la figure 2, chaque bit porte un nom particulier et assure une fonction propre. Ce registre n'est donc jamais utilisé pour manipuler des données mais, au contraire, indique en permanence l'état du 8088 (retenue, dépassement de capacité, résultat nul, etc.) suite aux opérations qu'il vient d'effectuer. Nous aurons l'occasion de détailler tout cela lorsque nous verrons le jeu d'instructions du 8088.

## ADRESSAGE ET SEGMENTATION

Bien que les registres internes du 8088 aient une « largeur » de 16 bits, ce microprocesseur est un circuit 8 bits. En effet, son bus de données, c'est-à-dire le groupe de fils qui lui permet d'échanger des informations avec la mémoire, ne comporte que 8 fils et ne peut donc véhiculer qu'un octet à la fois. Cela n'est pas gênant pour ce qui est de la programmation ; en revanche, cela réduit la puissance de calcul du circuit.

En ce qui concerne les adresses, la situation est un peu plus complexe ; en effet, alors que tous les registres internes sont de 16 bits, le 8088 dispose de 20 lignes d'adresses. De ce fait, vous concevez bien qu'il va falloir combiner le contenu de deux registres internes pour arriver à produire une adresse. Cela se fait grâce aux registres de segments. Pour accéder à une instruction d'un programme contenu en mémoire, deux registres vont être

L'adresse mémoire réellement produite va être tout simplement  $16 \times 2\,000 + 321$  soit 20 321. En effet, une multiplication par 16 du contenu du registre CS revient à décaler son contenu de quatre bits vers la gauche et à mettre 0000 dans les quatre bits ainsi libérés. Cela peut vous sembler un peu curieux, mais il faut bien se souvenir que nous travaillons en hexadécimal, c'est-à-dire en base 16, et que nous faisons une multiplication par la base. Il se

pointer ou pointeur de pile) et SS (stack segment ou segment de pile) si nous avions voulu accéder à la pile du 8088.

En résumé, l'obtention des adresses réelles manipulées par le 8088 impose toujours de faire intervenir deux registres : un registre de segment dont le contenu est multiplié par 16 et un registre ou une constante appelé déplacement qui est ajouté au résultat de cette multiplication. Cela étant précisé, il nous est possible d'aborder...

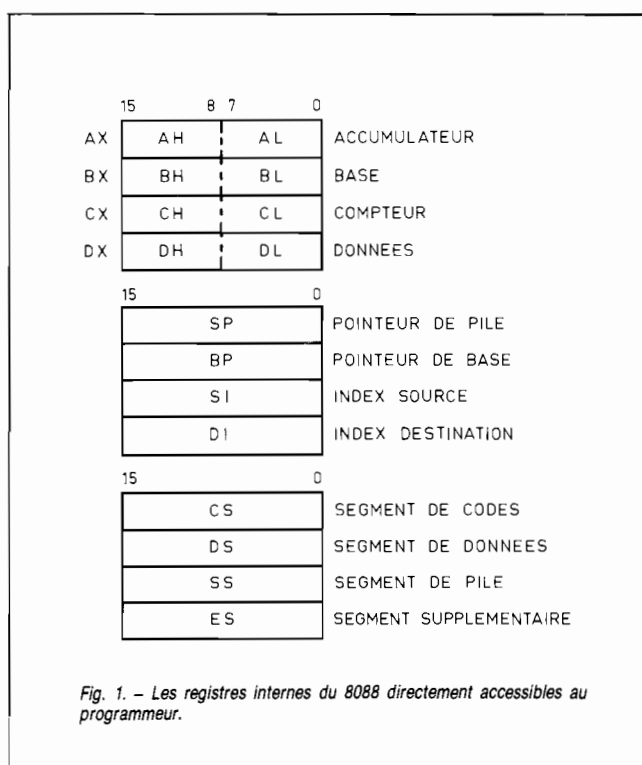
## LES MODES D'ADRESSAGE DU 8088

Comme il n'est pas possible de présenter les modes d'adressage sans disposer au moins d'une instruction, nous allons décrire succinctement une des instructions les plus utilisées en assembleur 8088 : l'instruction MOV (abréviation de MOVE qui veut dire bouger ou déplacer).

L'instruction MOV est une instruction à deux opérands qui déplace un octet ou un mot (de 16 bits donc) de l'opérande source vers l'opérande destination. La notation générale de cette instruction est la suivante : MOV destination, source. Attention à l'ordre qui est quelque peu illogique puisqu'il aurait mieux valu destination, source, étant donné que nous écrivons de la gauche vers la droite. Nous n'y pouvons malheureusement rien.

## ADRESSAGE IMMEDIAT

Ce mode d'adressage est un des plus simple qui se puisse concevoir puisqu'en fait l'opérande concerné par l'instruction apparaît directement dans cette dernière. Il n'y a donc pas d'adresse à proprement parler. La notation à utiliser est très simple car il suffit d'écrire directement la valeur de l'opérande concerné. Ainsi, pourrions-nous faire :



mis en œuvre : le registre IP ou Instruction Pointer (qui n'est autre que le compteur ordinal de la figure 6 évoquée ci-avant) et le registre CS ou registre de Code Segment. Le contenu de CS est multiplié par 16 et est ajouté au contenu de IP. La figure 3 schématise cela aussi bien qu'un long discours mais un exemple n'est peut-être pas superflu. Supposons donc que IP contienne 321 (exprimé en hexadécimal) et que CS contienne 2 000 (exprimé également en hexadécimal).

Il passe donc la même chose que lorsque nous travaillons en décimal et que nous multiplions par la base, c'est-à-dire 10.

En terminologie 8088, le registre IP s'appelle le décaleur puisqu'il indique en fait de combien est décalée l'adresse réelle par rapport au début du segment pointé par le registre CS. Il va de soi que dans cet exemple nous avons associé IP à CS car nous voulions produire l'adresse d'une instruction, mais que nous aurions pu faire de même avec SP (stack

MOV BX,342 qui aura pour effet de mettre en valeur 342 dans le registre BX. 342 est exprimé en adressage immédiat.

## ADRESSAGE REGISTRE

C'est un mode d'adressage aussi simple que le précédent puisque lui non plus ne fait pas intervenir de notion d'adresse. En effet, dans un tel mode d'adressage, l'opérande concerné par l'instruction est contenu dans un registre interne du 8088. Nous avons vu un tel mode dans l'exemple ci-avant puisque, lorsque nous avons fait : MOV BX, 342, 342 était en adressage immédiat mais BX était en fait de

l'adressage registre (on plaçait l'opérande 342 dans le registre BX).

Dans un tel mode d'adressage, il suffit d'exprimer le nom (normalisé) du ou des registres concernés, sans plus. Ainsi, MOV AX, BX a-t-il pour effet de déplacer le contenu de BX pour le mettre dans AX.

## ADRESSAGE DIRECT

Avec ce mode d'adressage, nous abordons réellement les notions d'adresses puisqu'il spécifie dans l'instruction les informations à utiliser pour élaborer une adresse sur 20 bits. Un exemple

parlera mieux qu'un long discours. Si nous écrivons : MOV AX,[CONSTANTE] CONSTANTE sera considéré comme un décaleur ou un déplacement par rapport à un début de segment mémoire (de même que le registre IP dans l'exemple vu au paragraphe adressage et segmentation). Ce déplacement sera ajouté au contenu d'un segment, multiplié par 16 bien sûr, pour constituer l'adresse réelle où aller chercher l'opérande. Sans indication particulière, comme c'est le cas ci-avant, le registre DS (Data Segment ou segment de données) est utilisé. Mais il est tout à fait possible de spécifier un autre registre de segmentation si nécessaire. Pour

cela, il suffit d'écrire par exemple :

MOV AX,ES:CONSTANTE et le registre ES sera utilisé comme registre de segment. Pour prendre un exemple numérique, si DS contient 1 000 et si la constante est égale à 456, l'instruction MOV AX, [456] ira chercher la donnée contenue à l'adresse 10456 pour la placer dans AX. Afin de ne pas prêter à confusion avec le mode d'adressage immédiat, la constante exprimée ici doit être contenue entre crochets ([]). Si tel n'était pas le cas, on retrouverait en effet la même notation que pour l'adressage immédiat et ce serait inutilisable.

## ADRESSAGE INDIRECT PAR RAPPORT A UN REGISTRE

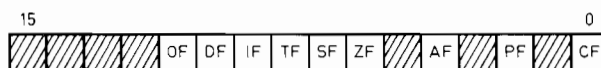
Ce mode d'adressage reprend le principe du précédent mais, au lieu de préciser un déplacement sous forme de constante, on spécifie un registre de base ou d'index dans lequel est contenu ce dernier. On peut ainsi écrire :

MOV AX,[SI] qui aura pour effet d'ajouter le contenu de DS multiplié par 16 au contenu du registre SI. Vous constatez donc bien que cela fonctionne comme l'adressage direct mais en allant chercher le déplacement dans SI.

Les registres BX, BP, SI et DI peuvent être utilisés dans ce mode d'adressage. Le segment par défaut est DS sauf pour BP pour lequel c'est SS. Ce mode d'adressage, même s'il vous semble plus lourd que le précédent, présente l'avantage de plus de souplesse puisqu'en faisant évoluer le contenu du registre concerné il est possible de balayer toute une zone mémoire.

## ADRESSAGE DIRECT INDEXE

Ce mode d'adressage est à peine plus complexe que les deux précédents car il résulte de leur as-



OF : OVERFLOW FLAG (DEBOORDNEMENT)  
 DF : DIRECTION FLAG (DIRECTION)  
 IF : INTERRUPT FLAG (MASQUE D'INTERRUPTION)  
 TF : TRAPFLAG (PAS A PAS)  
 SF : SIGN FLAG (SIGNE)  
 ZF : ZERO FLAG (ZERO)  
 AF : AUXILIARY FLAG (RETENUE AUXILIAIRE)  
 PF : PARITY FLAG (PARITE)  
 CF : CARRY FLAG (RETENUE)

Fig. 2. - Le registre d'état du 8088 et les affectations de ses divers bits significatifs.

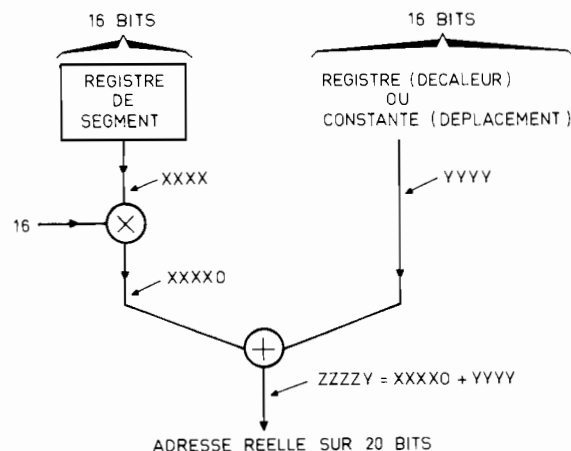


Fig. 3. - Procédure de calcul des adresses dans le 8088.

sociation. L'adresse où aller chercher l'opérande est en effet obtenue en utilisant comme déplacement la valeur spécifiée dans l'instruction (comme en adressage direct) ajoutée au contenu d'un registre d'index (comme en adressage indirect). Les registres utilisables sont, par contre, limités à SI et DI, et le segment par défaut est toujours le segment DS. Ainsi, le fait d'écrire :

MOV AX,[123+SI]

fait-il ajouter 123 au contenu de SI, ce qui donne un déplacement ajouté lui-même au contenu de DS multiplié par 16 pour obtenir l'adresse réelle de l'opérande concerné.

Plusieurs notations sont admises par les assembleurs 8088 pour ce type d'adressage puisqu'il est possible d'écrire indifféremment :

[constante+DI] ou constante [DI] ou encore constante+[DI].

### ADRESSAGE RELATIF PAR RAPPORT A UNE BASE

Ce mode d'adressage ressemble fortement au précédent, tout au moins en ce qui concerne le calcul de l'adresse. En effet, l'adresse réelle est calculée en ajoutant une constante au contenu d'un registre de base qui peut être BX ou BP pour former le déplacement. Ce dernier est alors ajouté au contenu d'un registre de segment multiplié par 16. Le registre de segment pris par défaut est DS dans le cas de BX, et SS dans le cas de BP.

La notation est analogue à celle vue ci-avant puisque l'on écrira par exemple :

MOV AX, [BX+123], ce qui permettra de charger le registre AX par la donnée qui se trouve à l'adresse obtenue en ajoutant 123 au contenu de BX et au contenu de DS multiplié par 16.

Comme dans le mode précédent, diverses notations sont admises par l'assembleur, ce sont :

[BX+constante],  
[BX]+constante ou encore  
[BX]constante.

### ADRESSAGE INDEXE PAR RAPPORT A UNE BASE

Ce mode d'adressage est le plus complet qui se puisse utiliser sur le 8088 ; il résulte en effet de la combinaison des deux modes précédents et fait intervenir pour le calcul de l'adresse un registre de base (BX ou BP donc), un registre d'index (SI ou DI donc) et une constante quelconque. L'adresse réelle est obtenue en ajoutant constante, contenu de la base, contenu de l'index pour former le déplacement qui est lui-même ajouté ensuite au contenu d'un registre de segment multi-

plié par 16. Le choix de ce registre de segment est dicté par le choix de la base. Si BX est utilisé, DS sera sélectionné, alors que ce sera SS pour BP comme base.

Pour reprendre l'exemple de notre instruction MOV, on pourrait écrire :

MOV AX, [BX+SI+123] pour calculer l'adresse où aller chercher la donnée grâce à BX, SI, 123 et le registre de segment DS. Ici encore, diverses notations sont admises par l'assembleur mais sont, cette fois-ci, au nombre de quatre puisque l'on trouve :

[BX+DI+constante], [DI+BX+constante], [BX+constante] [DI] ou encore [BX] [DI+constante].

### CONCLUSION

Nous continuerons notre voyage au pays du 8088 le mois prochain avec la présentation de son jeu d'instructions, ce qui nous conduira tout naturellement à écrire nos premiers programmes.

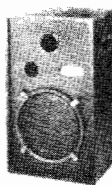
C. TAVERNIER

## DES AFFAIRES

### HP JAMO 330 S

5 HP super puissant  
**2 490 F**

### ENCEINTES DISCOTHEQUES



Nouveau 38 cm - 350 W

Megawatt B 150

**590 F**

**990 F 790 F**

### POUR BRICOLEURS

**CHAINE** : Télécommande infrarouge  
Platine tangeantielle  
Tuner présélection à  
affichage digital - K7 soft touch  
meuble et HP - à réviser,  
pièces fournies -



**2.990 F 990 F**

## INFORMATIQUE

### Ordinateur PC «TRIUMPH ADLER»

avec 2 drives \_\_\_\_\_ **2 990 F**

### Moniteur monochrome

Grandes marques

Soldé : **690 F**

### Compatible

256 K 1 drive 360 K



### Imprimante

132 colonnes

Marguerite **1 900 F**

**4 900 F**

HT

### PROMOTIONS

### LE HAUT PARLEUR

KIT SONO 350 W

HP 38 + Filtre + Compression

**790 F**

PLATINE DISCOTHEQUE

Bras métal

PROMOTION : **690 F**

PLATINE LASER **1990 F**

EQUALISEUR HIFI **590 F**

AUTO RADIO 14 W

K7 stéréo FM-GO **390 F**

ENCEINTE 60 W

3 voies **250 F**

ENCEINTE 4 HP

70 W **590 F**

## CASCELL CENTER - 89, rue Martre - 92110 CLICHY (Métro Mairie de Clichy)

Ouvert de 13 h à 19 h du lundi au vendredi - samedi toute la journée de 9 h à 19 h

☎ **47.30.10.46**