

# Réalisez votre ordinateur individuel

## **mise en service** **des disquettes**

**L**E sous-titre de cet article ne doit vous laisser aucun doute sur son contenu puisque nous allons vous conduire, lentement mais sûrement, à la mise en service de vos lecteurs de disquettes. Nous vous recommandons de ne pas brûler les étapes et de suivre pas à pas nos indications ce qui est le plus sûr moyen de mener à bien cette partie très importante de la réalisation.

Nous avons vu, le mois dernier, quels étaient les principes fondamentaux relatifs tant aux unités de disquettes qu'au contenu de celles-ci, et nous avons conclu en vous présentant le synoptique de la carte IFD09 chargée de réaliser le couplage des lecteurs de disquettes à notre système. C'est donc par l'étude du schéma de cette carte que nous allons commencer cet article.

### Généralités

La carte IFD09, comme l'indique le synoptique publié dans notre précédent numéro, peut être divisée en quatre parties fondamentales qui sont :

- Le circuit contrôleur de disquettes intégré,
- le circuit de sélection des disquettes,
- l'interface avec le bus de l'ordinateur,
- l'interface avec les signaux des lecteurs de disquettes.

Ces quatre parties ont toutes leur importance, mais il est évident que la plus délicate d'entre elles est celle du contrôleur de disquettes. Il y a quelques années, un tel contrôleur demandait une carte de la taille de celles que nous utilisons, couverte de circuits TTL classiques. Heureusement, depuis quelque temps existent sur le marché des circuits intégrés à grande échelle qui simplifient cette fonction. Nous avons adopté un de ceux-ci

en la « personne » du WD 1795 de Western Digital que nous avons d'ailleurs déjà utilisé avec succès sur notre mini-ordinateur à base de 6800. Ce circuit était, à l'époque, assez coûteux mais sa grande diffusion a fait tomber son prix de façon assez importante, ce qui nous l'a d'ailleurs fait préférer à des versions plus récentes (WD 2795 par exemple), introduites sur le marché depuis peu qui, elles, sont encore à un prix astronomique. Ces versions améliorées sont, sur certains points, plus intéressantes que notre « vieux » circuit (deux ans !), mais le rapport amélioration sur différence de prix ne nous semble pas encore assez favorable. L'analyse du schéma de la carte dépendant pour beaucoup de ce contrôleur intégré, nous allons vous présenter, sommairement, ses possibilités, étant entendu qu'une étude détaillée sortirait du cadre de cet article. Les lecteurs intéressés pourront se procurer, pour ce faire, la fiche technique de ce

produit qui n'existe malheureusement qu'en Américain pour l'instant.

### Le WD 1795

La figure 1 présente le synoptique interne de ce circuit ; synoptique qui est lui-même incomplet tant le nombre de possibilités du circuit est important. Grosso modo, nous constatons que le circuit est divisé en trois parties. Une interface avec un bus microprocesseur, une interface avec les signaux « standards » des lecteurs de disquettes et, entre les deux, un réseau logique programmable. L'interface, avec le microprocesseur, gère tous les signaux classiques que l'on trouve sur un bus et comporte trois registres internes accessibles en lecture et en écriture. C'est par ces registres que vont transiter les données échangées entre les disquettes, et le microprocesseur va être informé de l'état du contrôleur de disquettes et va pouvoir lui donner des ordres. Ce contrôleur présente, en effet, la possibilité d'exécuter seul des macro-commandes, c'est-à-dire des fonctions qui nécessitent plusieurs actions et ce, sans que le microprocesseur n'ait à intervenir pendant l'exécution.

Une autre possibilité intéressante de ce circuit est qu'il est capable de décoder les données en provenance de la disquette en simple et double densité (voir notre précédent article) et, bien

sûr, de coder aussi celles-ci de la même façon.

Enfin, dernier point, un certain nombre de paramètres propres aux lecteurs de disquettes, proprement dit, sont programmables au moyen des registres évoqués ci-avant, ce qui rend ce circuit polyvalent. Ces deux derniers points permettent d'envisager, comme c'est fait sur notre carte IFD09, une commutation simple — double densité par logiciel — sans avoir quoi que ce soit à manipuler, ce qui est un avantage non négligeable.

La figure 2 présente les noms, fonctions et adresses des registres du circuit. Le registre situé en E000 est en fait un ensemble double. En lecture c'est un registre d'état qui donne des renseignements, non pas sur le contrôleur mais directement sur le lecteur qui lui est connecté, et en écriture, c'est un registre de commande dans lequel l'écriture d'un certain nombre de codes que nous allons présenter déclenche des fonctions au niveau des lecteurs de disquettes. Trois autres registres ont une fonction identique en lecture et en écriture. Ce sont les registres de piste, de secteur et de données dans lesquels vont se trouver (en lecture) ou dans lesquels on va mettre (en écriture) les numéros de piste et de secteur concernés ainsi que les données en transit.

Les commandes exécutables par le WD 1795 sont au nombre de 11 et nous allons les voir sommairement. Elles sont classées en quatre types selon leur

fonction. Les commandes de type 1 sont des commandes de positionnement de la tête, les commandes de type 2 sont des commandes de lecture/écriture de données « utiles » c'est-à-dire de ce que vous souhaitez écrire ou lire sur le disque. Les commandes de type 3 sont des commandes de lecture/écriture complète c'est-à-dire qu'elles donnent accès non seulement à l'information utile se trouvant sur la disquette mais aussi à des informations qui vous sont normalement transparentes telles que numéros des pistes et des secteurs, caractères de contrôle, ca-

ractères de synchronisation entre les secteurs, etc., la commande de type 4 est une commande d'interruption forcée de la commande en cours d'exécution, son emploi est assez rare et est nul dans notre système.

Nous allons voir le rôle de ces commandes rapidement car certaines d'entre elles seront utilisées en fin d'article pour faire les premiers essais de la carte IFD09.

La commande RESTORE a pour effet de ramener la tête sur la piste 00 sans s'occuper de quoi que ce soit et quelle qu'en soit la position initiale.

La commande SEEK a pour effet de rechercher automatiquement la piste qui a été spécifiée dans le registre de données vu ci-avant. Cette commande est un exemple de « l'intelligence » du WD 1795 puisqu'il doit, dans ce cas et tout seul, savoir où se trouve la tête (donc pouvoir le lire sur la disquette) en déduire le sens du déplacement et le nombre de pistes à sauter et vérifier qu'il est bien arrivé au bon endroit (donc pouvoir à nouveau lire la disquette).

Les commandes STEP IN et STEP OUT sont des sous-produits de la commande SEEK

puisqu'elles font avancer la tête ou reculer la tête d'un certain nombre de pas.

La commande READ SECTOR est une commande de lecture du secteur dont le numéro est spécifié dans le registre de secteur vu ci-avant. Cette commande ne fait pas de recherche de piste, il faut donc avoir fait au préalable un SEEK avant de l'exécuter. Les données contenues dans le secteur sont lues les unes après les autres et sont placées au fur et à mesure dans le registre de données. Il faut évidemment que le microprocesseur vienne les y chercher assez rapidement pour ne pas qu'elles s'écrasent mutuellement.

La commande WRITE SECTOR est l'inverse de la commande précédente, à savoir que les données, que le microprocesseur place dans le registre de données, sont écrites les unes à la suite des autres dans le secteur spécifié.

Les commandes READ ADDRESS, READ TRACK et WRITE TRACK permettent d'accéder à toutes les informations contenues sur une piste pour y lire ou y écrire. Nous ne détaillerons pas plus celles-ci car vous n'aurez jamais à y faire appel ; leur utilisation demandant une connaissance détaillée de la structure des disquettes.

Ces commandes sont déclenchées par l'écriture des codes indiqués dans le tableau de la figure 3. Tableau dans lequel on retrouve également le type et l'appellation de celles-ci. On remarque, dans ce tableau, la présence d'un certain nombre de lettres. Celles-ci ont leurs significations précisées figure 4. La lettre H par exemple permet de choisir si la tête doit être chargée ou non (inutile dans le cas des disquettes Tandon où la tête est chargée en permanence). La lettre V sélectionne, pour une commande SEEK par exemple, la vérification ou non de la piste que l'on a choisie. Les lettres R<sub>0</sub> et R<sub>1</sub> permettent de fixer la vitesse des impulsions envoyées sur la ligne STEP et donc adaptent le circuit au moteur pas à pas qui équipe le lecteur utilisé, etc.

Nous allons nous en tenir là pour la description de ces commandes et, avant d'en conclure avec cette présentation du WD 1795, nous vous indiquons en figure 5 les informations qui

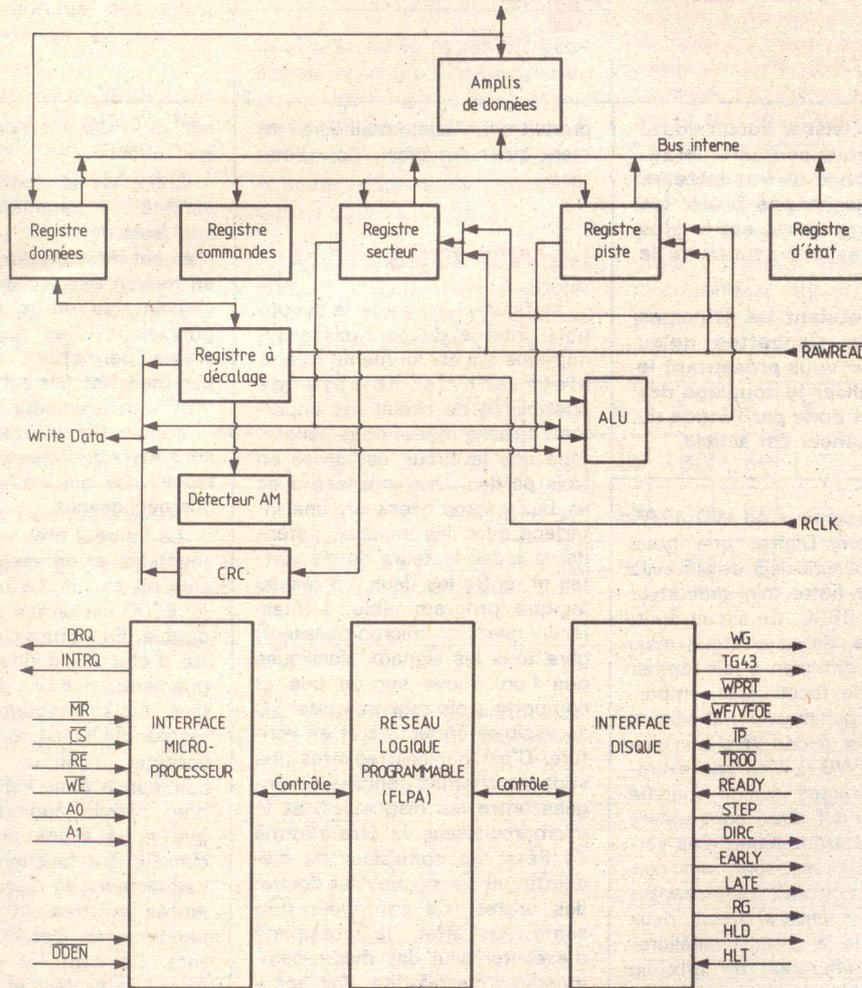


Fig. 1. - Synoptique interne du merveilleux circuit LSI de Western Digital.

Adresse réelle	A <sub>1</sub>	A <sub>0</sub>	Lecture	Ecriture
E000	0	0	Registre d'état	Registre de commande
E001	0	1	Registre de piste	Registre de piste
E002	1	0	Registre de secteur	Registre de secteur
E003	1	1	Registre de données	Registre de données

Fig. 2. - Adressage des registres internes du WD 1795.

sont contenues dans le registre d'état suite à l'exécution d'une des commandes précitées. La signification des bits diffère un peu pour les commandes de type 1 et pour celles de type 2 et 3. Nous pensons que cette figure se passe de commentaire, la signification des bits y étant clairement explicitée.

Cette présentation étant faite, nous allons maintenant analyser le schéma de la carte.

**Le schéma d'IFD 09**

Il est présenté figure 6 et son apparente complexité ne doit pas vous effrayer. En effet, nous

carte uniquement quand la carte n'est pas adressée. Lorsque c'est le cas, VUA est identique à VMA et tout marche comme par le passé, lorsque la carte est adressée, la sortie 01 de la 7611 passe à 0 et VUA passe aussi à 0 désactivant la carte RAM dynamique. Un décodage complémentaire à celui de la 7611 est réalisé sur la carte au moyen du demi 74139 qui commande RE et WE du WD 1795. Ce circuit commande aussi un 74174 qui est un circuit contenant six bascules D qui est utilisé ici comme registre de sélection des disquettes et de la fonction simple ou double densité. Le WD est placé

entre E000 et E003 et le 74174 est placé en E080.

Côté droit du WD 1795 se trouve l'interface avec les lecteurs de disquettes interface qui se subdivisent en trois parties. Au centre les signaux existant sur le WD et sur les lecteurs sont

reliés quasi directement au moyen de trigger de Schmitt et d'inverseurs à collecteur ouvert comme nous l'avons expliqué le mois dernier. En haut se trouve la logique de génération d'horloge pour le WD mais aussi, et c'est la partie la plus délicate de la

Type de commande	BITS							
	7	6	5	4	3	2	1	0
1 RESTORE	0	0	0	0	H	V	R <sub>1</sub>	R <sub>0</sub>
1 SEEK	0	0	0	1	H	V	R <sub>1</sub>	R <sub>0</sub>
1 STEP	0	0	1	U	H	V	R <sub>1</sub>	R <sub>0</sub>
1 STEP IN	0	1	0	U	H	V	R <sub>1</sub>	R <sub>0</sub>
1 STEP OUT	0	1	1	U	H	V	R <sub>1</sub>	R <sub>0</sub>
2 READ SECTOR	1	0	0	M	B	E	S	0
2 WRITE SECTOR	1	0	1	M	B	E	S	A <sub>0</sub>
3 READ ADDRESS	1	1	1	0	0	E	S	0
3 READ TRACK	1	1	1	0	0	E	S	0
3 WRITE TRACK	1	1	1	1	0	E	S	0
4 FOCE INTERRUPT	1	1	0	1	I <sub>3</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>0</sub>

Fig. 3. — Commandes exécutables par le WD 1795 (voir texte et tableaux suivants).

H = 1 H = 0	Chargement de la tête Déchargement de la tête
V = 1 V = 0	Vérification de la piste choisie Pas de vérification
R <sub>1</sub> , R <sub>0</sub>	Vitesse du moteur pas à pas (voir texte)
U = 1 U = 0	Actualisation du registre de piste Pas d'actualisation
M = 0 M = 1	Enregistrement simple Enregistrements multiples
A <sub>0</sub> = 0 A <sub>0</sub> = 1	FB comme Data Address Mark F8 comme Deleted Data Mark
E = 1 E = 0	Délai de 15 ms sur chargement tête Pas de délai
S = 0 S = 1	Place la sortie « face » (SSO) à 0 Place la sortie « face » (SSO) à 1
B = 0 B = 1	Sélection de la longueur des secteurs Pour compatibilité IBM
I <sub>3</sub> , I <sub>2</sub> I <sub>1</sub> , I <sub>0</sub>	Sélection de la cause d'interruption

Fig. 4. — Signification des lettres et symboles du tableau de la figure 3.

allons le disséquer compte tenu du synoptique évoqué en début d'article.

La partie gauche regroupe toute la circuiterie d'interface avec le bus du système. Les adresses passent dans les classiques amplificateurs unidirectionnels ainsi que les signaux de contrôle E, VMA et R/W. Les huit lignes d'adresses de poids fort aboutissent sur une mémoire type 7611 qui assure le décodage d'adresse de la carte en validant l'amplificateur de données bidirectionnel et le demi 74139 de commande des lignes WE et RE du WD 1795. Mais cette mémoire a également un autre rôle qui est celui de la fabrication du signal VUA. En effet, la carte IFD 09 réside de E000 à E0FF en page 1. Il faut donc dévalider le morceau des 64 K de RAM qui se trouve à ces mêmes adresses. La carte RAM dynamique pouvant utiliser comme signal de validation VMA, VUA ou VXA, nous lui faisons utiliser VUA qui est fabriqué sur cette

N° de BIT	SIGNIFICATION
B <sub>7</sub> PAS PRET	Si B <sub>7</sub> = 1 le disque n'est pas prêt (porte ouverte, disquette non en place, etc.)
B <sub>6</sub> PROTECTION	Si B <sub>6</sub> = 1 le disque est protégé en écriture
B <sub>5</sub> TETE CHARGEE	Si B <sub>5</sub> = 1 la tête est chargée sur le disque
B <sub>4</sub> ERREUR DE PISTE	Si B <sub>4</sub> = 1 la piste demandée n'a pas été atteinte
B <sub>3</sub> CRC	Si B <sub>3</sub> = 1 il y a erreur de CRC
B <sub>2</sub> PISTE 00	Si B <sub>2</sub> = 1 la tête est sur la piste 00
B <sub>1</sub> INDEX	Si B <sub>1</sub> = 1 l'index vient de passer devant le détecteur d'index
B <sub>0</sub> OCCUPE	Si B <sub>0</sub> = 1 le WD 1795 est en train d'exécuter une commande

**Signification des bits du registre d'état lors des commandes de type 1**

N° de BIT	SIGNIFICATION
B <sub>7</sub> PAS PRET	Idem tableau figure 7
B <sub>6</sub> PROTECTION	Idem tableau figure 7
B <sub>5</sub> ERREUR ECRITURE	B <sub>5</sub> = 1 indique une erreur en écriture
B <sub>4</sub> NON TROUVE	B <sub>4</sub> = 1 indique que le secteur spécifié n'a pu être trouvé
B <sub>3</sub> CRC	Idem tableau figure 7
B <sub>2</sub> PERTE DE DONNEES	B <sub>2</sub> = 1 indique que le micro n'a pas répondu assez vite au WD et que des données ont été perdues
B <sub>1</sub> DONNEES PRESENTES	B <sub>1</sub> = 1 indique qu'une donnée vient d'être lue sur le disque
B <sub>0</sub> OCCUPE	Idem tableau figure 7

Fig. 5. — Signification des bits du registre d'état lors des commandes de types 1, 2 et 3.

## REALISATION

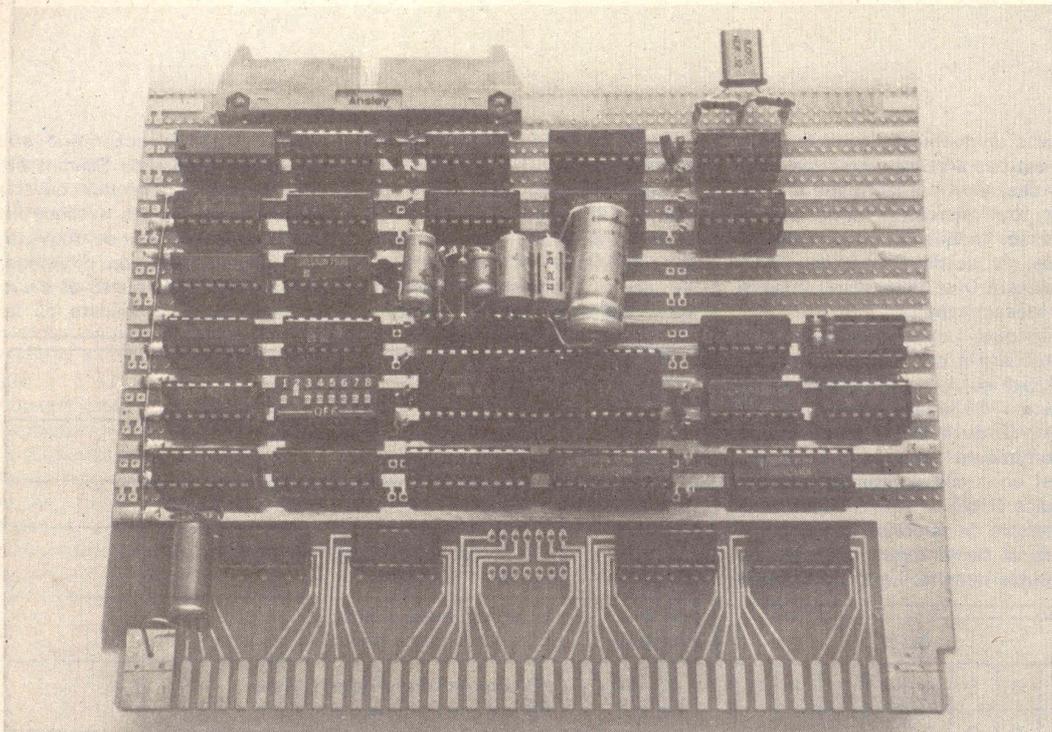


Photo 1. — Le prototype de la carte IFD 09 réalisé en wrapping...

carte, la logique de séparation données-horloge. Nous avons vu, en effet, que le codage employé sur les disquettes conduisait à un mélange des données et d'une horloge de délimitation des cellules de bit. Mélange qu'il faut décoder ici pour fournir au WD les données d'une part et l'horloge d'autre part. En fait, comme le WD est doué, on lui fournit le mélange données plus horloge et l'horloge que l'on a pu en extraire et il se débrouille. La circuiterie d'extraction n'est pas complexe et fait appel à un compteur prépositionnable. Cette technique n'est pas aussi performante que celle utilisant une boucle à verrouillage de phase, mais présente l'avantage énorme de ne pas demander d'appareil de mesure pour sa mise au point. Précisons que ce type de séparateur est en service chez l'auteur, depuis quatre ans, sans avoir jamais défailli, alors, les mérites de la boucle à verrouillage de phase... bof !

Un multiplexeur deux fois quatre voies vers une voie (74153) est inclus dans cette partie et joue le rôle de commutateur électronique commandé d'une part par le strap  $S_8$  qui réalise la sélection 5 pouces - 8 pouces, d'autre part par le signal en provenance de la partie basse du schéma qui réalise la sélection simple densité-double densité. En effet, les fréquences des signaux mis en jeu d'une part, et la

fréquence du signal d'horloge à fournir au WD 1795 d'autre part sont différentes selon que l'on est en 5 ou 8 pouces et en simple ou double densité.

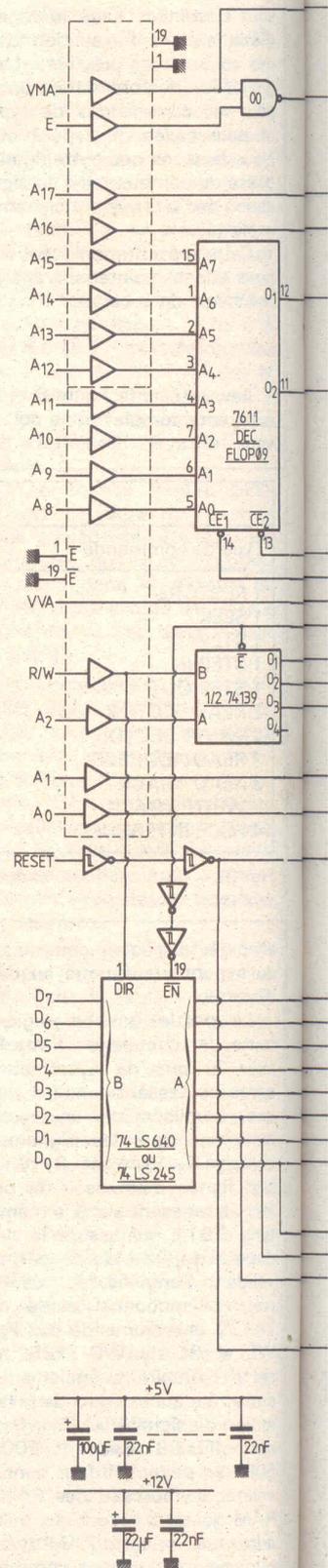
La partie basse du schéma regroupe la logique de sélection des lecteurs constituée par un 74174, dont trois des bascules D qu'il contient sont utilisées. L'une d'entre elles servant à la sélection double densité-simple densité. Ce 74174 est suivi par un décodeur deux vers quatre qui à partir des deux bits  $D_0$  et  $D_1$  génère trois signaux de validation pour les lecteurs de disquettes.

Comme nous avons choisi de coupler la commande des moteurs des lecteurs à leurs lignes de sélection, et qu'un lecteur n'a généralement pas besoin de rester en marche plus de quelques secondes lors de chaque accès, un monostable valide le 74139 de sélection des drives pendant une trentaine de secondes après chaque accès au registre de sélection. Cela permet d'économiser au maximum les lecteurs et les disquettes qui s'y trouvent mais aussi l'alimentation (le moteur consomme 800 mA sur le 12 V), et les oreilles de l'utilisateur. Le seul risque qu'il y a à employer un tel système est un blocage du DOS, si ce dernier accède aux disquettes qu'il croyait en marche alors qu'elles sont arrêtées. Ce cas là est prévu (contrairement à ce qui se passait sur notre ancien système

avec la carte IFD classique) par une gestion infaillible de la ligne READY du WD 1795. Cette gestion peut être confiée aux lecteurs si ceux-ci disposent d'une telle sortie ce qui est rare sur les 5 pouces et qui, en tout cas, n'existe pas sur les Tandon. Mais elle peut aussi être réalisée sur la carte, grâce aux trois monostables visibles en bas du schéma, ce qui sera notre cas, vu ce que nous venons de dire des Tandon. La présence des monostables s'explique de la façon suivante : un lecteur est prêt un certain temps après avoir été sélectionné (monostable commandé par  $Q_0$  ou  $Q_1$  du 74174). Temps dépendant des constantes de temps de mise en vitesse du moteur du lecteur, mais il faut aussi, pour qu'un lecteur soit prêt, qu'une disquette soit insérée dans celui-ci qui est détecté par le monostable déclenché par la ligne IP (impulsions d'index).

Un dernier monostable visible aussi, dans le bas de la figure, permet de générer un retard correspondant au temps de chargement de la tête. Celui-ci peut être mis hors service par  $S_7$  pour les lecteurs qui, comme les Tandon, ont la tête chargée en permanence. Comme nous avons voulu faire une carte relativement polyvalente, nous l'avons tout de même prévu car la dépense ainsi engagée en supplément était minime.

Nous n'allons pas nous ape-



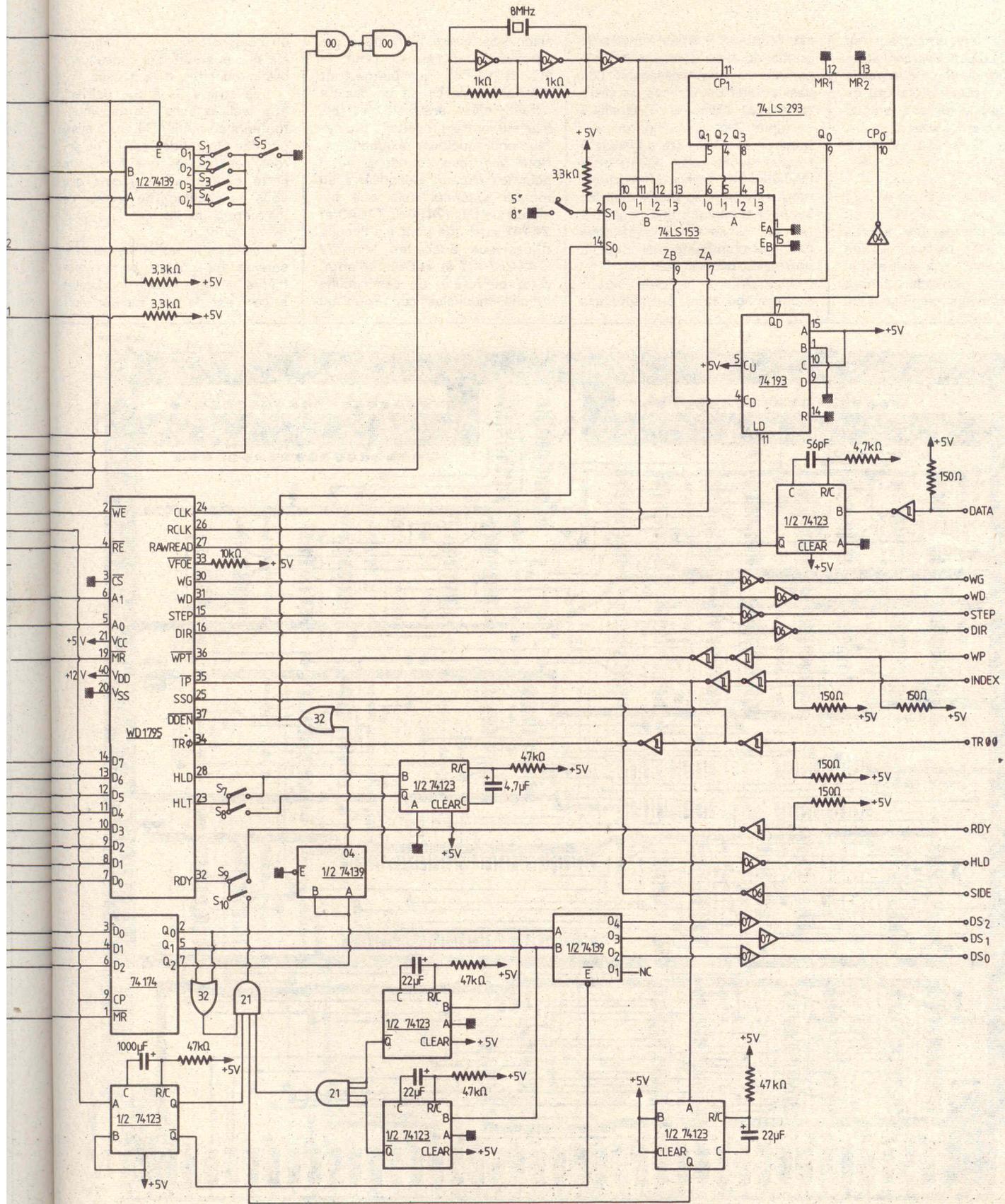


Fig. 6. — Schéma de la carte IFD 09.

## REALISATION

santir plus longtemps sur ce schéma afin de pouvoir consacrer un maximum de place à la partie pratique de cette réalisation, ce qui, nous le savons, est attendu par nombre d'entre vous.

### Réalisation de la carte

Comme toutes les autres cartes de cette réalisation, son circuit imprimé est disponible chez FACIM à partir du moment où nous écrivons ces lignes. Il

est, bien sur, à trous métallisés, étamé et avec connecteur doré comme ses prédécesseurs. Les dessins des deux faces de cette carte sont indiqués à l'échelle 1 en figure 7 et 8 puisque des reproches nous ont été adressés à propos de la carte IFD09 pour laquelle, par manque de place, nous n'avions pas publié ceux-ci. Le plan d'implantation, quant à lui, est visible figure 9 et nous allons le commenter car c'est, à notre avis, nécessaire.

Les circuits intégrés seront montés, ou non, sur supports

selon vos désirs mais nous recommandons ceux-ci pour le WD 1795 ce qui permettrait d'échanger ce circuit en cas de défaut ; c'est rare mais c'est arrivé sur notre précédent ordinateur pour quelques exemplaires. Nous les recommandons aussi pour les circuits « exposés » au monde extérieur tels que les amplis de bus (74541, 74640 et 7414) ainsi que pour les circuits d'interface avec les lecteurs (7414, 7407 et 7406) ; en effet, c'est au niveau de ces circuits qu'une mauvaise connexion ou

un court-circuit sur un câble ou sur le bus aurait des conséquences immédiates et fâcheuses.

Les straps  $S_1$  à  $S_{10}$  peuvent être réalisés avec des mini-interrupteurs en boîtier DIL mais aussi par des fils soudés car ils ne seront pas bougés une fois votre carte configurée, à moins que vous ne changiez de lecteur de disquettes par la suite ; à vous de voir donc.

Les résistances et les condensateurs ne posent aucun problème d'implantation particulier si ce n'est de bien repérer leurs

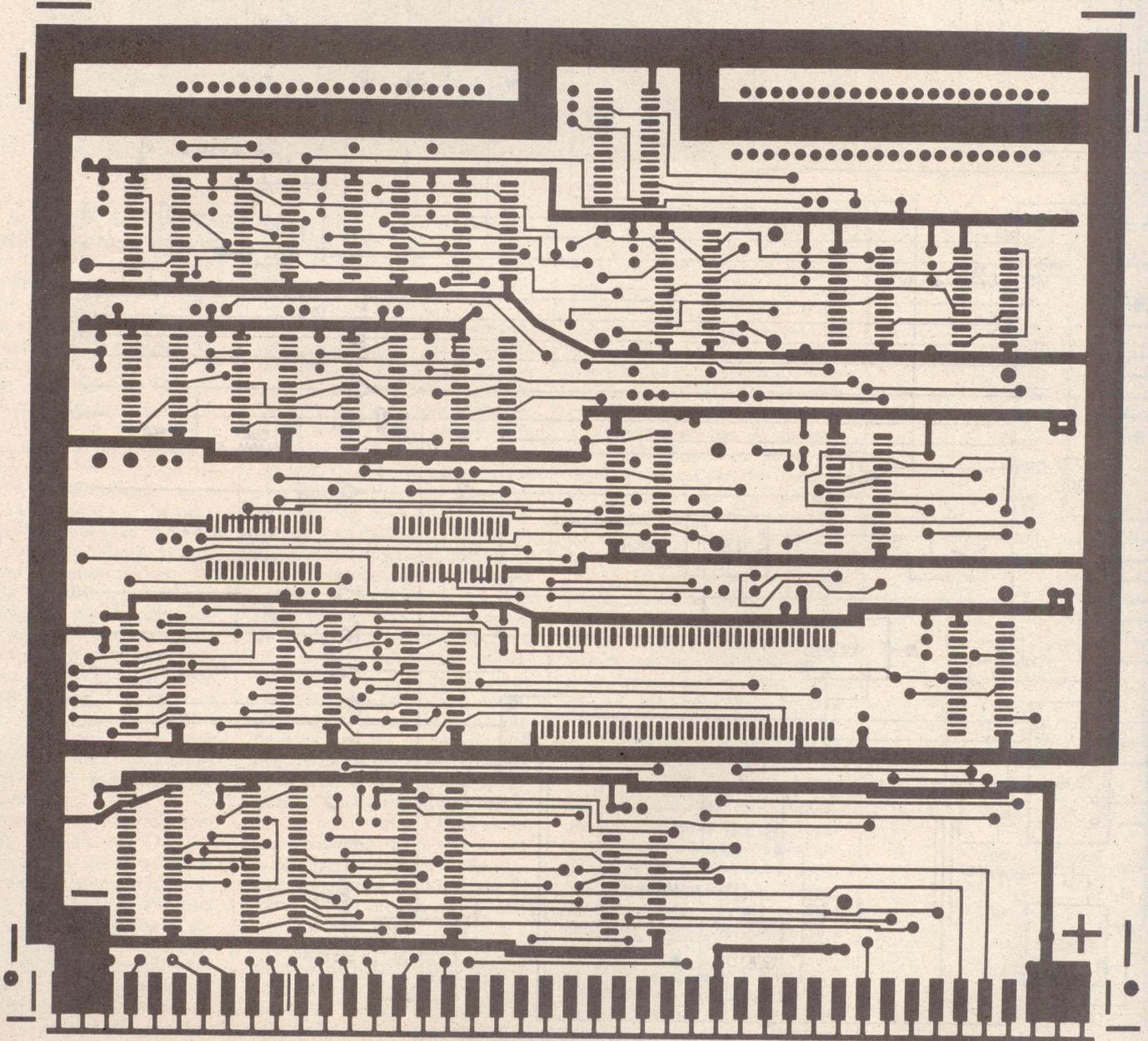


Fig. 7. — Circuit imprimé de la carte IFD 09 vu côté cuivre, échelle 1.

trous. Pour ce faire, et en raison des éventuelles erreurs d'impression qui peuvent fausser le plan d'implantation, aidez vous du schéma théorique et du brochage des circuits pour vérifier si vous êtes au bon endroit. Le quartz sera plaqué sur la carte après interposition d'un morceau d'isolant pour ne pas que son boîtier court-circuite les pistes qui passent dessous. Du « scotch » noir d'électricien convient parfaitement.

Pour ce qui est des condensateurs chimiques des monosta-

bles, respectez bien le sens indiqué, ni le monostable ni le condensateur n'aimeraient une inversion ! Attention, si vous éprouchez la photo de la carte publiée dans ces pages, vous allez constater une différence, le  $1\,000\ \mu\text{F}$  et un  $22\ \mu\text{F}$  ont été permutés ; cela vient du fait que la photo est celle du circuit imprimé prototype qui a été améliorée depuis. Le plan d'implantation est donc correct.

A propos des connecteurs de cette carte, il nous faut vous donner quelques explications vu

la présence de deux emplacements en haut de celle-ci, emplacement dont un est non câblé. L'un de ces connecteurs est prévu pour une liaison directe par câble plat serti aux deux extrémités avec des lecteurs Tandon préconisés dans notre précédent numéro (TM 100-1 à TM 100-4). Cet emplacement est prévu pour recevoir un connecteur pour câble plat classique à 40 contacts ou à 34 contacts. En effet, les connecteurs de liaison des lecteurs sont des 34 points ; si vous trouvez des connecteurs

pour câble plat de cette taille, pas de problème, achetez-les. Comme les 40 points sont plus courants (ou plutôt étaient plus courants au moment où nous avons conçu la carte) et qu'ils sont utilisables, nous avons prévu leur emplacement.

Si vous utilisez un 40 points, pas de problème, il se met dans l'emplacement prévu un point c'est tout ; par contre, si vous utilisez un 34 points, il faut le monter dans la partie gauche de cet emplacement comme schématisé figure 10. Cela va évi-

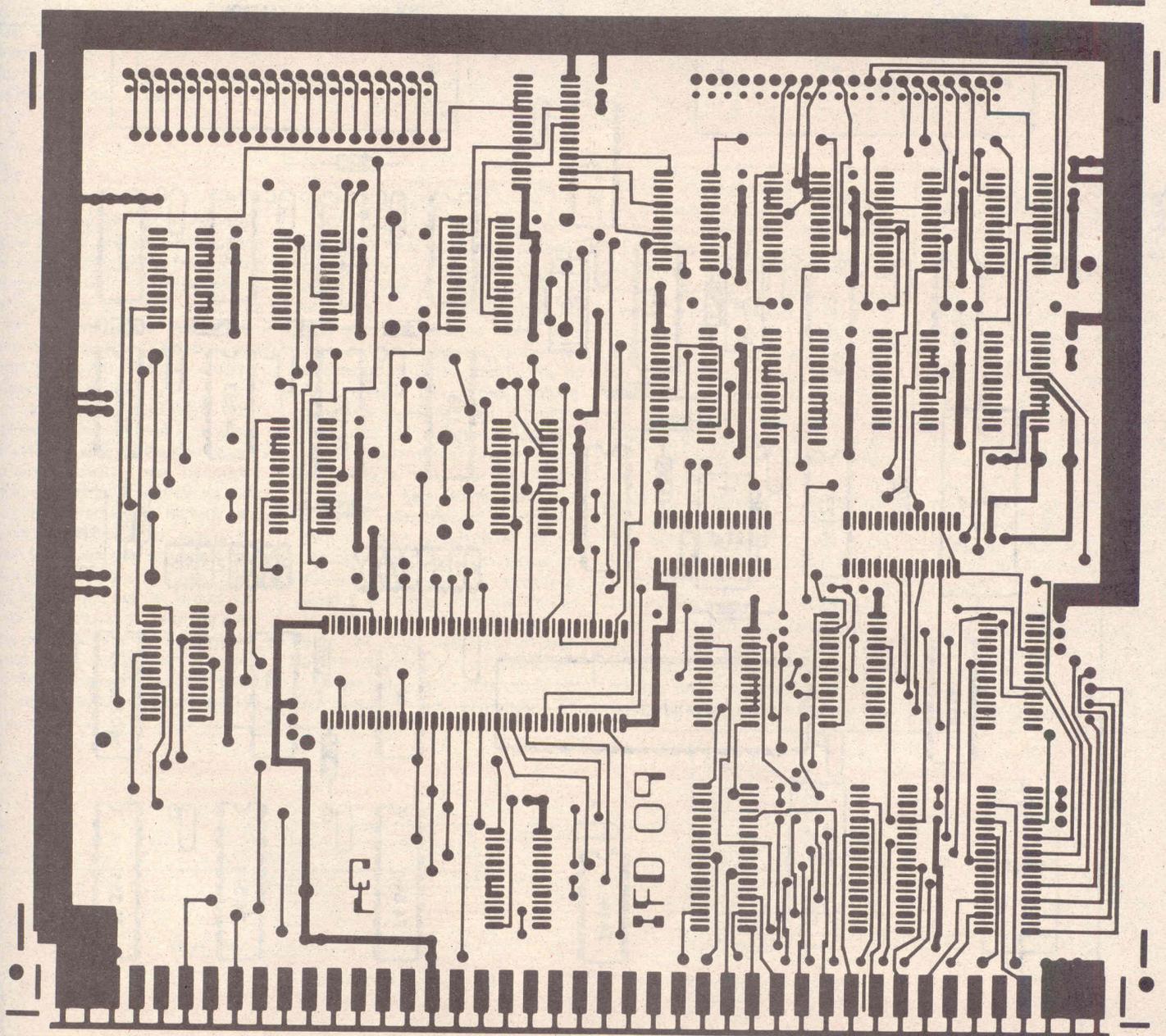


Fig. 8. — Circuit imprimé de la carte IFD 09 vu côté composants, échelle 1.

## REALISATION

demment plus loin. Si vous montez un connecteur mâle à 40 points, rien ne vous empêchera de connecter sur votre carte les lecteurs d'un ami équipé en 34 points ; il suffira de mettre sa prise dans la partie droite de votre connecteur comme indiqué aussi figure 10. Bien sur, si vous vous équipez en 34 points, vous ne pourrez pas brancher les lecteurs d'un ami équipé en 40 points.

Le connecteur de gauche est prévu pour ceux d'entre vous qui ne veulent utiliser des lecteurs

5 pouces ou qui ont des lecteurs 5 pouces dont le brochage de raccordement est totalement différent des Tandon (bien que le brochage de ces derniers soit normalisé). Il vous suffit alors de réaliser un câble plat normal entre vos lecteurs, et ce deuxième connecteur et, de câbler des plots de celui-ci qui sont utilisés par votre lecteur sur les plots de même nom du connecteur normal, au moyen de fil souple isolé. Cela fait un peu « plat de nouilles » mais c'est une solution simple et fiable. De toutes

façons, nous insistons bien sur le fait qu'elle n'est à mettre en œuvre que si vous sortez du cadre que nous avons prévu de façon importante. A ce propos, nous vous rappelons ce que nous avons déjà écrit : la non utilisation des lecteurs préconisés n'est à faire que si vous avez des connaissances suffisantes pour mener à bien une telle modification car, bien que parfois les modifications à apporter soient mineures, l'auteur ne peut considérer chaque cas particulier. Nous savons très bien que pour

l'instant nous n'avons proposé que des lecteurs Tandon au prix assez élevé mais nous nous sommes expliqués à ce sujet le mois dernier, et, pour l'instant la situation n'a pas évolué. Conscient de l'augmentation du prix des lecteurs due aux récentes fluctuations du cours du Dollar, nous avons amélioré la commande de copie de fichiers lorsque l'on a qu'un seul lecteur, ce qui permet de travailler maintenant dans cette configuration avec beaucoup de confort.

Cette digression étant finie,

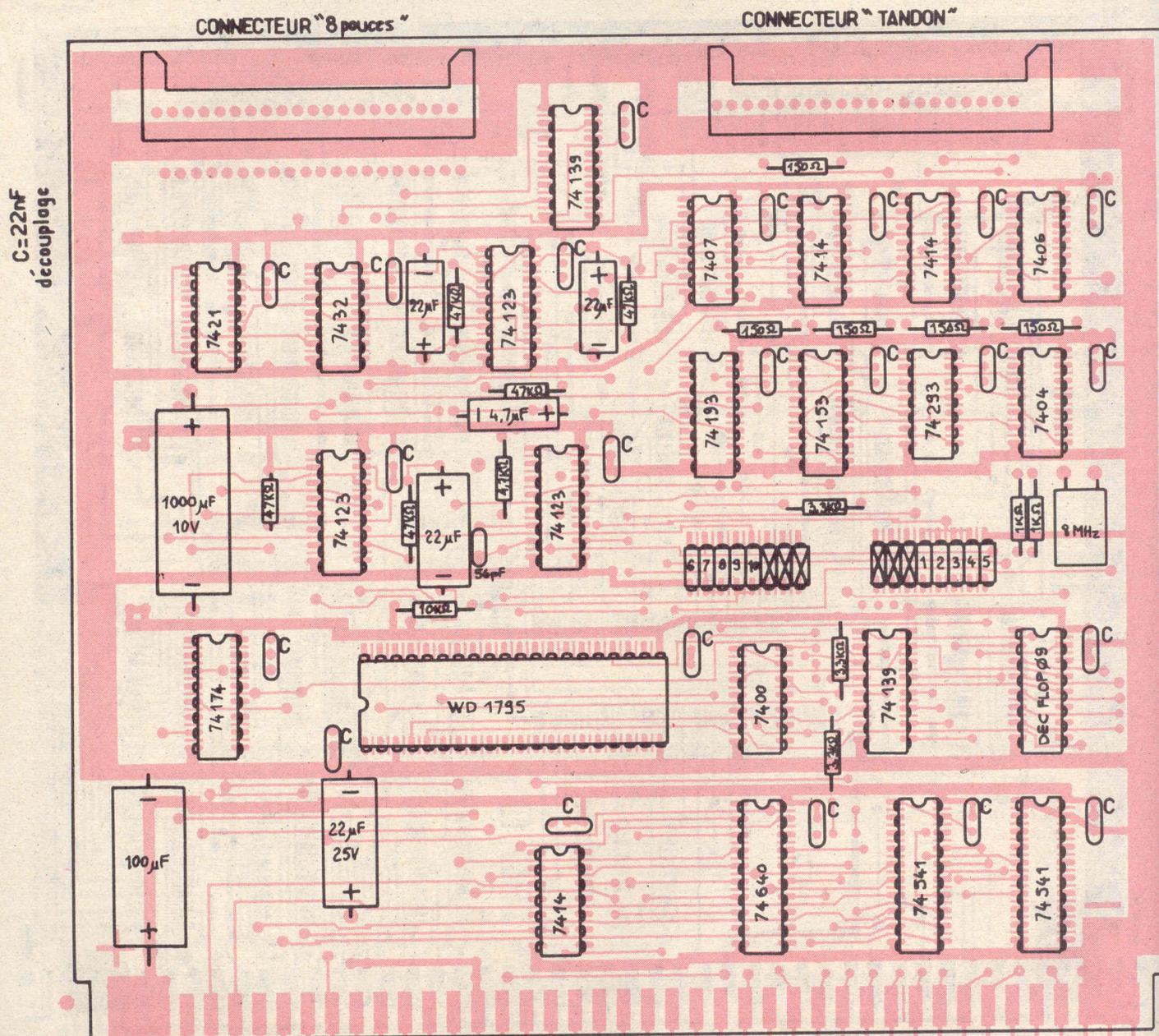


Fig. 9. — Implantation des composants.

nous allons résumer cette étape « connecteurs » de la façon suivante : si vous avez des Tandon, montez un connecteur 40 ou 34 points à droite, si vous avez autre chose au brochage très différent, montez un connecteur 40 points à gauche. Une autre solution, dans ce dernier cas, consiste aussi à ne pas utiliser de câble plat de liaison mais à réaliser un câble fil à fil spécifique. Le « plat de nouilles » évoqué ci-avant se déplace alors et de « sur la carte » il passe à « entre carte et lecteurs ».

Arrivé à ce stade de la réalisation de votre carte, il vous faut, après les traditionnelles, mais trop souvent baclées, vérifications d'usage la laisser de côté pour préparer les lecteurs et mettre ceux-ci dans le boîtier.

### Mise en place des lecteurs

Pour pouvoir être concret, nous allons décrire cette phase en supposant avoir à faire à des lecteurs Tandon et un boîtier In-codec. Ceux d'entre vous qui n'ont pas utilisé ce boîtier peuvent très facilement adapter nos propos qui vont être plus électronique que mécanique.

Les lecteurs se glissent donc par les découpes de la face avant en prenant soin de ne pas casser de composants ; les découpes étant un peu juste afin de ne plus les voir lorsque le lecteur est complètement mis en place. Ne vous inquiétez pas s'il vous faut coucher un peu, un ou deux condensateurs sur le circuit imprimé des lecteurs ; faites le avec soin et rien de fâcheux n'arrivera. Évitez, par contre, de redresser les dits composants après coup car cela fragiliserait leurs pattes

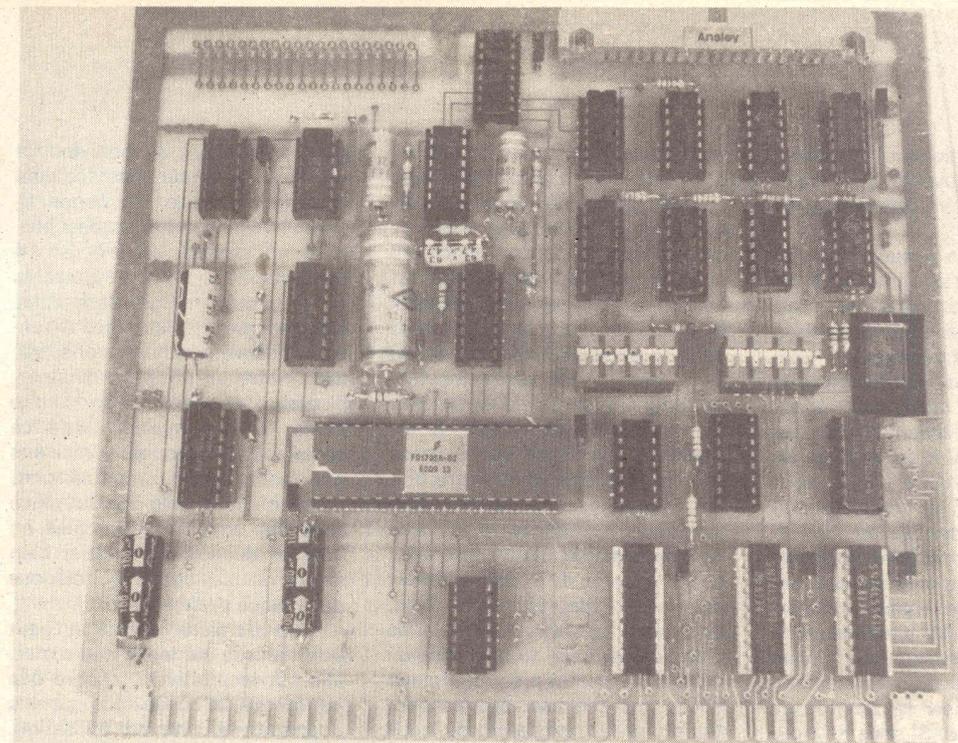


Photo 1. — ...et la version définitive en circuit imprimé.

et compromettrait une sortie ultérieure du boîtier.

Les lecteurs sont maintenus en place par des vis passant dans les trous prévus à cet effet, vis qui n'ont à exercer qu'un effort très faible compte tenu du fait que les lecteurs sont déjà bien soutenus par la forme en tôle soudée côté interne de la face avant. Les trous prévus dans les lecteurs sont taraudés pour des vis au pas américain, mais si vous n'avez pas de telles vis, utilisez des vis de 3 mm françaises, cela tient suffisamment, à condition d'être doux pour la mise en place et de ne pas serrer lorsque l'on arrive en butée. Une solution consiste aussi à employer des vis parker de 3,5 mm et de 10 mm de long ; ce n'est pas élégant pour le taraudage mais c'est efficace.

Il faut ensuite configurer le ou les lecteurs, les alimenter, et

faire le câble plat les concernant. Commençons par la configuration. Un support existe à l'arrière du circuit imprimé supérieur des lecteurs ; support livré plus ou moins équipé de straps laids (mais oui !). Enlevez ceux-ci et regardez la figure 11 qui vous indique où placer des straps sur le support ainsi libéré. Il en faut un à chaque extrémité pour tous les lecteurs et un autre qui dépendra du numéro que vous affecterez au lecteur. Votre premier lecteur sera impérativement appelé 0, le suivant 1 et le troisième éventuel le 2. Le lecteur 0 est celui sur lequel, lors d'une commande X de TAVBUG09, le moniteur va chercher le DOS ; les autres lecteurs 1 et éventuellement 2 ne sont pas utilisés pour charger le DOS ; à vous de voir où placer le 0 et quel lecteur mettre en 0 si vous avez deux types différents par exemple (un

40 pistes et un 80 pistes ou toute autre combinaison). A notre avis, il vaut mieux mettre comme lecteur 0 celui qui a la plus forte capacité car cela permet d'y loger toutes vos commandes et constitue alors votre disque « système » ; l'autre étant le disque « travail » qui est amené à être changé souvent ; ce n'est donc pas gênant s'il a une capacité moindre. Si vos lecteurs sont identiques pas de problème autre que de savoir si vous mettez 0 à droite ou à gauche (et nous nous garderons bien de donner un conseil en cette période de municipales) ; si vous n'avez qu'un lecteur il sera forcément 0.

Lors de cette opération, vous remarquerez la présence d'un réseau de résistances en boîtier DIL à côté de ce support à straps (voir figure 1.1 toujours). Ce réseau est à laisser sur le lecteur

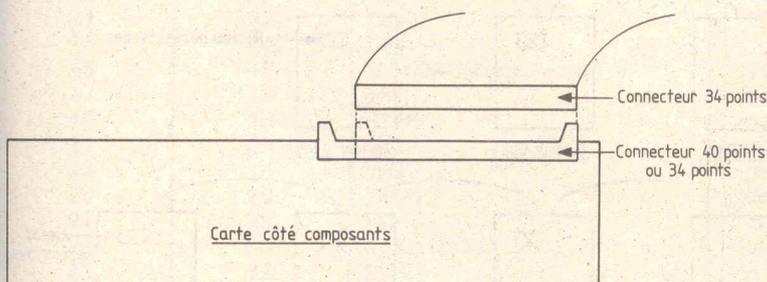
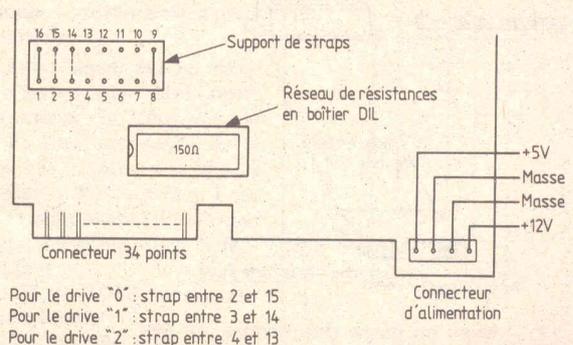


Fig. 10. — Utilisation d'un connecteur 34 ou 40 points (voir texte).



Pour le drive "0" : strap entre 2 et 15  
 Pour le drive "1" : strap entre 3 et 14  
 Pour le drive "2" : strap entre 4 et 13

Fig. 11. — Comment sertir les prises sur le câble plat.

qui sera situé au bout du câble comme nous l'avons schématisé pour plusieurs configurations figure 13.

Il ne faut, en aucun cas, laisser ces réseaux en place sur tous les lecteurs, car cela chargerait trop les signaux et conduirait à un mauvais fonctionnement.

Lorsque ces configurations sont faites, il faut procéder au câblage des alimentations des lecteurs. Celles-ci, au nombre de deux, + 5 V, + 12 V sont appliquées, via un connecteur, à quatre points dont la position et le brochage sont aussi indiqués figure 11. Ces connecteurs seront reliés directement aux sorties + 5 V, + 12 V et masse de la carte alimentation au moyen de fils de 9/10 de mm minimum afin de minimiser les chutes de tension en ligne. Si vous ne trouvez pas de connecteurs n'ayez pas de scrupules et faites comme nous. Soudez de toutes façons, il est peu probable que vous ayez à enlever vos lecteurs ultérieurement et, même si cela devait arriver pour une raison quelconque, trois fils sont vite dessoudés (nous avons dit trois car la masse du + 5 V et la masse du + 12 V sont communes et peuvent donc être véhiculées par le même fil).

Le câble de liaison entre la carte IFD09 et les lecteurs est la dernière étape de cette mise en place des lecteurs. Ce Câble sera réalisé avec du câble plat et des connecteurs prévus à cet effet. Côté carte IFD il faut un 34 ou 40 points femelle pour câble plat

classique ; côté lecteurs il faut un 34 ou 40 points encartable avec ou sans oreille. Vu le procédé de connexion des lecteurs présenté dans notre précédent article, il suffit de sertir sur le câble autant de connecteurs encartables qu'il y a de lecteurs ; le connecteur pour la carte IFD étant placé à l'extrémité du câble ainsi réalisé. La longueur de ce câble ne doit pas dépasser un mètre à un mètre cinquante ce qui ne pose pas de problème dans notre boîtier ; prévoyez seulement une longueur suffisante pour que vous puissiez éventuellement sortir la carte du fond de panier sans avoir à débrancher le câble. Comme il est très facile de se tromper lorsque l'on sertit un câble plat pour la première fois et qu'en cas d'erreur, les connecteurs sont irrécupérables, nous avons représenté en figure 12 comment il faut placer les prises et le câble pour cette opération. Quoi qu'il en soit et quelle que soit votre manière de procéder, il faut, une fois que ce câble est fait, vérifier à l'ohmmètre que les pattes se correspondent au point de vue numéros. Attention ! les numéros choisis sur cette figure 12 ne correspondent pas forcément à ceux que vous avez sur vos prises (vive la normalisation !). Une autre bonne vérification consiste, toujours à l'ohmmètre, à vérifier une fois le câble branché sur la carte IFD09 que les signaux de même nom repérés sur le connecteur de la carte dont le brochage est donné fi-

gure 15 arrivent au bon endroit sur le connecteur des lecteurs dont le brochage est donné figure 14. Les numéros des broches indiqués sur cette figure 14 sont ceux qui sont sérigraphiés sur le circuit imprimé de la carte électronique des lecteurs. Attention encore : nous avons vu, dans notre précédent ordinateur, plusieurs personnes en panne parce qu'elles avaient bâclé ce câble. A ce propos, précisons que pour sertir un câble plat, point n'est besoin de la pince spéciale, un étau, des cales en bois et du soin font aussi bien sinon mieux (l'auteur qui dispose de la pince préfère l'étau !).

Une dernière opération peut être réalisée sur les lecteurs mais elle est facultative — encore que nous vous la conseillons car elle augmente le confort d'utilisation. Vous savez que les disquettes 5 pouces se protègent en écriture par l'obturation d'une encoche au moyen de ruban adhésif. Or, il arrive très souvent que l'on ait quelque chose à ajouter sur une disquette ainsi protégée ; il faut alors sortir celle-ci du lecteur, décoller le ruban, remettre la disquette en place, faire ce que l'on a à faire, sortir la disquette, remettre du ruban adhésif et, enfin, remettre la disquette. Nous avons donc prévu, en face avant de l'ordinateur, un commutateur rotatif qui permet, sans toucher à la disquette, de supprimer la protection en écriture sur le lecteur de son choix. Ce commutateur est un circuit N

positions où N est égal au nombre de lecteurs augmenté de 1 (trois pour deux lecteurs).

La figure 16 précise le câblage de ce commutateur ; une position est non câblée et correspond à un fonctionnement normal des protections ; les autres positions suppriment sélectivement la protection sur le lecteur choisi. La mise en place est simple ; il faut ajouter un fil sur la prise repérée 8 sur les lecteurs Tandon et dont la localisation est indiquée sur cette même figure 16. Pour ce faire, il faut extraire le contact de la prise avec une paire de brucelles, souder le fil sur celui qui existe déjà et remettre le contact dans la prise.

Une fois que ces opérations sont terminées, vérifiez soigneusement votre travail, surtout au niveau des alimentations des lecteurs car une inversion du + 5 V et du + 12 V aurait des conséquences très graves pour le lecteur qui y serait soumis ; vérifiez aussi pour être sûr de vous le câble de liaison entre carte et lecteur, cela pourra vous faire gagner de précieuses heures en cas de non fonctionnement ; si tout est bon, passez à l'étape suivante.

### Configuration de la carte

Comme vous avez pu le constater à l'examen du schéma, cette carte comporte 10 straps de configuration, dont les fonc-

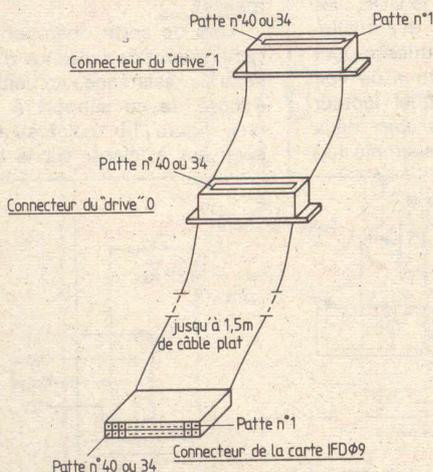


Fig. 12. — Mise en place des straps sur les cartes électroniques des « drives ». Emplacement des broches d'alimentation.

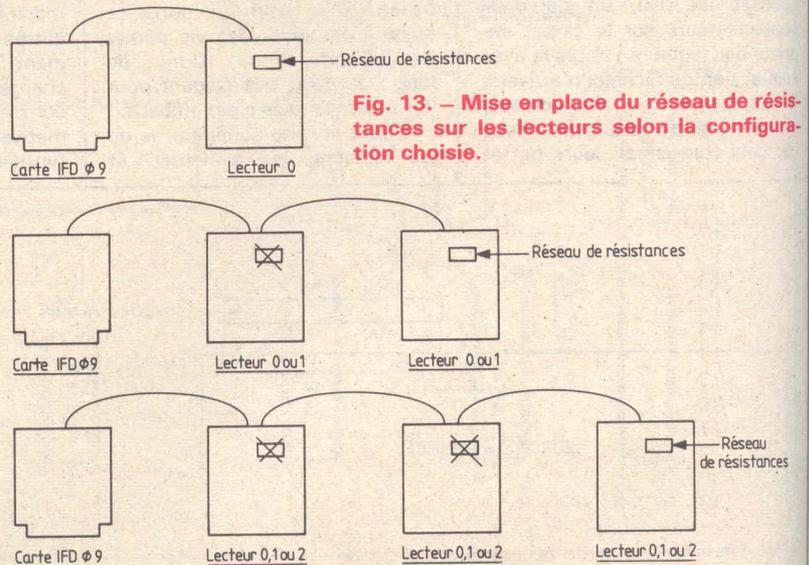


Fig. 13. — Mise en place du réseau de résistances sur les lecteurs selon la configuration choisie.

tions sont détaillées figure 17. Pour faire fonctionner cette carte avec des lecteurs Tandon, il faut mettre tous les interrupteurs en position ouvert sauf S<sub>7</sub>, S<sub>1</sub> et S<sub>5</sub> ce qui correspond à un adressage de la carte dans toutes les pages mémoire, à aucun délai de chargement de tête et à une génération du signal READY sur la carte et non sur les lecteurs. Nous pouvons alors procéder à la mise en place de la carte et à la mise à feu du système sans utiliser pour l'instant de disquette DOS.

### Mise en service et essais

Avant de mettre sous tension votre ordinateur équipé de sa carte IFD09, il faut modifier la position de deux mini-interrupteurs de la carte RAM dynamique afin que celle-ci ne soit plus validée par VMA mais par VUA. Pour ce faire, il faut ouvrir S<sub>6</sub> et fermer S<sub>7</sub> (voir HP numéro 1683 page 91 pour la localisation de ces interrupteurs).

Vous pouvez alors mettre sous tension et vérifier que le message d'appel de TAVBUG09 apparaît bien sur l'écran. Essayez alors quelques commandes pour constater que tout fonctionne comme par le passé, essayez aussi d'accéder de E100 à EBFF pour constater que ce n'est plus possible (vous y lisez quelque chose qui correspond à un bus « en l'air » mais vous ne pouvez y écrire). Ne vous inquiétez pas, si vous avez un TM 100-3 ou un

TM 100-4 si, lors de la mise sous tension, le moteur du lecteur s'est mis en route quelques secondes, c'est dû à une circuiterie spécialisée montée sur celui-ci pour centrer la disquette à chaque fermeture de porte.

Si les commandes de TAVBUG09 ne fonctionnent plus correctement, il est inutile d'aller plus loin et il faut en chercher la cause au niveau de la partie « bus » de la carte IFD09 (erreur de câblage, 74640 défectueux, DECKLOP09 défectueuse, etc.).

Si tout va bien, utilisez la commande M pour aller écrire FE en E080 ; le lecteur O doit se mettre en marche (le moteur tourne et la LED s'allume), ne vous souciez pas du fait que TAVBUG09 affiche un point d'interrogation cela vient du fait que le 74174 qui sélectionne les lecteurs ne peut qu'être écrit et non lu. Au bout de 30 secondes à 1 minute selon la valeur exacte de votre 1 000 µF, le lecteur doit s'arrêter tout seul (la valeur exacte de ce temps n'a aucune importance à partir du moment où il dépasse la trentaine de secondes). Si vous avez d'autres lecteurs, écrivez FD en E080, la même chose doit se passer pour le lecteur 1 et si par extraordinaire vous avez trois lecteurs, un FC en E080 doit faire le même effet au lecteur numéro 2.

Un nom fonctionnellement à ce niveau est à rechercher autour du 74174, du 74139 qui lui fait suite, du 7407 ou bien encore du câble ou de l'alimentation des lecteurs.

Nous allons maintenant introduire une disquette vierge dans le lecteur O et procéder à quelques essais supplémentaires avant de tenter le chargement du DOS. Précisons qu'une disquette s'insère côté étiquette vers le haut et qu'il faut fermer la porte avec précaution afin de permettre le centrage de celle-ci dans sa pochette et dans le lecteur, ce qui évite d'abîmer le trou central parfois de façon irrémédiable. Sur les TM 100-3 et les TM 100-4, le moteur se met en marche quelques secondes lorsque l'on ferme la porte pour assurer au mieux ce centrage.

Précisons que, pour que vous obteniez les mêmes contenus du registre d'état que ceux que nous donnons ci-après, il faut que votre disquette soit non protégée en écriture c'est-à-dire que son encoche de protection soit libre ; c'est d'ailleurs dans cet état que sont livrées toutes les disquettes neuves.

Disquette en place en O et porte fermée, nous allons écrire directement dans le WD 1795, afin de lui faire exécuter quelques commandes simples de déplacement de tête, que nous pourrions visualiser en regardant le lecteur capot de l'ordinateur enlevé. Si ces commandes passent bien, il y a 99 chances sur 100 pour que votre carte et vos lecteurs fonctionnent et que vous puissiez vous lancer à corps perdu dans le DOS.

Pour tous ces essais, il va falloir adopter une procédure assez rapide, car pour qu'une commande puisse s'exécuter il faut que, préalablement à son écriture dans le registre de commande du WD 1795, le lecteur auquel elle va s'appliquer ait été sélectionné ; or le système d'arrêt automatique des moteurs ne laisse qu'une trentaine de secondes pour frapper la commande et voir son exécution.

Le premier essai est un RESTORE c'est-à-dire que nous allons ramener la tête sur la piste 0 (la plus extérieure de la disquette). Si la tête y est déjà, il ne se passera bien sur rien. Pour cela et en supposant qu'une disquette soit en place dans le lecteur O, il faut :

- Ecrire FE en E080 ; le lecteur se met en marche.
- Ecrire OB en E000 ; la tête se déplace sur la piste 0 ce qui s'entend et se voit.

- Relire le contenu de E000 qui peut être 24 ou 26 au début de la commande puis qui doit devenir 04 ou 06 lorsque la commande est terminée et enfin qui doit passer à 80 lorsque le moteur s'arrête. L'incertitude sur le 4 ou le 6 vient du fait que si vous lisez le registre du WD 1795 au moment où le trou d'index vient de passer sous son détecteur le bit d'index (voir fig. 5) est à 1 alors qu'il est à 0 dans les autres cas. Le 1 du 14 ou 16 signifie que la tête est chargée ce qui dure très peu de temps. Attention, ce bit ne correspond pour les Tandon à aucune réalité physique puisque la tête est chargée en permanence mais il existe tout de même au niveau du WD 1795.

Si tout se passe bien, ou si vous n'avez rien vu parce que votre tête était déjà sur la piste 0, nous allons maintenant faire déplacer celle-ci vers l'intérieur du disque ; pour cela :

- Ecrivez FE en E080 pour mettre en marche le lecteur O.
- Ecrivez 10 en E003 pour indiquer que vous allez sur la piste 10.
- Ecrivez 1F en E000 pour donner un ordre SEEK ; la tête se déplace alors sur la piste demandée.
- Lisez E000 plusieurs fois pour y voir successivement : 30 ou 32

Masse	Signal	Nom
1	2	NC
3	4	NC
5	6	NC
7	8	INDEX
9	10	DS <sub>0</sub>
11	12	DS <sub>1</sub>
13	14	DS <sub>2</sub>
15	16	MOTORON (non utilisé)
17	18	DIR
19	20	STEP
21	22	WD
23	24	WG
25	26	TROO
27	28	WP
29	30	READ DATA
31	32	SIDE
33	34	NC

Fig. 14. - Brochage du connecteur P<sub>1</sub> des lecteurs.

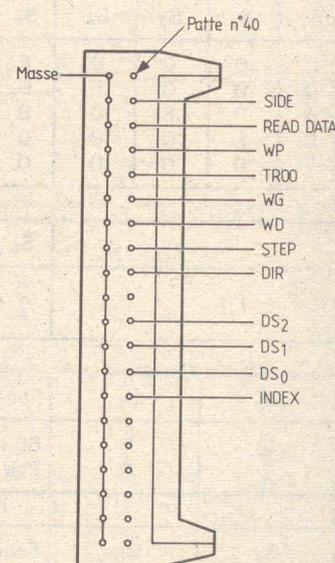


Fig. 15. - Brochage du connecteur de la carte IFD09 vu côté soudures.

(selon l'index ou non comme expliqué ci-avant) puis 10 ou 12 puis, lorsque le moteur s'arrête, 90. Si vous avez utilisé une disquette déjà formatée, vous ne lirez pas ces valeurs mais, dans le même ordre : 20 ou 22, puis 02 ou 00 puis 80. Cela vient du fait que nous avons demandé un SEEK avec vérification de la piste ou nous avons abouti, vérification qui s'est avérée négative pour une disquette non formatée ce qui fait passer à 1 le bit B4 du registre d'état du WD 1795 (voir fig. 5) alors que pour une disquette formatée, et si votre lecteur marche bien, la piste où l'on arrive est bien celle prévue, ce qui laisse ce bit à 0.

Si ces quelques commandes se sont normalement déroulées,

vous pouvez les renouveler sur les autres lecteurs de votre système et si tout est bon, passer à la mise en service du DOS. Si cela n'a pas marché, il faut essayer d'analyser ce qui se produit pour en déduire l'élément défectueux ou mal câblé car, au risque de nous répéter, un mauvais fonctionnement à ce niveau ne peut provenir que d'un de ces deux phénomènes, la carte IFD09 ne nécessitant aucune mise au point.

**Le DOS**

Vu la place occupée par cet article dans ce numéro, nous vous décrirons en détail le DOS et son mode d'emploi dans notre

prochain numéro. Pour vous le procurer nous vous rappelons que nous avons édité un document intitulé « Informations 6809 » qui a été remis à jour par rapport aux deux premières éditions antérieures au 10 juin 1982 et que vous pouvez demander à l'auteur en lui adressant, via le service du courrier technique de la revue, une enveloppe format 16 X 22 minimum, à votre adresse et affranchie à 9,50 F (ou 4 coupons réponse internationaux si vous résidez à l'étranger). Ce document précise la liste de tous les logiciels actuellement disponibles pour cet ordinateur et vous indique comment vous les procurer ainsi que la façon de procéder pour programmer les diverses mémoires du système (TAVBUG09, GCGG09 et GCGGA09, etc.).

données dans une mémoire ne signifie pas du tout que la mémoire soit 100 % programmable pour n'importe quelle configuration de données. Nous avons ainsi dû refuser des mémoires où un seul bit (sur les 4096 qu'elle comporte) était non programmable ; nous n'y sommes pour rien et c'est d'ailleurs pour cela que tous les fournisseurs reprennent sans discuter ce type de mémoire et l'échangent gratuitement.

On nous a aussi reproché de ne pas tenir les délais pour la programmation des mémoires qui nous sont envoyées ; reproches très peu nombreux il est vrai. Nous devons vous faire remarquer que, même si nous tenons nos délais (huit jours maximum entre l'arrivée du paquet et son départ de chez nous), les délais postaux sont à prendre en compte et ; même si dans l'ensemble tout se passe bien, certains envois prennent le chemin des écoliers et mettent jusqu'à quinze jours pour traverser la France. Alors s'il vous plaît, soyez patients pour vos PROM, car nous ne pouvons maîtriser ces mystères des PTT.

A propos des informations 6809, nous avons oublié de signaler qu'un certain délai peut parfois s'écouler entre votre demande et la réception de notre envoi ; délai dû au groupement de vos lettres au niveau du journal d'une part et au niveau de leur traitement d'autre part ; nous faisons en effet un envoi par semaine et non des envois au coup par coup.

A propos des nouveautés que nous vous annonçons dans notre dernier numéro concernant principalement un nouveau boîtier proposé par Saint Ignan Informatique ; nous vous le présenterons dans un prochain article par manque de place aujourd'hui. Nous confirmons ce que nous avions indiqué et qui nous a été pourtant plusieurs fois demandé par lettre, cette nouvelle société dispose de tous les composants de cette réalisation, y compris le transformateur dont ECA a arrêté la commercialisation, les lecteurs de disques, etc. Mais ce n'est pas à l'auteur qu'il faut demander des listes de composants ou des prix mais directement à l'intéressé dont une annonce se trouve par ailleurs dans cette revue.

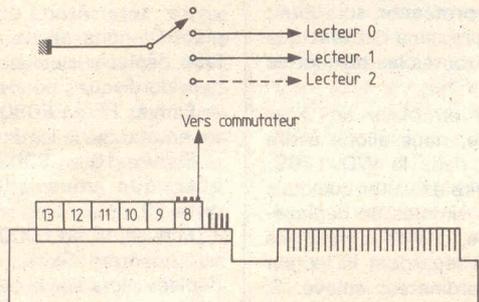


Fig. 16. - Câblage du commutateur de suppression de la protection en écriture.

**En réponse au courrier**

Le fait d'évoquer cette liste de logiciel nous conduit à répondre aux questions qui reviennent le plus souvent dans votre courrier. Tout d'abord et si vous n'avez pas reçu ces « Informations 6809 », sachez que nous ne pouvons en être responsables car toutes les demandes conformes aux indications ci-avant sont satisfaites ; par contre, les demandes non affranchies ou affranchies à une valeur trop faible (nous avons eu jusqu'à 1,40 F pour une enveloppe dont le poids dépasse 100 g !) ainsi que les demandes auxquelles sont jointes des enveloppes minuscules sont mises à la poubelle. Sachez aussi que, même si nous ne répondons pas à tout le courrier qui nous est adressé, car c'est impossible d'une part, et que, d'autre part, la réponse arrive dans l'article qui suit, nous lisons toutes les lettres qui nous sont adressées et nous en tenons compte.

Certains lecteurs ont été déçus que nous leur retournions leurs UV PROM avec une lettre expliquant que leurs mémoires ne se programmaient pas correctement alors qu'ils avaient, eux-mêmes, essayé celles-ci en y mettant qui des 00, qui des 55, etc. Nous sommes au regret d'informer ces personnes que le fait de pouvoir programmer certaines

S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	Adressage		
0	0	0	0	F	Toutes les pages		
0	0	0	F	0	Page 3		
0	0	F	0	0	Page 2		
0	F	0	0	0	Page 1		
F	0	0	0	0	Page 0		
					S <sub>6</sub>	Fonction	
					0	5 pouces	
					F	8 pouces	
					S <sub>7</sub>	S <sub>8</sub>	Fonction
					0	F	60 ms chargement de tête
					F	0	Pas de délai chargement de tête
					S <sub>9</sub>	S <sub>10</sub>	Fonction
					0	F	READY généré sur la carte
					F	0	READY provenant des lecteurs

Fig. 17. - Rôles des interrupteurs de la carte IFD09

**L'avenir**

Au seuil de la nouvelle année, il nous semble indispensable de répondre à des questions que certains se posent quant à l'avenir de cette réalisation que nous considérons comme opérationnelle à compter de ce jour puisque les lecteurs de disquettes étaient le dernier « gros morceau » qui faisait encore défaut. Nous estimons avoir tenu nos délais, avec un petit débordement dû à l'abondance des matières à traiter mais nous n'allons pas nous en tenir là puisque nous allons maintenant parler un peu

logiciel avec l'étude du DOS mais aussi de tous les programmes que vous allez pouvoir exploiter sur ce système ; et ils sont très nombreux car la liste de l'auteur n'est pas exhaustive (nous vous dirons où et comment trouver d'autres programmes tournant sur ce système). Nous allons aussi vous présenter des cartes qui, sans être indispensables à un système de base, contribueront à accroître ses possibilités, il y aura entre autres : deux cartes visographiques couleurs (une économique et une très performante), une carte d'interface universelle (liaisons parallèle, série,

timer, etc.), une carte de programmation de PROM et peut être bien d'autres selon l'évolution de la technique mais aussi, et malheureusement, des prix et de la disponibilité des composants.

**Conclusion**

Nous avons été assez bavard aussi allons-nous terminer en quelques mots en vous présentant nos meilleurs vœux pour 1983 où nous souhaitons voir naître avec succès de nombreux mini-ordinateurs.

**C. TAVERNIER**  
(A suivre.)

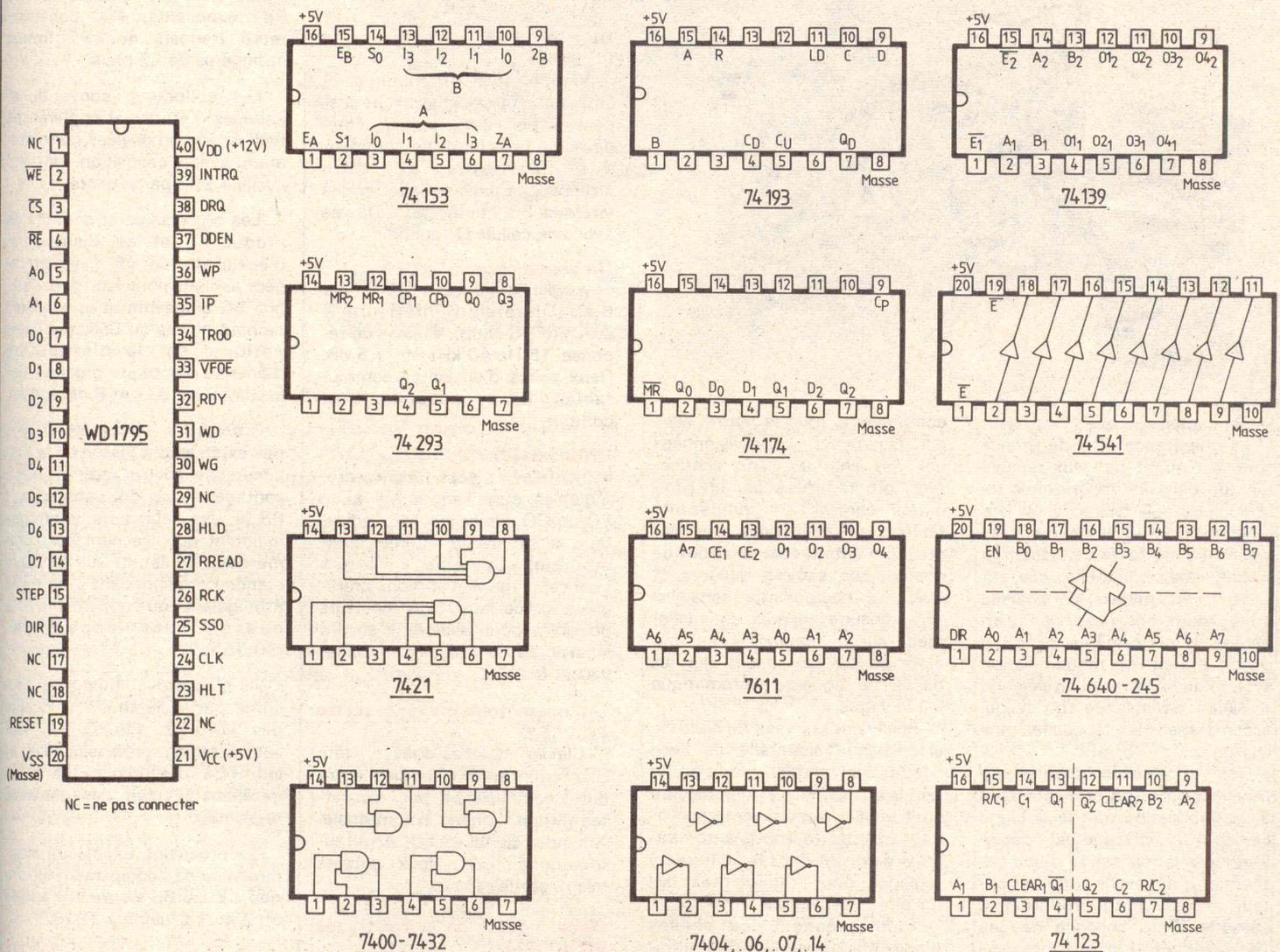


Fig. 18. — Brochage des circuits intégrés.