

## PREMIERE PARTIE

## L'AMONT DU NANORESEAU

---

Le Nanoréseau est né d'une convergence d'évènements indépendants, qu'il est intéressant de rappeler en vue de présenter le contexte de cette réalisation :

- les recherches personnelles de l'auteur dans le domaine de l'Enseignement Assisté par électronique, puis par ordinateur.
- Les projets nationaux de l'EAO : depuis 1970, des projets ont pris corps : ils permettent de resituer le Plan Informatique Four Tous dans le cadre d'une politique continue.
- L'évolution des ordinateurs grand public, qui semblaient devoir se cantonner dans le domaine des jeux, à l'origine, et qui ont gagné leurs lettres de noblesse en moins de dix ans.
- le cheminement de la recherche sur les réseaux : l'utilisation de parcs d'ordinateurs dans l'enseignement a imposé une liaison entre ces machines, ne serait-ce que pour charger les logiciels.

## CHAPITRE 1

## LES RECHERCHES PERSONNELLES DE L'AUTEUR

## I ) LE STATUT ENSEIGNANT - CHERCHEUR

Le monde du travail est régi par une loi facile à énoncer et parfois difficile à vivre : chaque individu fournit une quantité de travail à la société, et, en échange, la société lui donne ses moyens de subsistance.

Parmi les structures importantes pour le développement de la société, l'Université joue un rôle spécifique : être présente au monde actuel pour préparer les cadres de demain. Pour atteindre cet objectif, elle donne le statut particulier d'enseignant-chercheur à certains de ses collaborateurs. Les personnels régis par ce statut doivent la moitié de leur temps de service à la recherche, et l'autre moitié à l'enseignement. Cette situation favorise l'actualisation permanente de l'enseignement par la confrontation aux recherches les plus avancées.

Nous sommes enseignant chercheur à l'Université des Sciences et Techniques de LILLE - FLANDRES - ARTOIS. Nous exerçons notre enseignement au Centre Université Economie d'Education Permanente (C.U.E.E.P), UER de la même université de LILLE, dans un domaine exceptionnel : formation d'adultes, en mathématiques de niveau très modeste. Notre activité de recherche, liée à cette activité pédagogique, se centre sur l'utilisation de l'électronique (les ordinateurs actuellement) pour aider l'enseignant dans sa tâche.

## II ) LES TROIS PHASES DE L'ENSEIGNEMENT

-----

L'enseignement comprend trois phases distinctes :

- La transmission d'informations depuis un émetteur vers un récepteur (les cours).



- Une assimilation de ces informations par le récepteur, amené à organiser et synthétiser anciennes et nouvelles connaissances (les travaux dirigés, les travaux pratiques et les travaux individuels).



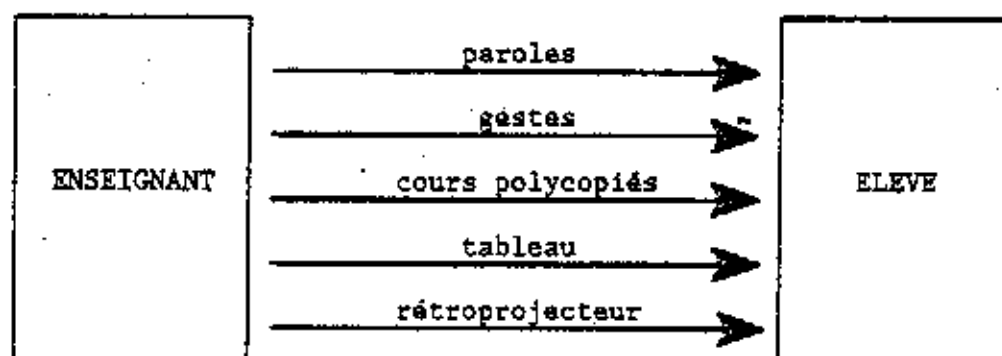
- Un retour vers l'enseignant, avec double objectif : valider les connaissances des élèves en vue d'une saine organisation de la formation (les examens), et informer l'enseignant de l'efficacité des techniques pédagogiques mises en oeuvre.



Jusqu'à l'arrivée des ordinateurs, nous nous sommes cantonné dans la réalisation de dispositifs électroniques prototypes, et leur unicité les condamnait à n'intervenir que dans la phase "transmission d'informations" : seul l'enseignant pouvait les utiliser, pour illustrer son cours. L'arrivée des ordinateurs nous a permis d'investir dans la phase d'"assimilation des informations", chaque élève ou groupe d'élèves pouvant travailler sur une machine. La spécificité de notre domaine d'enseignement ne nous a pas amené à travailler dans le domaine "retour d'information à l'enseignant".

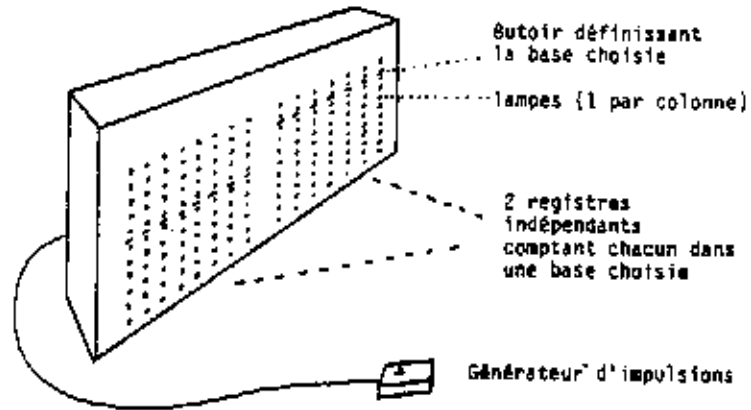
### A ) La phase "TRANSMISSION D'INFORMATIONS"

Il n'est pas facile d'enseigner les rudiments de mathématiques à des adultes marqués par les échecs scolaires. L'enseignement est une communication, et on peut illustrer cette communication avec l'image des "canaux" reliant un ordinateur à ses périphériques. La qualité de la relation formateur-formé est fonction croissante du nombre de canaux d'échange ouverts entre ces deux personnes. Ces divers canaux sont : la parole, les gestes, la craie et le tableau, les photocopies, les graphismes, le rétroprojecteur ... L'art de l'enseignant consiste, entre autres, à exploiter au mieux ces divers canaux, en fonction de son humeur, de ses élèves, de l'objet de l'étude...



L'électronique offre la possibilité d'ouvrir de nouveaux canaux originaux, en créant des images animées au gré de l'utilisateur, augmentant ainsi l'éventail des possibilités.

Première réalisation : 1975 : Etude et réalisation d'un dispositif d'apprentissage sur les bases (époque des mathématiques modernes) ; l'utilisateur, pour compter jusque N, appuyait N fois sur un bouton ; chaque impulsion faisait déplacer des petites lampes affichant le nombre obtenu dans la base programmée

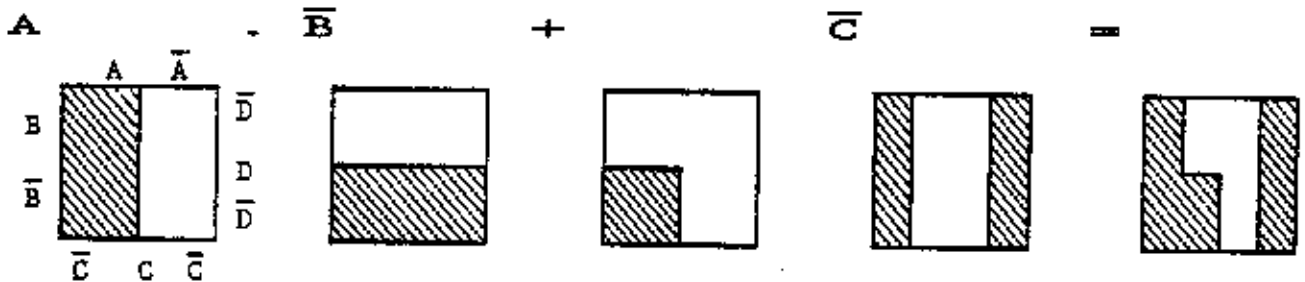


Machine à base

Seconde réalisation : 1976 : Etude et réalisation d'une calculatrice sur tableau de Karnaugh. Elle se commandait selon une logique calquée sur celle des calculettes ; elle affichait un carré de 16 cases, allumées ou éteintes selon le calcul en cours. Par exemple l'ordre :

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

affichait successivement :



Machine de Karnaugh

Troisième réalisation : la machine à opérateurs (thèse de docteur ingénieur - 1977). A l'origine de ce dispositif :

- Un constat : la technique des "opérateurs" (voir [L9]) associée aux calculettes ouvre des perspectives très prometteuses à l'enseignement des mathématiques de bas niveau.

- Un inconvénient : la technique nécessite des " aller-retour" constants entre l'écriture et la calculette. Un dispositif d'écriture sur écran de télévision s'avérait fort intéressant.

Ce dispositif est opérationnel depuis 78. Le calcul, frappé au clavier, est enregistré sur écran, sous forme de chaînes d'opérateurs, et simultanément exécuté. L'utilisateur peut alors amener (grâce à un crayon optique) le curseur à l'endroit voulu, modifier les valeurs numériques pointées et faire ré-exécuter les calculs enregistrés. Enfin tout maillon de la chaîne, désigné au crayon optique, peut être déclaré "inconnu" : il sera calculé en fonction du reste de la chaîne.



Machines à opérateurs

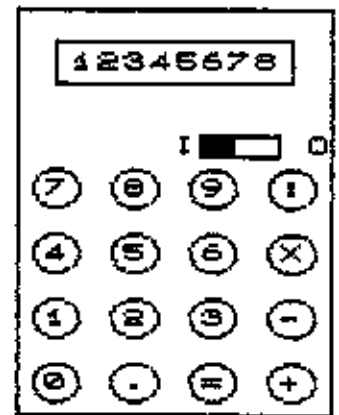
Ce dernier dispositif avait toutes les caractéristiques de l'ordinateur, mais il était figé sur une application. Les ordinateurs individuels sont sortis à cette époque, et eux étaient universels ; eux permettaient, moyennant quelques heures de programmation, de réaliser les mêmes dispositifs pédagogiques que les prototypes électroniques. Les logiciels pouvaient enfin être implantés sur plusieurs machines simultanément, ce qui ouvrait enfin aux élèves l'accès direct à l'EAO.

## B ) La phase "ASSIMILATION DES INFORMATIONS"

-----

Nous avons utilisé au maximum nos premiers ordinateurs pour favoriser le travail direct des formés. Les machines jouent un rôle irremplaçable en pédagogie parce qu'elles peuvent décharger l'élève des tâches fastidieuses, pour laisser son attention centrée en permanence sur l'objet de son étude [L10].

Il y a prise en charge des tâches fastidieuses par la machine dans le cas suivant : le formé apprend à enchaîner une suite de calculs ; il est plongé dans son problème, il vit une activité intellectuelle dense. S'il dispose d'une calculette (la calculette est un ordinateur spécialisé), l'exécution d'une division ne le distraira pas de son travail ; sinon l'exécution de cette division créera une diversion qui lui fera perdre le fil de son activité intellectuelle.



Il y a prise en charge des tâches fastidieuses par l'ordinateur dans ce programme qui permet de résoudre un système d'équations par la méthode du pivot : l'élève entre au clavier la combinaison de lignes à effectuer, et l'écran affiche la nouvelle ligne obtenue : tous les calculs intermédiaires sont effectués par la machine.

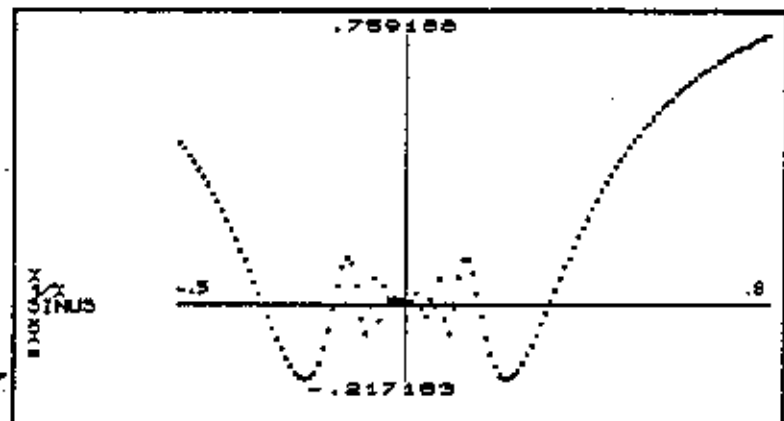
	X	Y	Z	
10	0000000	0000000	0000000	0000000
20	0000000	0000000	0000000	0000000
30	0000000	0000000	0000000	0000000
40	0000000	0000000	0000000	0000000
50	0000000	0000000	0000000	0000000
60	0000000	0000000	0000000	0000000
70	0000000	0000000	0000000	0000000
80	0000000	0000000	0000000	0000000
90	0000000	0000000	0000000	0000000
00	0000000	0000000	0000000	0000000

Votre opération : Y = H/55

N°	X	Y	Z	
10	0000000	0000000	0000000	0000000
20	0000000	0000000	0000000	0000000
30	0000000	0000000	0000000	0000000
40	0000000	0000000	0000000	0000000
50	0000000	0000000	0000000	0000000
60	0000000	0000000	0000000	0000000
70	0000000	0000000	0000000	0000000
80	0000000	0000000	0000000	0000000
90	0000000	0000000	0000000	0000000
00	0000000	0000000	0000000	0000000

Pivot

Calculatrice de courbes



Il y a prise en charge des tâches fastidieuses par l'ordinateur dans le programme "calculatrice de courbes", permettant d'opérer simultanément sur les 80 échantillons d'un calcul et de les afficher en permanence sous forme de graphique. L'élève s'exerce à piloter son calcul, et la machine prend en charge l'exécution des calculs et l'affichage sous forme de courbes.

### C ) La phase "CONTROLE DES CONNAISSANCES"

---

Le contrôle des connaissances a un triple objectif, chacun de ces objectifs allant à l'encontre des autres :

- c'est -qu'on le veuille ou non- une forme de pouvoir de l'enseignant sur les élèves : "Rendez-vous à l'examen !".

- c'est une information un peu objective sur la qualité pédagogique de l'enseignant : "J'ai eu mon examen grâce à ce professeur !".

- c'est une façon pour l'institution d'affirmer le poids de son pouvoir : nous connaissons de très près des formations d'adultes décimées par les jurys de CAP.

Pour s'engager dans des recherches sur la phase "contrôle des connaissances", il faut avoir la maîtrise du titre final de la formation. C'est par exemple ce qui se passa au CUREP dans le cadre de l'Examen Spécial d'Entrée à l'Université (ESEU) : C'est la même institution qui localement impulse la pédagogie et garantit le niveau de la formation. C'est probablement sur ce diplôme que des recherches de "contrôle de connaissances assisté par ordinateur" pourront déboucher.

En conclusion, le Nanoréseau a été créé par un chercheur-électronicien, pédagogue-enseignant en formation continua dans les rudiments des mathématiques, et appartenant à une double structure de recherche : pédagogique et électronique.



## 1ère partie : CHAPITRE 2

## LES PROJETS NATIONAUX DE L'EAO

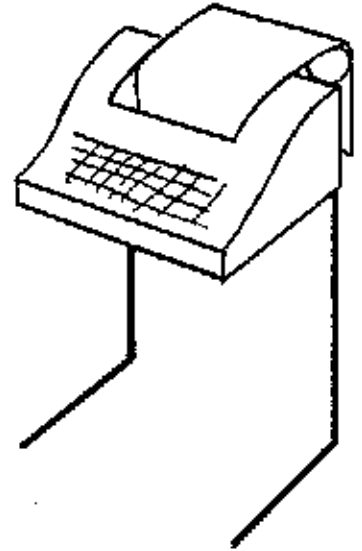
L'enseignement Assisté par Ordinateur est un art nouveau, qui se crée au jour le jour, de même que l'enseignement par le livre est un art qui se renouvelle perpétuellement. Ceci est d'autant plus manifeste que les ordinateurs offrent chaque mois de nouveaux services plus extraordinaires, et nos machines sont toujours dépassées. Mais qu'importe l'inflation en ce domaine, il est déjà tellement difficile de tirer parti des performances du matériel disponible que la fuite en avant ne tente pas exagérément le monde pédagogique.

## I ) ILLUSTRATION DES PROGRES DE L'ORDINATEUR DEPUIS 1970

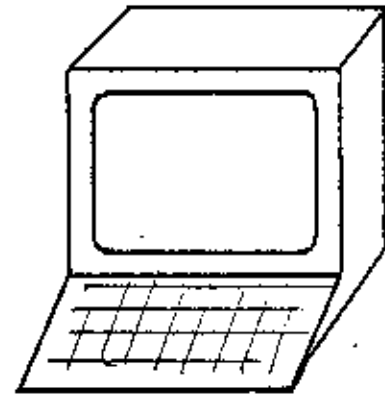
Les projet nationaux en EAO sont anciens, et ils ont démarré sur un matériel dont il est bon de se souvenir. Il y a 16 ans, le "TIME SHARING" proposait une qualité de service et une convivialité dont nous gardons un souvenir fort. Le dialogue via la télécype était une révélation, comparé aux manipulations ésotériques des opérateurs-pupitreurs des ordinateurs de l'époque.

C'est surtout par son écran que l'ordinateur communique avec l'homme. Nous allons un instant nous focaliser sur les affichages pour expliquer en quoi l'EAO de 1970, de 80 ou de 86 ne peuvent pas avoir la même connotation.

- Au début (datons ceci de 1970, pour faire le lien avec les projets nationaux), seule existait la télétypé, qui imprimait du papier.



- Vers 1976, les premiers écrans arrivent, permettant de supprimer la consommation de papier, et améliorant le débit des informations d'un facteur 20. Ces écrans se substituent aux télétypes : on leur demande seulement d'afficher des caractères alpha-numériques.



- Vers 1978, les premiers ordinateurs grand public apparaissent. Ce marché impose un début de graphisme, pour les jeux en particulier, et on introduit des caractères "semi-graphiques" (éléments de dessin).

- Vers 1980, les ordinateurs "semi-professionnels" ne veulent pas être de reste, et proposent la double page commutable, soit alpha-numérique, soit graphique.

A	1	0	17	8	54	7	88	0	88	127	182
B	2	8	18	7	68	4	40	0	80	78	184
C	3	9	19	8	69	5	40	0	80	78	184
D	4	9	20	9	67	6	41	0	88	77	183
E	0	0	21	0	63	0	32	0	128	0	128
F	0	0	22	0	48	0	38	0	100	0	100
G	0	0	23	0	42	0	38	0	112	0	112
H	0	0	24	0	47	0	38	0	110	0	110
I	0	0	25	0	38	0	37	0	120	0	120
J	0	0	26	0	40	0	38	0	124	0	124
K	0	0	27	0	48	0	31	0	128	0	128
L	0	0	28	0	40	0	31	0	122	0	122
M	0	0	29	0	42	0	34	0	116	0	116
N	0	0	30	0	32	0	37	0	100	0	100
O	0	0	31	0	33	0	37	0	98	0	98
P	0	0	32	0	33	0	38	0	94	0	94

- Vers 1982, l'écran couleur apparaît sur les ordinateurs grand public. Ce passage impose un changement de technologie : il faut abandonner l'écriture de codes ASCII dans des mémoires, exploitées ensuite électroniquement par le biais de "générateur de caractères", et passer à des mémoires vives affichées "point par point" sur l'écran. Les ordinateurs professionnels suivront !

- Parallèlement, les imprimantes, qui ne savaient frapper que des caractères alpha-numériques, sont passées aux techniques "à aiguilles" permettant de récupérer chaque pixel de l'écran graphique.

et le plus étonnant, c'est que cette petite sonnette qui signalait la fin de ligne sur les machines à écrire, qui se commandait par le code ASCII 7 sur la télétype, exista toujours sur les écrans graphiques actuels. Un fossile des temps préhistoriques !

Le but de cette rétrospective, outre le rappel du rôle innovateur des ordinateurs grand public, est de faire sentir que l'EAO des pionniers de 1970 n'a que peu de ressemblances avec l'EAO d'aujourd'hui, lui-même désuet face aux performances des machines actuellement en gestation.

## II ) LE PREMIER PROJET EAO : 1970 - 1976

-----

L'objet de ce premier projet était de familiariser professeurs et élèves avec l'informatique, à travers les disciplines. Ce projet a permis d'équiper 58 établissements avec des mini-ordinateurs (Mitra 15 ou Télémécanique T1600, supportant 16 consoles en "time sharing"), et de former 600 enseignants. Il n'était pas question d'Enseignement Assisté par Ordinateur, fortement ressenti à l'époque comme "machine à enseigner". Les formations à l'informatique étaient éliminées de ce projet. Pour éviter de disperser les énergies, les logiciels étaient écrits en langage LSE (Langage Symbolique d'Enseignement), afin de garantir la portabilité des produits.

A la fin de ce projet, 6000 enseignants avaient été touchés, de près ou de loin, 500 logiciels pédagogiques étaient opérationnels. Les micro-processeurs avaient commencé leur carrière entre temps, et il était évident qu'il fallait attendre que cette nouvelle technologie produise ses fruits, avant de se lancer dans un nouveau projet.

### III ) L'OPERATION 10 000 MICROS : 1980 - 1983

---

Il s'agissait d'une suite logique au premier projet, mais axée sur les machines individuelles. Etaient retenus les ordinateurs de type "semi-professionnels", à processeurs 8 bits, et équipés de deux lecteurs de disquettes intégrés. Le projet prévoyait d'installer 10000 ordinateurs dans l'ensemble des établissements scolaires. Compte tenu de la nouveauté des matériels disponibles, le démarrage avait été prudent (400 en 80, 800 en 81). Un gros effort de formation d'enseignants était entrepris (CURFIP ou structures équivalentes). Les formateurs étaient choisis parmi les enseignants formés lors du premier projet. La langage standard était le LSE.

Ces projets sont décrits dans le document de Monsieur HEBENSTREIT [A4]. Ils affirment très clairement la volonté politique de s'engager dans le domaine de l'EAO. Le document cité s'achève par le souhait de voir enfin un réseau apporter la seule solution efficace au problème de l'Enseignement Assisté par Ordinateur.

### IV ) LE PLAN INFORMATIQUE POUR TOUS

---

Dans le contexte des deux plans précédents, le Plan Informatique Pour Tous (Plan IPT) apparaît comme le "troisième étage" d'un projet continu, global, ambitieux, mais talonné par l'évolution rapide du matériel informatique. Le matériel choisi est l'ordinateur familial. Le coût relativement modeste de l'équipement a permis d'introduire ce matériel jusqu'au niveau de l'école primaire, alors que seuls les lycées avaient été touché préalablement.

Ce Plan a été présenté en janvier 85. Il visait 3 objectifs :

- 1) initier tous les élèves de toutes les régions de France à l'outil informatique.
- 2) ouvrir l'outil informatique à tous les citoyens (les sites sont mis à la disposition du public moyennant un certain nombre d'accords).
- 3) former de très nombreuses équipes d'enseignants.

(voir Informatique pour Tous, [L15])

33000 écoles sont équipées d'ordinateurs isolés ; 10000 écoles sont équipées d'un Nanoréseau.

#### CONCLUSION

Dans ce chapitre, nous avons retracé rapidement l'évolution du matériel depuis 1970, afin de mettre en relief l'influence du matériel sur la notion d'Enseignement Assisté par Ordinateur. Les trois grands plans nationaux d'équipement en Informatique Pédagogique ont été rappelés avec le souci d'en montrer la continuité et l'évolution.

## 1ère partie : CHAPITRE 3

## L'EVOLUTION DU MATERIEL GRAND PUBLIC

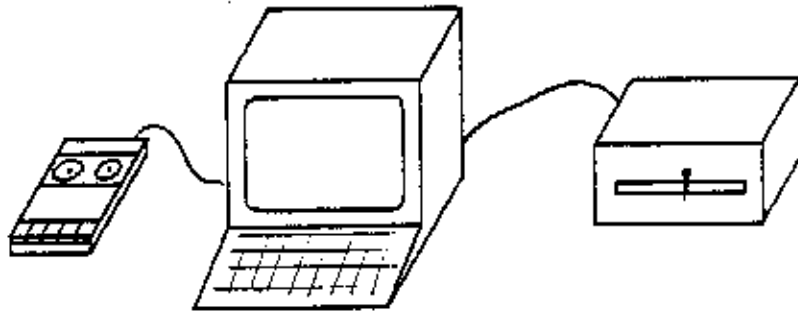
A la différence du matériel semi-professionnel, le matériel grand public présente les 3 caractéristiques :

- recherche des prix très bas
- recherche de l'utilisation immédiate (langage résidant)
- recherche de rapidité maximum des échanges avec l'écran

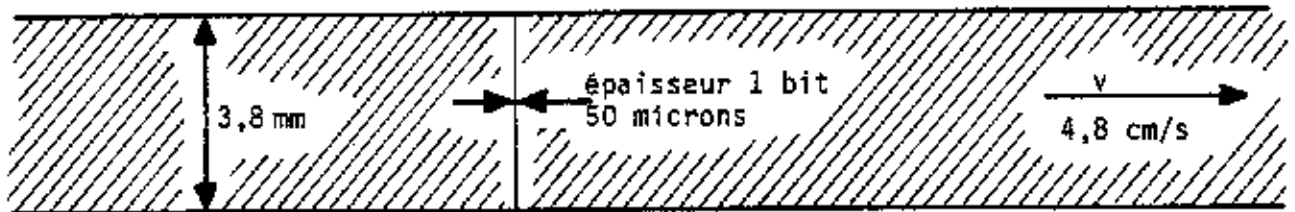
## I ) RECHERCHE DES BAS PRIX

La fiabilité a la priorité absolue dans les machines à vocation professionnelle, alors que dans les machines grand public, l'essentiel est d'optimiser le rapport qualité/prix. Il est exact que ces machines ne peuvent garantir une fiabilité aussi poussée, mais l'usage pratique n'en est pas affecté à partir du moment où l'utilisateur prend les mêmes précautions que tout bon professionnel.

La première manière de baisser les prix du matériel est d'éliminer les lecteurs de disquettes. Leur coût est peu compressible puisqu'il s'agit de dispositifs mécaniques. Il est commercialement intéressant de proposer un lecteur de disquettes autonome, que le client peut se procurer lorsque l'usage en justifie l'achat. L'absence de lecteur intégré permet aussi de libérer les mémoires normalement affectées au système d'exploitation des disques. En contrepartie, on propose une solution "miracle" au besoin de stockage de logiciels (mémoire de masse) : le lecteur de cassettes.



Le lecteur de cassettes sécurise le client qui maîtrise déjà ce matériel. Tous les constructeurs d'ordinateurs grand public le proposent encore, en minimisant les problèmes techniques : les 2 états 0 et 1 sont enregistrés par deux fréquences distinctes, qu'il faut savoir discriminer. Or la bande défile à la vitesse de 4,8 cm par seconde, et le débit des cassettes est voisin de 900 bauds.



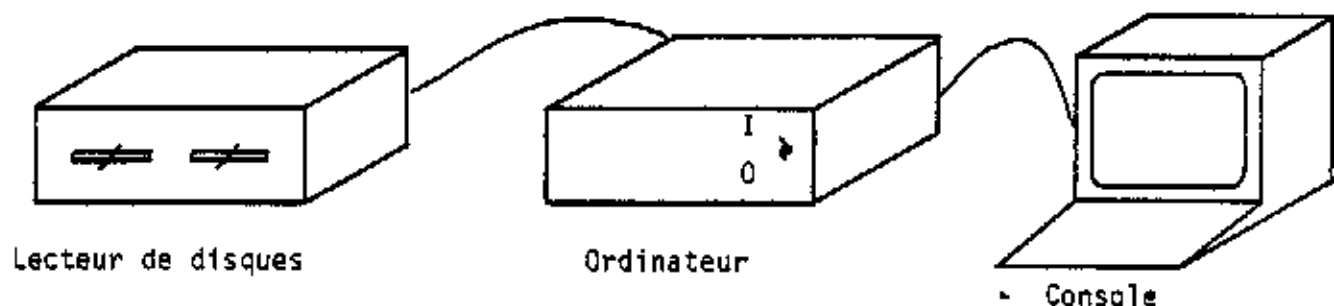
bande cassette grossie

En conséquence, chaque fréquence doit être identifiée sur une longueur de bande de 50 microns, ce qui est possible, mais difficile à garantir. Tous les utilisateurs connaissent déjà des déboires avec un lecteur unique ; à plus forte raison en EAO où une même cassette doit pouvoir être lue sur plusieurs lecteurs alors que ni l'azimutage des têtes, ni la vitesse de défilement ne peuvent être rigoureusement identiques d'un lecteur à l'autre.

La seconde manière de baisser les prix, à l'époque, a été de "rognier" sur la mémoire utilisateur. Les premières machines offraient 4 kilo octets de mémoire vive. Le prix des mémoires a chuté, et les ordinateurs se sont vite étoffés. Aujourd'hui, les machines grand public commencent à atteindre le méga octet, les processeurs ayant glissé des "8 bits" aux "16 bits".

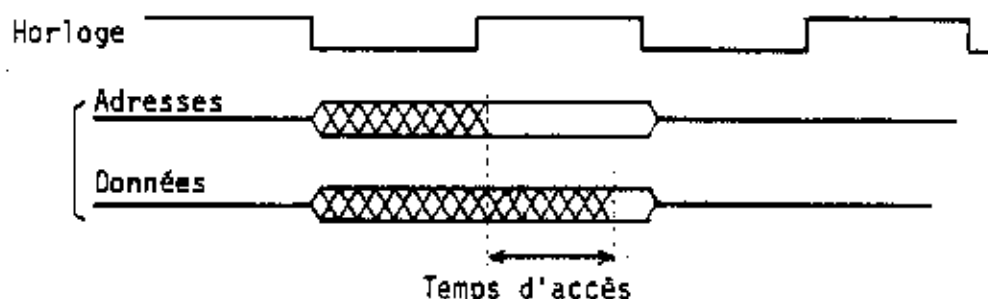
## II ) L'ACCES A LA MEMOIRE ECRAN

L'origine "télétype" de l'écran a longtemps marqué les ordinateurs : On accédait à l'écran en écrivant dans un périphérique octet par octet, à charge pour l'écran de disposer d'un minimum d'"intelligence" pour gérer l'affichage (cf. les consoles).

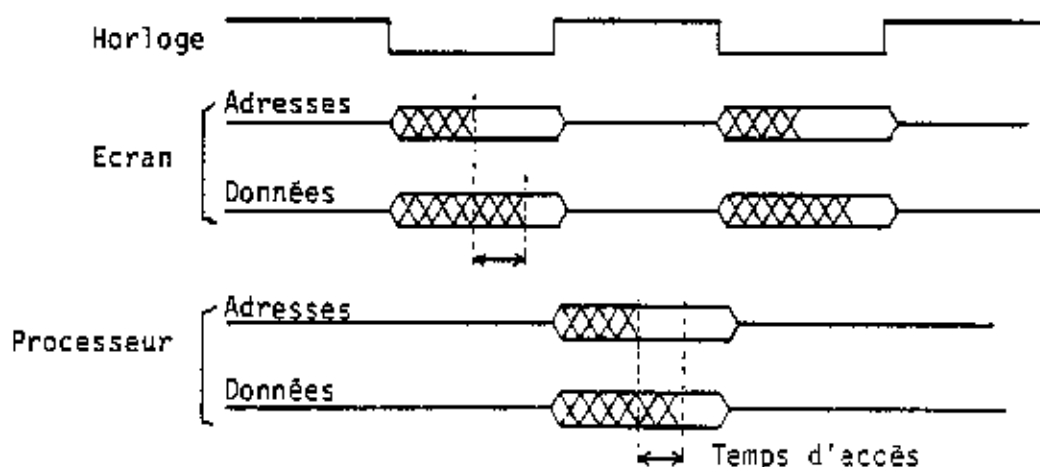


L'imagination forçant la technique, on parvint à maîtriser le double accès des mémoires écran. A l'intérieur d'un même cycle d'horloge du processeur, 6809 par exemple, la première demi-période est réservée à l'établissement des états stables sur les lignes d'adresse, et la seconde moitié est réservée à la lecture/écriture du contenu de l'adresse pointée.

### Accès normal aux mémoires par le micro-processeur



### Accès aux mémoires partagé entre gestion d'écran et processeur





L'intégration de la mémoire écran dans le champ de mémoire du processeur n'est vraiment acquise qu'avec la technique du double accès, possible à condition de diviser par deux le temps d'accès aux mémoires vives.

Pendant le temps "bas" de l'horloge, les circuits contrôleurs d'affichage accèdent aux lignes d'adresses et de données ; pendant le temps "haut", c'est le processeur qui y accède.

On découvre ainsi l'intérêt de pouvoir accéder au contenu de l'écran dans le champ d'adresse : le prix du dispositif est bon marché, les jeux indispensables dans le marché "grand public", sont faciles à animer, et surtout l'écran devient périphérique d'entrée/sortie, qui autorise l'éditeur "pleine page" : l'utilisateur écrit sur l'écran ; lorsqu'il valide son ordre par la touche "ENTREE", la machine relit l'écran à la ligne pointée, et exécute. (Un tel concept est impensable sur télétype, d'où les anciens éditeurs-ligne, la dernière frappe étant simultanément affichée et mémorisée.)

Les écrans graphiques obligent à venir à la rescousse des processeurs "débordés" par le nombre de points de l'écran. On s'oriente alors vers des contrôleurs spécialisés dans la gestion de l'affichage, capables d'effectuer des opérations de plus en plus sophistiquées, et se servant "tout seul" dans les mémoires. Assez curieusement, on retourne au "périphérique intelligent".

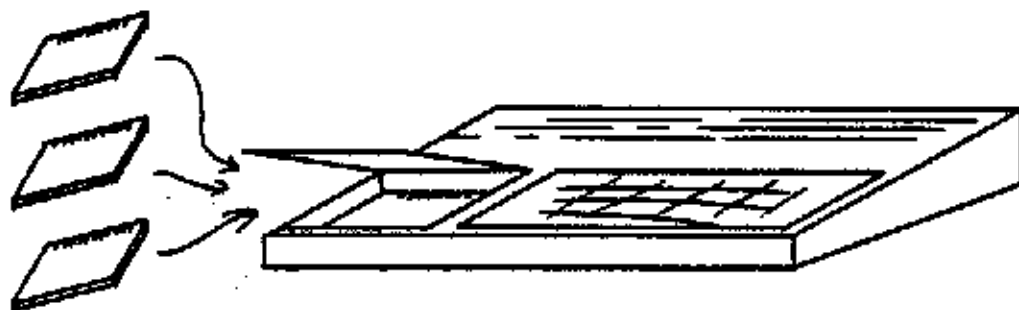
### III ) LES LANGAGES RESIDANTS

-----

Les machines grand public ne disposent pas de lecteur de disquettes. On ne peut donc pas charger le langage souhaité comme cela se fait dans les machines semi-professionnelles. En contrepartie, l'utilisateur est sécurisé face aux services offerts par le langage

résidant en mémoire morte. Le succès du Basic sur les autres langages interprétés vient d'ailleurs en partie du fait qu'il a été installé en langage résidant sur les premiers ordinateurs personnels.

Le constructeur recherche alors les techniques permettant de ne pas être tributaire d'un langage unique, et on voit apparaître des ordinateurs où le langage (on dira l'"application") peut être modifié en changeant de "cartouche" (mémoire morte contenant un langage autonome). Cette application jouit d'un certain nombre de services (gestion du clavier, de l'écran, du lecteur de cassettes ...) offert en standard par le constructeur dans le "moniteur".



#### CONCLUSION

---

Toutes ces informations rapides sur l'évolution du matériel grand public permettent de conclure que même si une certaine légèreté pouvait être critiquée dans les premières machines grand public, le marché s'oriente vers des produits de très haut niveau, très cohérents dans leur structure, ayant développé des aspects que les machines professionnelles auraient volontiers négligés (graphisme, couleur) sans la pression des ordinateurs personnels. Le vrai problème de ces petites machines est leur cible : la publicité a vanté leur utilité domestique (tenue des comptes, recettes de cuisine ...), mais plus personne n'y croit ; le domaine professionnel se ralliera toujours davantage au PC et à ses successeurs ; nous avons plaisir à penser que c'est le domaine éducatif qui offrira à ce matériel son terrain privilégié.

## 1ère partie : CHAPITRE 4

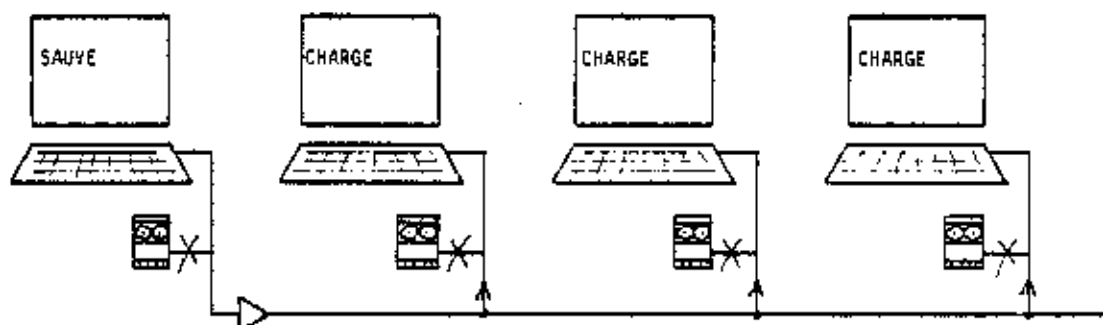
## HISTORIQUE DES ETAPES PRELIMINAIRES DU NANORESEAU

Notre organisme de formation continue n'a pas été concerné par les plans nationaux (qui s'adressent aux 15 - 18 ans). Nous avons donc travaillé dans un cadre différent, avec des machines achetées sur ressources propres. C'est sur du matériel "grand public", dépourvu de lecteur de disquettes (et donc en Basic), que nous avons mesuré l'urgence de trouver une solution au problème des chargements de logiciels.

Le chemin menant au Nanoréseau est passé par 5 étapes successives qui ont enrichi progressivement notre réflexion.

## I ) LE RESEAU "LECTEUR DE CASSETTES"

Nous avons repris une idée décrite par N.Hampshire [L4]. Sur un poste "serveur", on effectue une sauvegarde, mais au lieu d'envoyer les signaux électriques vers le lecteur de cassettes, on les dévie vers les entrées "lecteur de cassettes" des autres postes.

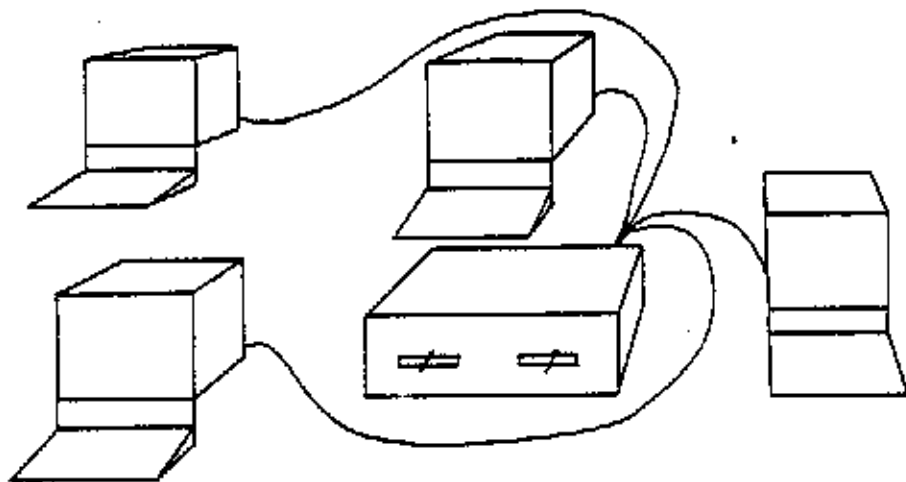


On lance un ordre de chargement sur ces autres postes. Cette émulation de chargement fonctionne à merveille, il n'y a pas d'erreur d'entrée/sortie comme avec un vrai lecteur (cette technique nécessite une interface sur TO7). Le PICORESEAU, diffusé par le Comptoir du Languedoc, fonctionne sur ce principe.

Nous avons longtemps utilisé cette technique chez nous, et en avons conclu que l'enseignement exigeait de grandes vitesses de transfert.

## II ) LE RESEAU "BUS IEEE" DETOURNE

Les ordinateurs utilisés (CBM) étaient équipés du bus IEEE. Dans ce système, un ordinateur (unique) contrôle un ensemble de périphériques (disque, imprimante, ... ). Nous avons détourné l'usage normal de ce bus IEEE en branchant plusieurs machines sur un seul lecteur de disquettes. Moyennant une convention verbale entre les utilisateurs, du type "attention, ja prends", les chargements de logiciels s'effectuaient facilement.

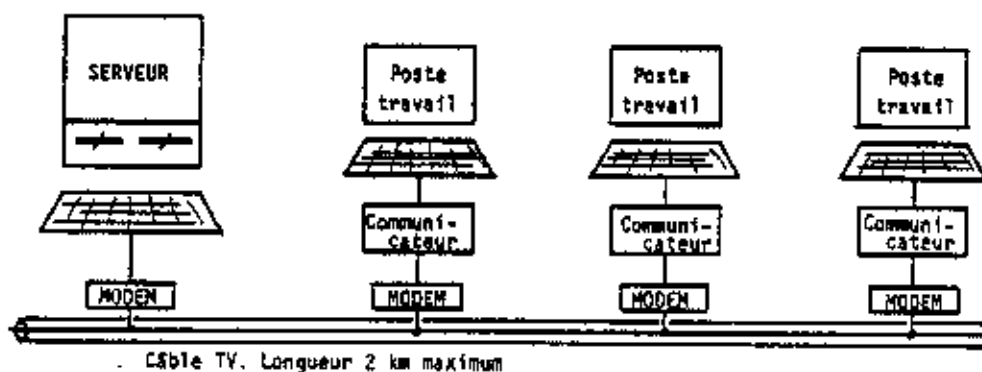


Nous avons retenu deux points de cette réalisation : d'abord la convention verbale interdit les accès-disque programmés ; ensuite les câbles ne conviennent pas (trop lourds et trop courts).

### III ) LE RESEAU UNIVERSEL A COMMUNICATEURS

---

Il s'agit de créer un boîtier "communicateur" que l'on relie au poste de travail par une liaison parallèle, selon un protocole classique. La liaison entre postes se fait en série, par liaison HDLC (qui sera expliquée plus loin). C'est un projet de M.A.Derycke dont nous avons mené l'étude de faisabilité [R3], grâce à l'aide financière de l'Agence de l'Informatique (ADI) [R1]. Un MODEM, très simple et performant venait couronner cette réalisation (plusieurs constructeurs proposent aujourd'hui des réseaux de ce type - 1 méga bits par seconde - 3 km de portée , par exemple Local Net system 40 ou Genet).



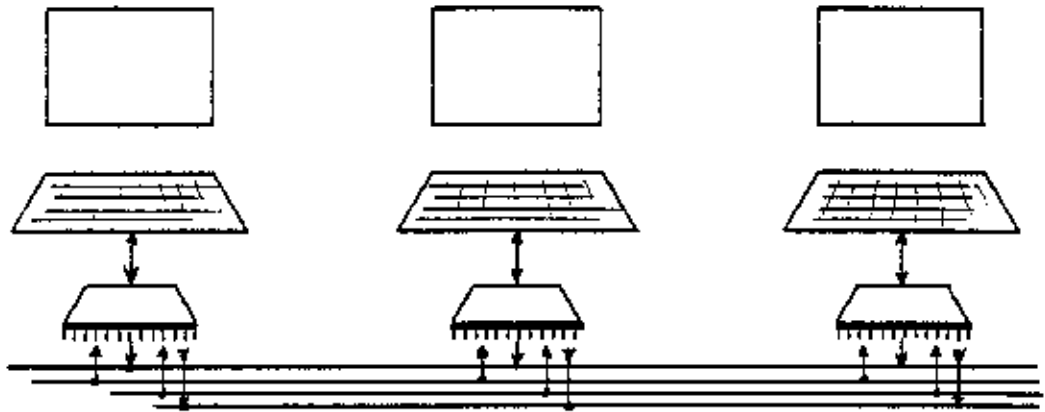
Nous avons retenu de cette tentative que tout communicateur externe au poste de travail risque de coûter plus cher que le poste desservi. Nous avons surtout découvert les circuits intégrés Contrôleur de réseau du type HDLC.

### IV ) LE RESEAU MINIMUM

---

Il devenait manifeste que, compte tenu de la décroissance du coût des ordinateurs, notre établissement n'investirait jamais dans une solution aussi coûteuse que les communicateurs. Aussi, pour résoudre nos propres problèmes, nous avons pris le contre-pied de la solution ADI pour installer un contrôleur HDLC directement dans l'ordinateur. Tous

les problèmes devenaient simples dès qu'on acceptait que la mémoire soit directement accessible dans les échanges. Nous avons alors installé un "réseau minimum" sur notre parc de machines CBM, réseau encore opérationnel aujourd'hui.

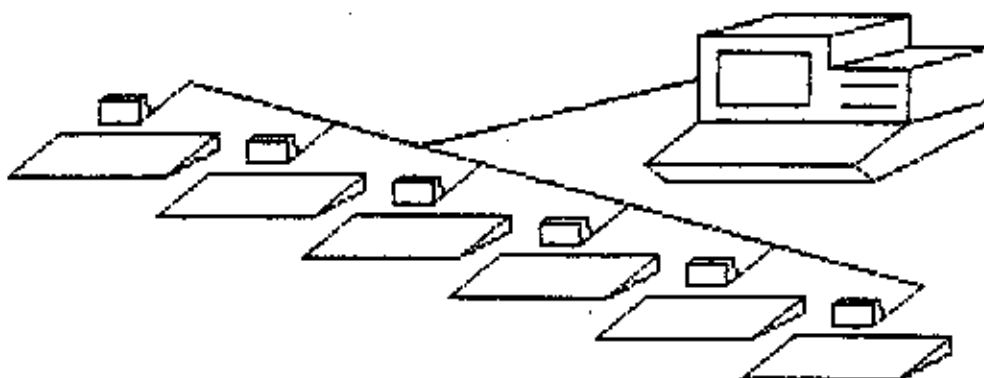


De cette tentative, nous avons retenu qu'un réseau bon marché était possible à partir du moment où la machine cible était unique. Or cette contrainte d'une unique machine s'imposait également dans le développement des logiciels d'EAO.

#### V ) L'ANCIENNE VERSION DU NANORESEAU

-----

Nous avons exploité les résultats de toutes nos tentatives précédentes sur le T07 dès sa sortie. Cet ordinateur se prêtait parfaitement à recevoir une extension intégrant le contrôleur de communication et les compléments de logiciels. Le produit obtenu a permis de tester la souplesse et la fiabilité du système. Il ne restait plus qu'à trouver une solution plus élégante au problème des fichiers, et à s'ouvrir aux autres applications que le Basic.



La faisabilité et la maîtrise d'un réseau enfin satisfaisant était acquise. Nous avons poussé plus loin quelques performances (finesse de l'octet, durcissement des acquits), et nous avons mis au point une procédure simple de dialogue permettant l'ouverture à tout développement futur.

### En conclusion

Le Nanoréseau est le fruit de 4 années de travaux par approches successives. Chacune de ces approches a été testée "in situ". Chacune a apporté son lot d'expériences, tant sur le plan technique que sur le plan conformité aux besoins de la formation. Nous avons rencontré les techniques lentes ou lourdes. La technique Nanoréseau a permis de résumer en un seul dispositif l'ensemble des avantages de tous les systèmes rencontrés au cours de nos travaux.