

# INTRODUCTION

*Cette brochure « de base », que nous avons voulue accessible à tous, regroupe des informations aussi diverses que l'environnement informatique, les matériels et leur fonctionnement, les formations des enseignants, les produits de demain, sans oublier, et c'est quand même le cœur du problème, de nombreux exemples d'utilisation dans les classes, de l'école au lycée.*

*Pourquoi cette diversité ?*

*Parce qu'il nous a semblé que toutes ces informations formaient un tout cohérent et que notre Association se devait de proposer à ses adhérents un panorama aussi complet et actualisé que possible du fait informatique en général et plus particulièrement de ses implications et applications passées, actuelles et futures dans l'enseignement.*

*Bien sûr, des dizaines de revues, plus ou moins techniques, pour lecteurs plus ou moins initiés, paraissent régulièrement et traitent de ces sujets ; mais l'approche en est souvent partielle, sinon partielle.*

*Nous avons essayé de regrouper l'essentiel en une seule brochure, afin que les enseignants aient une approche globale de ce fait informatique, avec des éléments qui nous semblent les plus objectifs possible, leur permettant de mener une réflexion critique sur l'apport de ces technologies nouvelles dans leur métier d'éducateurs. Car cette réflexion, quinze ans après l'introduction de l'informatique dans l'enseignement en France, reste toujours d'actualité... et risque de le rester encore longtemps.*

*Les technologies nouvelles ne régleront pas tous les problèmes de l'enseignement : la vie quotidienne dans une classe, dans un établissement, les relations entre enseignants et enseignés, les acquisitions des connaissances, les causes et les remèdes à l'échec scolaire... tout cela relève d'une alchimie complexe et non d'une simple logique binaire.*

*Et si de plus en plus de collègues en prennent conscience et s'attachent à mettre au point des logiciels et des séquences pédagogiques de qualité, réfléchis et évalués, il ne faut pas sous-estimer certains effets pervers d'une introduction « massive et sauvage » de ces technologies, en particulier l'amorce dès l'école de cette société duale que nous prédisent certains sociologues.*

« L'informatique est l'homme pressé de la science... », les techniques, les langages, les communications évoluent très rapidement.

A nous tous, enseignants donc éducateurs, de ne pas nous laisser déborder par une technicité trop envahissante et d'avoir le recul et le bon sens suffisants pour maîtriser ces outils et en rechercher les apports spécifiques et positifs.

Puisse cette brochure vous aider dans cette réflexion pédagogique.

Juillet 1985

Guy DÉSENFANT (Niort)  
Roger LE ROUX (Rennes)  
Marie-Hélène PEYRACHE (Paris)

Les dessins sont de Marie-Thérèse PATALANI (Aix-Marseille) et les photos de Jean-Jacques POSTEC (Rennes).

Jeanne BOLON (Paris) a participé à la relecture.

Nous remercions les collègues qui nous ont fait parvenir des comptes rendus de leurs travaux et dont les noms sont indiqués dans cette brochure.

Vous pourrez toujours vous adresser directement à eux afin d'avoir les comptes rendus complets ou des informations complémentaires.

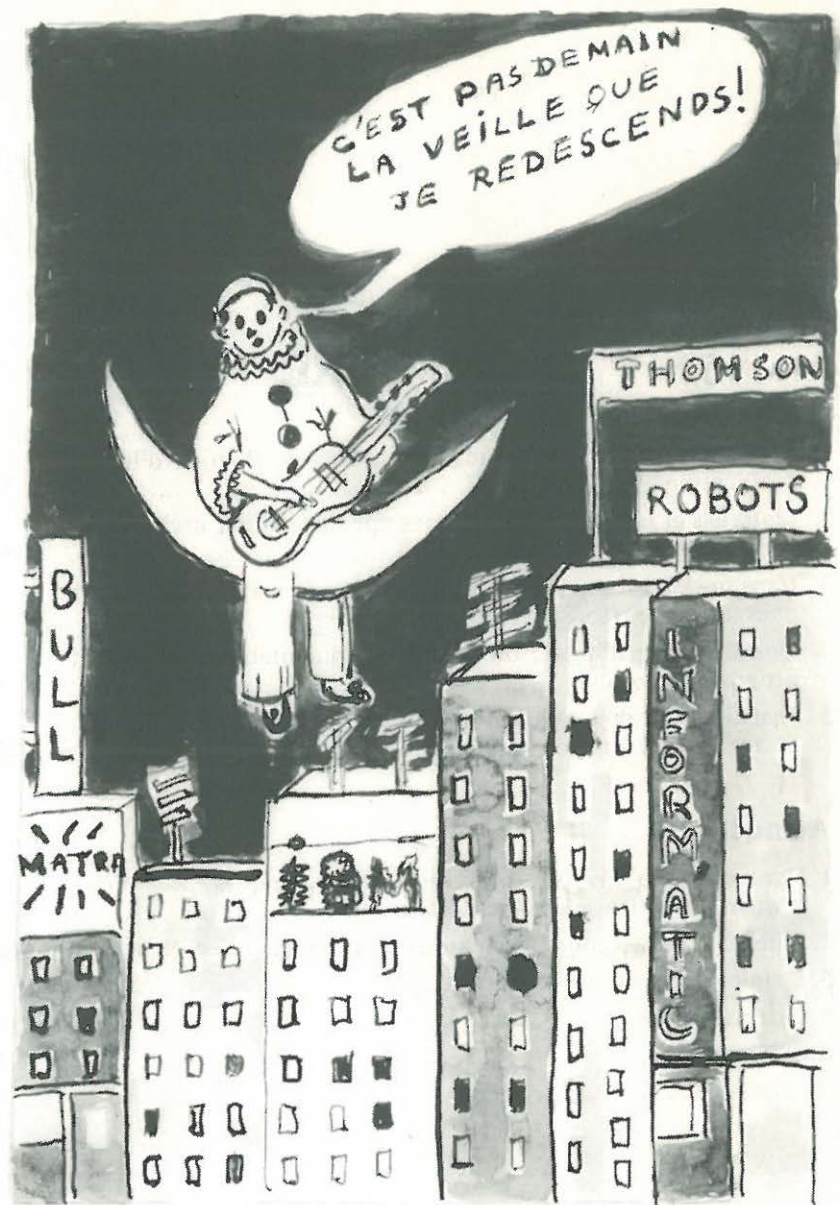


# SOMMAIRE

	Pages
1. <b>Le décor</b> , ou l'informatique dans le monde d'aujourd'hui et l'Éducation .....	5
2. <b>Matériels et langages</b> , ou quelques aperçus de leur architecture et de leur fonctionnement .....	35
3. <b>Dans nos classes</b> , ou des comptes rendus d'expériences menées dans les classes (tous niveaux) .....	71
4. <b>Quelle(s) formation(s) ?</b> ou ce qui est souhaitable et ce qui est proposé .....	141
5. <b>Demain, c'est déjà aujourd'hui</b> , ou quelques produits, logiciels et connexions fonctionnant déjà .....	163

## Annexes :

1. Panorama de diverses utilisations pédagogiques des micro-ordinateurs, à travers trois classifications .....	201
2. Quelques outils pour l'évaluation d'un logiciel d'enseignement .....	206
3. Catalogues et éditeurs de didacticiels .....	211
4. Adresses utiles .....	213
5. Bibliographie .....	216
6. Glossaire .....	219



## CHAPITRE 1

# Le décor

C'est un fait : nous sommes face à un raz de marée informatique.

Outil, technique, science, l'informatique suscite réactions et discours passionnels. C'est le domaine où l'investissement s'accroît, et la croissance s'accélère ; on a parlé de révolution pédagogique, et l'informatique est présentée comme une chance de rénovation du système éducatif... Parents, étudiants, enseignants en attendent « quelque chose ».

Où en sont donc les applications avancées de l'informatique ? Où en est son introduction dans l'éducation ? Quels sont ses apports, ses dangers, son influence sur la science mathématique même ?



## DANS CE CHAPITRE

### **Dans le monde d'aujourd'hui :**

- L'omniprésence de l'électronique et de l'informatique ;
- Les applications avancées et le point de la recherche ;
- La formation des hommes.

### **Et dans l'éducation :**

- La politique du ministère de l'éducation nationale ;
- Les échanges internationaux ;
- Quelques conséquences de l'introduction de l'informatique dans l'enseignement ;
- L'influence de l'informatique sur l'enseignement de la science mathématique.

### **Annexes :**

- Le code à barres ;
- Option informatique : quelques précisions.

# L'INFORMATIQUE DANS LE MONDE D'AUJOURD'HUI

## Omniprésence de l'informatique et l'électronique

Dire que les technologies de l'électronique et de l'informatique ont envahi les secteurs les plus variés de l'activité humaine est plus qu'une banalité en 1985 ; les divers media font une grande place aux comptes rendus d'expériences ou de mise en place de services nouveaux, les kiosques de presse ou les vitrines de librairie regorgent de titres visant un public plus ou moins spécialisé, deux salons internationaux de l'informatique, de la communication et de l'organisation de bureau (SICOB) se sont tenus pour la première fois en 1984 à Paris (jusqu'à présent le rythme était annuel) et nos villes, petites ou grandes, voient s'ouvrir des « maisons de la micro-informatique », des clubs, des centres X2000, etc. ; le plan « Informatique pour tous », piloté par Gilbert TRIGANO, qui prévoit l'installation en 1985 de 120 000 micro-ordinateurs, est lancé avec publicité par le Premier Ministre.

### Dans la vie de tous les jours

Alors que, dans les années 60, l'informatique était réservée aux scientifiques pour l'exécution de calculs particulièrement complexes ou aux gestionnaires pour le traitement de données trop nombreuses, l'informatique et l'électronique sont désormais partout présentes : dans les biens de consommation comme dans ceux d'équipement (des montres ou machines à laver à puce aux calculatrices performantes), dans le secteur industriel comme dans le tertiaire (du pilotage de robots sophistiqués aux machines de traitement de texte des bureaux ou à l'accès à des ensembles de renseignements) ; de plus en plus, des caissières de grands magasins ou de libre-service balayent l'étiquette magnétique ou le code à barres de l'article acheté avec un « lecteur » : celui-ci est relié, au travers de la caisse, à un ordinateur auquel sont transmis les signaux<sup>(1)</sup> lus ; leur décodage et leur « traitement » provoque l'affichage du nom du produit de son prix et accessoirement, bien que non perceptible pour le client, la mise à jour du relevé du stock du magasin... Le tri des wagons de marchandises S.N.C.F. qui se présentent à l'aiguillage ne se fait plus par l'homme qui lit sur chacun

---

(1) Le lecteur du code à barres, quel que soit son type, émet des rayons lumineux vers le support du code ; ceux-ci sont absorbés par les barres (en général, noires) et réfléchis par les espaces entre barres ; ces rayons réfléchis activent la cellule photo-électrique qui équipe le lecteur. Selon la longueur d'onde de la lumière émise, il est possible de lire des codes de différentes couleurs sur des fonds de couleur. Voir aussi annexe « Code à barres » de ce chapitre.

contenu et destination, mais par ordinateur qui traite les signaux émis par des plaques magnétiques fixées sur chacun d'eux et retransmis par des capteurs ; les rames de métro sont pilotées automatiquement, le trafic régularisé en fonction de l'affluence, le conducteur n'étant là que pour intervenir en cas de défaillance du matériel... et la Direction des Télécommunications remplace progressivement les « annuaires papier », à pages roses, blanches ou jaunes, par de petites boîtes électroniques, les Minitel<sup>(2)</sup>, qui, par téléphone et ordinateur interposés, permettent d'obtenir les précieux renseignements téléphoniques, mais aussi de passer des commandes de la C.A.M.I.F.<sup>(3)</sup> ou de réserver des places en chemin de fer, de rechercher le magasin offrant le meilleur prix pour un certain produit ou de recevoir les derniers flashes d'informations...



Un Minitel

(2) La ligne téléphonique permet de se mettre en relation avec l'ordinateur concerné ; les messages émis par l'ordinateur s'affichent sur l'écran du Minitel ; le clavier permet à l'utilisateur d'émettre des messages (dans un format précis) vers l'ordinateur. Pour plus de détails : voir chapitre 5.

(3) C.A.M.I.F. : Coopérative des Adhérents de la MAIF (Mutuelle Assurance des Instituteurs de France).



## Dans les media

Il est significatif que la concurrence entre les chaînes de télévision s'exerce jusque — et de plus en plus — dans le domaine de l'information du grand public sur les réalisations liées à l'informatique. Ne comptons pas le nombre d'émissions, ou jeux, qui proposent des micro-ordinateurs à gagner (MICROKID, sur A2, a opposé en 1983-1984 et 1984-1985 des équipes d'établissements scolaires, et offert des micro-ordinateurs, TO7 ou 70, fabriqués par Thomson<sup>(4)</sup>); ne comptons pas le nombre de reportages — de qualités diverses d'ailleurs! — proposés par les différentes chaînes et qui ne nous permettent plus d'ignorer quoi que ce soit sur les images de synthèse, l'utilisation de l'informatique dans le domaine médical — du scanner à l'aide au diagnostic — ou l'aide possible aux handicapés; nous noterons simplement qu'il y eut, en milieu d'année 1984, l'annonce de deux séries d'émissions d'initiation: l'une sur TF1, avec la collaboration de l'agence de l'informatique et du ministère de l'éducation nationale, l'autre sur FR3 avec la collaboration du centre mondial de l'informatique; la première série est devenue une série de type magazine; quant au deuxième projet...

### L'AGENCE DE L'INFORMATIQUE CONNUE SOUS LE SIGLE A.D.I.

Établissement public national à caractère industriel et commercial, l'Agence a été créée en 1980 et est rattachée au ministère de l'Industrie et de la Recherche<sup>(a)</sup>; elle mène des actions suivant trois axes principaux:

- favoriser la création de nouveaux outils et nouvelles applications de l'informatique, en animant et orientant la recherche publique et privée, en particulier au travers du lancement de projets pilotes comme SOL (normalisation d'outils logiciels<sup>(b)</sup>) ou KAYAK (bureautique) développé en collaboration avec l'Institut National pour la Recherche en Informatique et Automatique (I.N.R.I.A.);
- diffuser sectoriellement les applications dans les divers domaines professionnels (industriel, artisanal, commercial, libéral, agricole);
- sensibiliser et former les professionnels et les utilisateurs en accompagnement des actions de diffusion qui supposent une adaptation des professions aux Nouvelles Techniques de l'Information (les N.T.I.).

L'A.D.I. contribue ainsi au recensement, à l'évaluation et à l'émergence des besoins des utilisateurs potentiels; plusieurs projets l'associent au ministère de l'Éducation Nationale, dont la définition du langage-auteur<sup>(c)</sup> DIANE.

(a) Telle était la situation en fin 1984.

(b) Voir glossaire.

(c) Voir chapitre 2.

(4) Ces micro-ordinateurs, dits de type familial, équipent un certain nombre de collèges et écoles; les premiers ont été introduits, en 1983-1984, dans le cadre de l'opération dite des «16 départements» (conventions liant les régions au ministère de l'Éducation Nationale).

Et si Dieu s'était  
servi d'un ordinateur?



## Les sociétés de service

Il est également significatif que se développent, voire prolifèrent, les S.S.C.I., alias sociétés de service et conseil en informatique, dont l'activité première a été l'élaboration de logiciels<sup>(5)</sup> et systèmes spécifiques, à la demande de leurs clients, obtenant d'ailleurs une excellente place dans le monde en ce qui concerne le chiffre d'affaires. Elles s'orientent désormais, de plus en plus, vers des produits non réalisés sur mesure pour un utilisateur et un problème particuliers, mais adaptables (les « progiciels ») ; par ailleurs, la stratégie de nombreux constructeurs de matériels, visant le grand public aussi bien que les professionnels, est de se rapprocher des S.S.C.I. afin de présenter un maximum de logiciels compatibles avec leur système.

## Applications avancées de l'informatique et le point sur la recherche

Les reportages développés dans les media nous ont habitués aux applications avancées de l'informatique dans tous les domaines, l'ordinateur apportant partout sa puissance de « traitement de l'information » et sa rapidité. Certes, les plus spectaculaires, au sens propre du mot, sont les domaines qui concernent le graphique (images d'art, mais aussi reconstitution de paysages pour l'entraînement des pilotes, de l'image d'organes du corps humain ou affichages suivant divers angles de vue en architecture ou conception assistée par ordinateur avant la fabrication de maquettes,...) ; dès maintenant, la conception d'un produit nouveau doit prendre en compte la manière, aussi automatisée<sup>(6)</sup> que possible, dont ce produit sera fabriqué, afin que soit relevé le défi qu'impose la concurrence étrangère.

Le champ de ces applications avancées ne peut que s'étendre, en particulier grâce au développement des langages de programmation<sup>(7)</sup> et de ce que l'on surnomme « l'intelligence artificielle »<sup>(8)</sup>. En effet, pour faciliter la tâche de programmation de logiciels particulièrement complexes, c'est-à-dire l'indication de la suite des « traitements » que l'ordinateur doit effectuer, les informaticiens enrichissent le langage qu'ils utilisent de « fonctions supplémentaires »<sup>(9)</sup> : ainsi naissent les langages spécialisés, tels les langages graphiques ou les langages-

---

(5) Logiciel : ensemble de programmes, procédés et règles, permettant le fonctionnement d'un ordinateur pour traiter un certain problème ; voir glossaire.

(6) Robotique, ateliers flexibles, production assistée par ordinateur.

(7) Langage de programmation : ensemble des règles lexicales et syntaxiques qui permettent de communiquer avec l'ordinateur ; voir chapitre 2.

(8) Voir chapitre 5.

(9) Ensembles d'instructions, dits routines, pré-enregistrées dans la machine, qu'il est ensuite inutile de redétailler.



auteur<sup>(10)</sup> qui dispensent de descendre jusqu'à un niveau trop fin d'instructions : on peut, par exemple, avec un langage auteur, réaliser un logiciel d'enseignement en ignorant toutes les subtilités des langages de programmation, LSE, BASIC, PASCAL ou LISP ! Cependant, pour pallier les incompatibilités de produits que ces langages pourraient faire naître (emploi de telle fonction qui n'existe pas en commande directe sur une autre machine,...), il est indispensable que se mette parallèlement en place une normalisation. Quant à l'intelligence artificielle<sup>(11)</sup>, elle correspond à cette double faculté donnée à la machine : faculté d'enregistrement, c'est-à-dire d'acquisition des connaissances les plus variées et d'organisation structurée de celles-ci, faculté de déduction d'une solution à un problème donné par tests successifs d'hypothèses et cheminement « raisonné » ; ainsi naissent les systèmes experts<sup>(12)</sup>, tels ceux de diagnostic médical ou de recherche géologique ; ainsi naît la « reconnaissance des formes », à partir de la reconnaissance de certaines particularités distinctives de l'image enregistrée par une caméra et transmise au système informatique de traitement : l'ordinateur dirigera le missile sur sa cible, identifiée sur une vue du territoire survolé, l'ordinateur pilotera le robot qui choisit un objet parmi plusieurs, identifié par sa nature ou son emplacement...

### Le point sur la recherche

Recherche et applications avancées sont indissociables. De nombreuses équipes de recherche existent : au Centre National de la Recherche Scientifique (C.N.R.S.), au Centre National d'Études des Télécommunications (C.N.E.T.), à l'Institut National pour la Recherche en Informatique et Automatique (I.N.R.I.A.), dans les universités (comme, à Paris VIII, l'O.P.E. alias l'ordinateur pour étudiants),... ; leur valeur et leur imagination sont officiellement louées ; mais on reconnaît, officiellement aussi, un manque de coordination de ces recherches entre elles et avec les secteurs industriels, ainsi qu'un manque de moyens, en matériels en particulier pour les Universitaires. Le rapport fourni, à leur demande, au ministère de l'Industrie et de la Recherche et à celui de l'Éducation Nationale par Maurice NIVAT en avril 1983 est plus qu'éloquent à ce sujet !

L'Europe se trouve face au défi japonais : sous la houlette du fameux MITI (ministère du Commerce Extérieur et de l'Industrie), le Japon a lancé un vaste projet<sup>(12)</sup> dit « ordinateurs de la 5<sup>e</sup> génération », fonctionnant sur le principe de l'intelligence artificielle<sup>(13)</sup>. Elle se trouve face à l'association de dix sociétés américaines en vue de développer les différents produits des systèmes informatiques de

(10) Voir chapitre 2.

(11) Voir chapitre 5.

(12) Prévu sur dix ans ; budget : 250 millions de francs pour les trois premières années ; une réduction est annoncée en novembre 1984.

(13) Voir chapitre 5.

demain<sup>(14)</sup>. La France a réagi en lançant un plan « Recherche », en vue de coordonner laboratoires publics et privés entre eux et avec les industriels ; la C.E.E.<sup>(15)</sup>, elle, a réagi en lançant, dès 1983, un vaste projet de recherche baptisé ESPRIT (budget 1983 : 12 millions de francs), dans le cadre duquel ont été retenus cinq domaines principaux.

## La formation des hommes pour utiliser ces produits

Si un des critères de la place de l'informatique dans un pays est son indépendance technologique, à quoi serviraient les applications avancées s'il n'y a personne pour les mettre en œuvre ? Dans son rapport, Maurice NIVAT lance un cri d'alarme. Certes, il s'intéresse à des publics de niveaux privilégiés : ceux qu'il appelle les *utilisateurs passifs* sont décrits comme possédant un niveau équivalent à celui de tout étudiant sortant d'un D.E.U.G. scientifique ; cependant, ses propos ont un écho pour tout un chacun :

*« donner à tout le monde une idée de ce qu'est l'informatique et de ce qu'on peut en attendre nous paraît essentiel »*<sup>(16)</sup> ;

*« il semble nécessaire que tous ceux [...] qui vont devoir employer des outils informatiques dans leur vie professionnelle aient la possibilité d'en acquérir une maîtrise suffisante pour assurer à la fois leur bonheur personnel (rien n'est plus odieux que de se servir d'une machine qu'on ne sait pas vraiment faire marcher) et l'efficacité globale du système. L'importance est là de bien distinguer des niveaux de compréhension, de compétence et de possibilité d'utiliser l'outil informatique de façon active et non passive »*<sup>(17)</sup>.

## La réponse de l'Éducation Nationale

Pour répondre à ce cri d'alarme, le système éducatif ne s'est tout de même pas contenté d'introduire, en 1984-1985, un enseignement d'électronique dans les classes de Math-Sup., ou, en 1985, une option d'informatique à l'agrégation de mathématiques<sup>(18)</sup>. Il y a eu la mise en place, dès 1983, du plan baptisé « filière électronique » qui concerne tous les niveaux d'enseignement professionnel, du B.E.P. (Brevet d'Enseignement Professionnel) au niveau ingénieur et qui se déploie lentement. De plus, à un tout autre niveau, le ministère de l'Éducation Nationale a pris une part dans des actions multi-media et multi-partenaires de familiarisation du grand public avec l'informatique : des « experts »

---

(14) Budget : 50 millions de dollars par an.

(15) C.E.E. : Communauté Économique Européenne.

(16) Cf. rapport NIVAT : « Savoir et savoir-faire en Informatique », avril 1983 (Documentation Française).

(17) Rapport NIVAT.

(18) Programme de cette option : B.O.E.N. n° 24 du 14.6.84, pages 2184 et suite.

appartenant au ministère de l'Éducation Nationale et l'Agence de l'Informatique ont défini des thèmes, sur lesquels TF1 a produit à l'automne 84 des émissions qui se sont révélées être de style « Magazine » (série : « Tify, raconte-moi une puce »), tandis que la société ALP<sup>(19)</sup> produisait des documents écrits d'initiation à l'informatique, diffusés dans tous les kiosques de presse, en France, Belgique, Luxembourg, Suisse (« Tify »).

Au printemps 1985, le système éducatif est le premier embarqué dans l'opération « Informatique pour tous » déjà mentionnée.

## FILIÈRE ÉLECTRONIQUE

Ce plan, mis en place à la rentrée 1983, porte sur une augmentation des capacités d'accueil ou des reconversions de filières de formation de techniciens et cadres (niveaux B.E.P. à Technicien Supérieur), voisines de la filière électronique ; au niveau ingénieur, s'y ajoutent les filières électronique, automatique et informatique.

Il s'agit principalement de mesures de structure : création de postes (par exemple, augmentation sensible du nombre de postes de Professeurs d'Enseignement Professionnel Pratique — P.E.P.P. — électronique), interventions de professionnels (par exemple, au Diplôme d'Études Supérieures Spécialisées — D.E.S.S. — électronique, informatique, informatique industrielle), stages de reconversion (par exemple, stages de quatre mois à l'École Nationale Normale d'Apprentissage — E.N.N.A. — pour professeurs d'électronique<sup>(a)</sup>). Des dotations accompagnent ces mesures<sup>(b)</sup>, un complément de financement devant être trouvé auprès des collectivités locales : région, département, commune.

### Les mesures diffèrent suivant les niveaux :

- niveau ingénieur :
  - 22 nouveaux D.E.S.S., en collaboration avec l'industrie,
  - ouverture de nombreuses places, pour étudiants entrant sur titre, dans les écoles d'ingénieurs qui offrent les spécialités électronique et informatique ;
- niveau technicien supérieur (T.S.) et baccalauréat de technicien :
  - nouvelles sections de Brevet de Technicien Supérieur (B.T.S.) ou de nouveaux départements d'Institut Universitaire Technologique (I.U.T.) ;
  - reconversion des spécialités électrotechniques en spécialités électroniques ;
- niveau Brevet d'Enseignement Professionnel (B.E.P.) :
  - quelques reconversions de spécialités,
  - mise en place d'un groupe de travail sur les qualifications professionnelles qu'il faudrait exiger en électronique.

(a) Un certain nombre de professeurs de spécialité électronique, qui accompagnent la reconversion de la filière dans leur établissement, auront la possibilité d'acquérir la double compétence : l'Inspection générale des Sciences et Techniques Industrielles (S.T.I.) peut en effet, modifier l'intitulé de leur spécialité.

(b) 350 000 francs d'équipement, en 1984, pour les établissements où il y a des filières reconverties.

(19) Société éditrice d'Encyclopédies par fascicules.



## ET DANS L'ÉDUCATION ?

Lorsqu'on parle de l'introduction de l'informatique dans l'enseignement, immédiatement vient à l'esprit la trilogie : politique du ministère de l'Éducation Nationale en matière d'équipement des établissements scolaires (des 58 lycées aux 10 000 puis 100 000 puis 150 000 micros), en matière de production et diffusion des logiciels d'enseignement (la bibliothèque des didacticiels<sup>(20)</sup> gérée par le Centre National de Documentation Pédagogique et installée dans les établissements du second degré lors de leur équipement, ou la bibliothèque que constitue la Direction des Collèges<sup>(21)</sup>), en matière de formation des enseignants<sup>(22)</sup>.

### POINTS DE REPÈRE CHRONOLOGIQUES SUR LA POLITIQUE DU MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE EN MATIÈRE D'INTRODUCTION DE L'INFORMATIQUE DANS L'ENSEIGNEMENT

Deux à trois phases apparaissent dans cette introduction démarrée en 1971, à la suite d'un colloque de l'Organisation de Coopération et de Développement Économique (O.C.D.E.) tenu à Sèvres (Hauts-de-Seine) en 1970 ; elles correspondent peut-être plus à des changements technologiques que politiques, car cette dernière décennie a vu une extraordinaire évolution des matériels : les micro-ordinateurs sont apparus sur le marché en 1975, permettant, avec une spectaculaire chute des coûts, une utilisation individuelle de l'ordinateur et un enregistrement très facile des programmes en vue de leur conservation.

- 1971-1976 : phase connue sous le nom « opération des 58 lycées » ; fin 1976, 528 enseignants avaient été formés, soit chez les constructeurs de matériels, soit dans des centres universitaires ; 58 lycées avaient été progressivement équipés de mini-ordinateurs (un par lycée ; huit terminaux ou postes de travail) ; les enseignants formés réalisent des logiciels qu'ils expérimentent avec leurs élèves, en liaison avec l'Institut National de Recherche Pédagogique (I.N.R.P.).
- Décembre 1978-mai 1981 : phase connue sous le nom « opération des 10 000 micros » qui succède à l'interruption totale, de 1976 à 1978, de la formation de nouveaux enseignants et de l'équipement de nouveaux lycées, ceci à la suite du rapport de Simon NORA et Alain MINC sur « l'Informatisation de la société » (janvier 1978) ; des enseignants sont à nouveau formés, soit dans des Centres Universitaires (un an), soit dans leur établissement (cent heures ou quatre fois trois jours) ; tous les lycées doivent être progressivement équipés de huit micro-ordinateurs autonomes ; les logiciels réalisés au cours de l'expérience des « 58 lycées », et qui concernaient aussi bien le premier que le second cycle du second degré, sont progressivement adaptés aux micro-ordinateurs choisis, et diffusés par le Centre National de

---

(20) Didacticiel = logiciel (voir note 5) d'enseignement.

(21) La Direction des Écoles, engagée plus tard dans l'introduction de l'informatique, et sur des objectifs spécifiques, entreprenait également la constitution d'une bibliothèque de logiciels, quand « Informatique pour Tous » fut lancée.

(22) Voir chapitre 4.

Documentation Pédagogique (C.N.D.P.). Il faut noter qu'à partir de 1980 s'élaborent des plans d'équipement d'écoles normales ou collèges, et que se décide la création d'une option informatique en second cycle.

- *Octobre 1981 à 1984* : « opération 100 000 micros » ; accélération et généralisation des actions de formation et d'équipement qui concernent désormais tous les ordres d'enseignement (écoles, collèges, lycées dont L.E.P.), dans un contexte de régionalisation ; de nouveaux micro-ordinateurs individuels, à coûts plus réduits apparaissent (TO 70, MO 5 de Thomson).

- *Janvier 1985* : lancement de l'opération « Informatique pour tous ».

Il s'agit là de l'« informatique pédagogique », outil au service des disciplines, dont l'emploi devrait, en outre, permettre aux jeunes d'en comprendre les principes et de le démystifier.

Le ministère de l'Éducation Nationale a également mis sur pied l'expérimentation, depuis octobre 1981, d'une option informatique en second cycle (expérimentée en 1983-1984 dans 12 lycées en première et terminale et 38 en seconde ; en 1984-1985 : 76 lycées concernés ; « banalisation » prévue en seconde pour 1985-1986), dont la sanction au niveau du baccalauréat n'a pu, à ce jour, être organisée ; des notions, ou des cours, d'informatique figurent dans de nombreux programmes de l'enseignement technique professionnel, tertiaire<sup>(23)</sup> en général.

A la rentrée 1984, l'Enseignement Manuel et Technique (E.M.T.) qui reposait essentiellement sur les « techniques familiales » (couture, travail du bois, alimentation, électricité, ...) a été remplacé par la technologie centrée, elle, sur les techniques modernes (électronique, bureautique, automatique) dans un certain nombre de collèges (cent quatre-vingt-douze, sur quelques cinq mille existants) dotés des moyens et du « personnel qualifié » nécessaires.

Enfin, le plan « Informatique pour tous », lancé fin janvier 1985, prévoit « d'initier à l'outil informatique tous les élèves de toutes les régions de France » (« tous ceux qui sortiront dès l'an prochain d'un cycle terminal de lycée, lycée d'enseignement professionnel ou du 1<sup>er</sup> cycle des universités auront travaillé sur ordinateur pendant au moins une trentaine d'heures ») et de mettre à la disposition du public, dans le cadre de conventions à passer avec les collectivités et associations locales, les établissements, les matériels et les programmes ; pour ce faire, 120 000 micro-ordinateurs supplémentaires doivent être installés en 1985 dans les établissements scolaires, et 110 000 enseignants recevoir « une » formation, contre rémunération puisque pendant les vacances scolaires<sup>(24)</sup>.

---

(23) Dans les formations à la comptabilité, les B.E.P. A.S.A.I. — agent des services administratifs et informatiques —, ...

(24) Voir chapitre 4 annexe 2.

## ENSEIGNEMENT MANUEL ET TECHNIQUE RÉNOVÉ (E.M.T. rénové)

A la suite d'un rapport de la Commission Permanente de Réflexion sur l'Enseignement de la Technologie (C.O.P.R.E.T.), le ministère de l'Éducation Nationale a redéfini (début 1984) l'enseignement manuel et technique (E.M.T.) et a lancé une campagne de formation des enseignants de cette discipline (en collège).

**Ce rapport présente** les finalités et les objectifs d'un enseignement de la technologie adapté à l'actualité et des propositions de thèmes de travail en collège, avec une large part à l'électronique, la bureautique et la robotique.

**Finalités pour l'éducation technologique** considérée comme élément important de la culture générale :

- compréhension, appropriation des démarches de conception, étude, fabrication, essais, utilisation de produits techniques (objets techniques, matériels, organisation d'informations en vue d'une utilisation déterminée) ;
- compréhension de l'influence et de l'empreinte de la technique sur la culture dans notre société.

**Objectifs de cette éducation :** permettre à l'adolescent

- d'agencer des éléments matériels ou informatifs ;
- d'analyser des systèmes de fonctions techniques ;
- de lier entre eux des phénomènes techniques, de manière scientifique ou empirique ;
- d'intégrer les objectifs dans leur univers social au niveau de la production et des besoins.

**L'Enseignement Manuel et Technique (E.M.T.) rénové :**

Le ministère de l'Éducation Nationale a élaboré un plan quinquennal comportant équipement en matériels (kits électroniques, machines informatiques ou de traitement de texte, robots) et reconversion des enseignants (stages de cinq ou six semaines ; toutes les académies devraient avoir un centre de formation à la rentrée 1985).

On peut, certes, porter un regard critique sur ce qui est réalisé, et, dans un dossier<sup>(25)</sup> qui faisait le point après une cascade de manifestations officielles fin 1983 — Colloque « Informatique et Enseignement » à Paris les 21 et 22 novembre 1983, Séminaire européen sur « Informatique et Enseignement » à Marseille les 7, 8 et 9 décembre 1983, Symposium sur les « Technologies Nouvelles dans l'Éducation et la Formation » à Paris les 13 et 14 décembre 1983 — l'A.P.M.E.P. ne s'en est pas privée, accompagnant son analyse de ce qui existe de la suggestion d'autres possibles et de propositions.

(25) Voir Bulletin de l'A.P.M.E.P. n° 342 de février 1984, pages 65 à 86.

## L'OPTION INFORMATIQUE DANS LE SECOND CYCLE <sup>(a)</sup>

L'expérimentation de cette option, lancée en 1981 et limitée au départ à douze lycées, est pilotée par un « Comité Scientifique National chargé du suivi et de l'élaboration de l'expérience d'introduction de l'informatique dans l'enseignement général du second degré ».

**Programmes :** des textes ont été élaborés pour cette option (classes de seconde, première et terminale), prévoyant l'étude du matériel, des outils et méthodes de construction de logiciels, de l'informatique et ses applications, ainsi que la réalisation de projets par les élèves.

Plus que des programmes, ces textes décrivent un ensemble de thèmes et de concepts. Il importe donc moins d'en traiter tous les éléments que de s'attacher aux objectifs de l'expérience :

- permettre aux élèves de s'approprier les éléments d'une culture générale dont ils auront à l'avenir besoin dans leur vie de citoyens ;
- à l'occasion de la pratique de méthodes d'analyse et de programmation, mettre les élèves en situation de mobiliser leurs connaissances sur un sujet donné, en réalisant le passage progressif du concret à l'abstrait et réciproquement. Par ailleurs, l'enseignement de l'option se prête particulièrement bien à un travail autour de projets auxquels coopèrent les équipes d'élèves sous la direction du professeur, projets qui amènent à résoudre des problèmes à l'aide des outils acquis pendant le cours ;

**Recrutement des élèves, recommandations :** parmi les règles édictées à l'usage des établissements concernés :

- éviter tout élitisme dans le recrutement des élèves de seconde, en particulier en admettant des redoublants ;
- admettre les élèves au cours de première ou terminale à la seule condition qu'ils aient suivi ceux de la classe précédente ;
- favoriser au maximum l'ouverture de l'option sur les autres enseignements, au sein d'une démarche globale d'introduction de l'informatique dans l'enseignement.

**Un bilan ?** Malgré le pilotage national, les recommandations et les contenus nationaux, cette option revêt des formes diverses suivant les établissements engagés dans l'expérience (étude linéaire des programmes ou étude par thèmes...) et une sélection de fait des élèves s'opère à l'entrée de cette option ; par ailleurs, la validation varie suivant les académies ; enfin, il faut noter l'accaparement des micro-ordinateurs par les élèves de cette option — surtout lorsqu'elle existe en seconde, première et terminale dans l'établissement — au détriment de ceux des autres disciplines ! On peut craindre que la banalisation prévue en 1985-1986 ne fasse qu'accentuer ces dérives.

(a) Voir aussi Annexe 2 de ce chapitre.



## Des difficultés rencontrées

Il faut cependant reconnaître que le cadre national ainsi défini se justifie non seulement par le souci d'offrir à l'industrie nationale un marché réservé, mais encore par les problèmes posés par l'incompatibilité des matériels et langages de programmation. Voulue au départ par les constructeurs qui emprisonnaient ainsi et retenaient leur clientèle développée plus ou moins accidentellement<sup>(26)</sup>, cette incompatibilité est maintenant jugée par certains «petits» comme un frein à leur expansion; la normalisation en informatique (langages de programmation<sup>(27)</sup>, langages spécialisés comme les langages graphiques, protocoles d'échange dans les réseaux,...) est de plus en plus souhaitée et développée: en adoptant, dans les années 70, le L.S.E.<sup>(28)</sup> comme langage de réalisation des logiciels d'enseignement, l'Éducation Nationale a pensé résoudre le problème de la portabilité de ces derniers d'un type de machines fonctionnant sous L.S.E. à un autre; mais ce langage est resté utilisé uniquement dans l'enseignement secondaire.

Les remarques critiques que l'on peut faire ne sont pas spécifiques à la France: les réflexions menées un peu partout à la suite d'expériences sont convergentes. Parmi les freins à l'introduction de ces nouvelles technologies de l'information dans l'Éducation, on dénonce le manque de souplesse du système éducatif (horaires, programmes), le manque fréquent de qualité de logiciels d'enseignement existants et le manque de préparation des enseignants à accueillir ce nouvel outil. C'est que la formation des enseignants<sup>(29)</sup> ne doit pas se limiter à l'acquisition d'un minimum de connaissances informatiques, permettant l'utilisation de produits tout faits; elle doit être aussi un entraînement à la réflexion sur le rôle de l'enseignant, sur la didactique de la discipline, sur l'organisation de l'environnement pédagogique dans lequel l'informatique sera utilisée. Notons que se développent de plus en plus des «logiciels-outils» au service de l'enseignant et permettant la visualisation des courbes ou de l'effet des transformations géométriques, la constitution d'ensembles structurés sur un sujet donné — banques de données — et leur exploitation, l'adaptation des exercices à la progression de chaque élève, ...

---

(26) « Dans le cadre de sa politique de mécénat » (le Monde 21.8.84), I.B.M. devait mettre en place avant la fin de 1984 son réseau E.A.R.N. reliant les ordinateurs d'une centaine d'universités et de centres de recherche européens, en prenant à sa charge mise en place et maintenance jusqu'en 1987; quatre établissements français auraient été choisis.

(27) Il y a presque autant de langages BASIC que de machines sur lesquelles il est prévu par le constructeur.

(28) L.S.E.: Langage Symbolique d'Enseignement; développé en 1971 par le laboratoire de l'École Supérieure d'Electricité à la demande du ministère de l'Éducation Nationale.

(29) Voir chapitre 4.

## Dans les autres pays

Lors du séminaire européen sur « Informatique et Enseignement » qui s'est tenu à Marseille les 7, 8 et 9 décembre 1983, des rapports sur l'introduction des nouvelles technologies de l'information dans l'Enseignement ont été présentés par divers pays de la C.E.E.<sup>(30)</sup>; d'autres ont été rédigés pour l'U.N.E.S.C.O. en octobre 1983.

En règle générale, il s'agit de projets, et il y a peu de réalisations concrètes; par ailleurs, en dehors de la France et de la Grande-Bretagne où toutes les écoles sont en cours d'équipement<sup>(31)</sup>, ces projets, ou débuts de réalisation, concernent principalement l'enseignement secondaire et visent à l'introduction de l'informatique plus en tant que discipline qu'en tant qu'outil pédagogique; partout se posent le problème de l'équipement des établissements et celui de la formation des enseignants.

- **Grèce et Danemark**: des intentions (à noter qu'au Danemark, une chaîne privée de télévision propose d'équiper quelques écoles et de faire de la formation).

- **Belgique (Française et Flamande)**: phase d'expérimentation d'enseignement de l'informatique en tant que discipline dans un nombre limité d'établissements secondaires, et introduction de cette discipline dans des enseignements professionnels (comptabilité; option électromécanique-électricité); création prévue de centres universitaires pour des actions de formation des enseignants (40 heures d'initiation — sensibilisation aux algorithmes<sup>(32)</sup>, 40 heures d'initiation à un langage de base); ces centres seraient équipés de terminaux informatiques reliés au gros ordinateur (unité centrale) de Bruxelles, comme le sont les établissements d'enseignement supérieur pour leur gestion.

- **Luxembourg**: introduction de l'informatique, en tant que matière à option, dans le secondaire et mise en place d'une formation pour les enseignants (1983-1984: familiarisation avec l'outil); à noter qu'on ne vise pas l'Enseignement Assisté par Ordinateur (E.A.O.) à cause des problèmes de portabilité des logiciels et « de la difficulté d'avoir des logiciels d'enseignement de qualité » (sic).

- **Pays-Bas**: il y a un démarrage dans le secondaire et une « accélération » est prévue; démarrage également dans le primaire: expérience de formation initiale dans une dizaine d'écoles normales; le parlement a, par ailleurs, demandé que soit faite une plus grande part à l'E.A.O. (création de logiciels de base avec conception très décentralisée et réseau d'échange entre les concepteurs), ceci lors de l'approbation du plan 1984-1988.

---

(30) Grande-Bretagne, Belgique F. et Belgique N., Danemark, France, Grèce, Irlande, Luxembourg, Pays-Bas (Source F.I.P.E.S.O., alias Fédération Internationale des Professeurs de l'Enseignement Secondaire Officiel).

(31) Projet MICRO-PRIMER, lancé en mars 1980 pour quatre ans: équipement de chaque école, à tarif préférentiel — sur ses fonds propres — avec formation de deux enseignants volontaires à partir d'un ensemble d'auto-formation (documents écrits, cassettes) et de regroupements.

(32) Voir glossaire.

• **Italie** : projet national d'introduction à l'informatique dans cinquante établissements primaires ou secondaires en 1983-1984 (et des cours d'informatique dans certains secteurs secondaires); des universités mènent des recherches sur l'utilisation du vidéodisque dans les écoles, ou développent des cours d'informatique et des expériences en E.A.O. en mathématiques et physique.

• **Irlande** : aucune stratégie globale d'utilisation de l'informatique en tant qu'auxiliaire pédagogique et aucune politique de production, évaluation ou distribution de didacticiels<sup>(33)</sup>; 62 % des établissements secondaires possèdent un micro-ordinateur; 40 % de ces établissements proposent un module d'informatique — élément optionnel du programme de mathématiques — à leurs élèves de deuxième cycle (enseignement validé par certificat spécial du ministère de l'Éducation).

• **Grande-Bretagne** : des plans nationaux d'équipement permettent aux établissements secondaires et primaires d'acquérir des micro-ordinateurs à demi-tarif, et ouverture de nombreux « centres de ressources » pour les enseignants (accès aux machines, aux logiciels, contacts avec des animateurs); pas de plan national de formation des enseignants ou de production de logiciels, à cause de l'organisation très décentralisée de l'enseignement (109 « Local Educational Authorities »). Dans l'ensemble du Royaume Uni (l'organisation est différente en Écosse), on estime que 50 000 enseignants ont suivi une formation, 500 logiciels en tout sont disponibles, produits en général par des équipes assez nombreuses associant enseignants pour le scénario pédagogique et programmeurs pour la mise en forme; on étudie le téléchargement, c'est-à-dire la possibilité d'amener dans son propre micro-ordinateur, par voie hertzienne ou téléphonique, un programme enregistré dans une banque de logiciels.

• **Allemagne**<sup>(34)</sup> : il y aurait un projet pilote pour travailleurs spécialisés, lancé il y a cinq ans.

## Les échanges internationaux

Dans cette phase d'exploration et de découverte, de toutes parts on met l'accent sur l'importance fondamentale de la diffusion d'informations sur des utilisations variées de l'ordinateur dans l'enseignement et sur l'évaluation des résultats : UNESCO, colloques internationaux par discipline (7<sup>e</sup> conférence internationale sur l'enseignement de la chimie par ordinateur en août 1983, colloque prévu pour 1985 et organisé par la Commission Internationale sur l'Enseignement des mathématiques), ou séminaire européen déjà mentionné (Marseille, décembre 1983), intitulé « Informatique et Enseignement », au cours duquel quatre groupes ont fonctionné sur les thèmes<sup>(35)</sup> suivants : formation des enseignants, impact socio-culturel des N.T.I.<sup>(36)</sup>, contenu et place des N.T.I. dans l'enseignement, matériels et logiciels.

En écho, la Commission Internationale sur l'Enseignement des Mathématiques (C.I.E.M.) s'est fixé quatre axes de réflexion, dont

(33) Voir note 20, ou glossaire.

(34) N.D.L.R. : nous n'avons eu accès à aucun rapport officiel.

(35) Cf. compte-rendu de ce colloque diffusé par la Fédération Internationale des Professeurs de l'Enseignement Secondaire officiel (F.I.P.E.S.O.).

(36) N.T.I. = Nouvelles Technologies de l'Information (vocabulaire souvent employé officiellement).

*« l'influence des ordinateurs et de l'informatique sur les mathématiques et leur enseignement au niveau pré-universitaire et universitaire »*; elle organise en 1985 un colloque international à Strasbourg sur ce thème, autour de trois grandes questions<sup>(37)</sup> :

- de quelle façon les ordinateurs et l'informatique influent-ils sur les notions mathématiques, les valeurs, la progression de la science mathématique ;
- de quelle façon de nouveaux cursus d'études peuvent-ils répondre aux besoins et aux possibilités ;
- de quelle façon l'usage des ordinateurs peut-il aider l'enseignement mathématique.

Quant aux participants à la 7<sup>e</sup> Conférence Internationale sur l'Enseignement de la Chimie par Ordinateur, ils suggèrent un séminaire d'experts pour la mise au point de méthodes d'évaluation régulière des didacticiels et la mise sur pied d'un système de distribution des logiciels d'enseignement convenablement évalués.

### **Des échanges non sans questions**

Il faut noter que des échanges — ou des transferts — internationaux de programmes d'enseignement ne sont pas sans poser des problèmes : chacun est le reflet non seulement d'une démarche pédagogique précise, mais encore d'une tradition culturelle ; et même si les fondements psycho-pédagogiques des logiciels d'enseignement dits tutoriels<sup>(38)</sup>, qu'ils soient réalisés en France, en Grande-Bretagne, aux États-Unis ou ailleurs, sont souvent identiques (enseignement programmé skinnérien ou crowdérien), on ne peut qu'être vigilant lorsqu'il est question de l'achat, et même de l'adaptation, de didacticiels réalisés dans un pays étranger, car il s'agit aussi d'importer une conception culturelle et éducative.

De même, à l'heure où les progrès de la technologie et de la normalisation permettent les échanges internationaux de « données » informatiques et l'accès de chacun à des bases de données<sup>(39)</sup>, réaliser une telle base n'est pas que s'assurer une clientèle pour les matériels ou réseaux d'accès et des rentrées financières<sup>(40)</sup> ; c'est aussi imposer une certaine manière de penser, un certain choix des informations, une certaine structuration de celles-ci, un ordre d'importance, voire une

---

(37) Voir rapport préparatoire au Colloque : Bulletin A.P.M.E.P., n° 345, septembre 1984.

(38) Voir glossaire.

(39) Voir glossaire ; d'innombrables bases de données existent en France et à l'étranger (en 1981 : 360 dont 70 % en Amérique du Nord).

(40) L'accès à une base est en général régi par l'emploi d'un code d'identification accordé sur abonnement.



culture (en dehors de toute question linguistique)... c'est aussi se donner le moyen de connaître, par l'enregistrement des appels, les centres d'intérêt des autres.

## Quelques conséquences de l'introduction de l'informatique dans l'enseignement

Deux aspects sont essentiels : l'influence de la technologie qui permet de faire autrement, mieux parfois, plus vite, et l'influence des concepts fondamentaux au premier rang desquels se trouve l'algorithmique<sup>(41)</sup>. Il en résulte que l'appel, dans l'enseignement, aux ordinateurs et à l'informatique a des conséquences sur le rôle et la fonction de l'enseignant, les structures institutionnelles, les programmes, les processus d'apprentissage.

### Un rôle nouveau pour l'enseignant ?

Les possibilités multiples d'utilisation de l'ordinateur<sup>(42)</sup> ont permis d'élaborer des logiciels d'enseignement correspondant à diverses approches — ils sont de qualité diverse aussi ! —. L'enseignant voit alors son rôle modifié : il peut se consacrer davantage à sa tâche de conseiller de l'élève, « l'autos'éduquant » comme disent les Québécois.

### Occasion de modification des structures institutionnelles

Parallèlement, les structures institutionnelles sont remises en cause : dans les meilleurs cas, les classes se dédoublent<sup>(43)</sup>, éclatent ; déjà, des logiciels d'enseignement sont accessibles ailleurs qu'à l'école : quelques-uns — très peu — sont accessibles de chez soi pour peu qu'on dispose d'un Minitel ; d'autres (et leur nombre ne va qu'en augmentant), réalisés par des maisons d'édition scolaire ou des sociétés rattachées aux constructeurs de matériels, sont disponibles dans les maisons de l'informatique, centres X 2000, ... que les jeunes fréquentent.

*« Une commercialisation de logiciels éducatifs sans contrôle de validation présente divers dangers. En effet, pour assurer leurs ventes, certains éditeurs seront tentés de faire miroiter les avantages de leur système et de recourir, à tort ou à raison, à des slogans publicitaires. »*

*L'enseignant non averti, ou pas assez averti, sera tenté d'utiliser ces programmes dans des cas où le classique tableau scolaire ou l'un ou l'autre moyen audio-visuel est beaucoup plus indiqué. Il peut aussi arriver qu'il limite son enseignement à l'utilisation de ces programmes et néglige ainsi certains aspects essentiels du point de vue didactique ».*

Rapport préparatoire au Séminaire Européen « Informatique et Enseignement », Marseille 83 — Belgique wallonne.

(41) Algorithmique : science des algorithmes. Voir glossaire.

(42) Voir annexe : diverses classifications possibles des didacticiels ; on distingue aussi souvent : tutoriel, apprentissage par l'exercice, simulation, évaluation formative.

(43) Par exemple, l'équipement d'un lycée est constitué de huit micro-ordinateurs ; seize élèves (deux par machine) peuvent donc travailler simultanément en salle informatique.

## Retombées sur les programmes scolaires

L'informatique permet d'atteindre facilement une multitude de connaissances, enregistrées dans les mémoires auxiliaires d'ordinateur ; il est donc légitime de prévoir d'alléger les programmes scolaires de certaines connaissances et de centrer l'enseignement sur « apprendre à apprendre ». La C.I.E.M., dans son rapport préparatoire au colloque de Strasbourg déjà cité, qualifie d'ailleurs sa question 9 de « *la plus importante* » : « *Quelles sont les suppressions possibles dans les enseignements de base ?* » ; interrogation posée aux matheux, mais valable pour toutes les disciplines. L'irruption de l'ordinateur devrait modifier l'importance de certaines questions dans les programmes ; ainsi, il existe déjà aujourd'hui des logiciels pour calculer des intégrales définies, résoudre des équations différentielles, voire calculer des solutions explicites de certaines équations fonctionnelles ; l'enseignement des mathématiques peut donc insister moins qu'autrefois sur la mise en œuvre des moyens classiques d'intégration par exemple.

Par ailleurs, les concepts de base de la science informatique font appel à des notions mathématiques variées<sup>(44)</sup> ; d'où de nécessaires interrogations et études à mener pour repérer quelles sont les mathématiques discrètes à introduire dans les programmes pour pouvoir ensuite aborder les questions de codage, combinatoire ou graphes. Cette interrogation peut s'élargir à la question 3 du pré-rapport de la C.I.E.M. — toujours lui ! — « *Quelles sont les mathématiques nécessaires à la culture scientifique de base — au niveau universitaire — dans le nouvel environnement industriel* »<sup>(45)</sup>. »

## Des retombées sur les processus d'apprentissage

Il s'agissait, jusqu'ici, des conséquences de l'emploi de l'outil informatique, de logiciels ou bases de données disponibles ; mais l'appel à l'informatique dans l'enseignement peut avoir des retombées sur les apprentissages mêmes.

Il faut, certes, dénoncer un certain discours auquel fabricants de matériels et maisons d'édition de logiciels d'enseignement ne sont pas étrangers : le seul recours à ce miraculeux outil qu'est l'informatique lèverait par enchantement les causes de l'échec scolaire<sup>(46)</sup>.

---

(44) Le calcul binaire, sur lequel trop d'ouvrages d'initiation à l'informatique insistent, n'est qu'un infime aspect ; l'étude des algorithmes pour eux-mêmes nécessite un apport mathématique important : effectivité, preuve, ...

(45) On lit dans ce pré-rapport, à la suite : « *des réponses partielles, venant d'informaticiens, font état d'une demande théorique forte ; l'usage des ordinateurs et de l'informatique exigerait plus de mathématiques et mieux comprises et conduirait à un nouvel équilibre entre les mathématiques « pures » et les mathématiques « appliquées »* ».

(46) N.D.L.R. : hélas, l'examen de certains logiciels d'enseignement laisse douter de l'existence de la révolution pédagogique annoncée dans de semblables discours.

Cependant, il faut faire la part de l'attrait de la machine qui permet à des enfants de faire et refaire des « exercices à trous » et, donc, il faut reconnaître l'apport de l'ordinateur dans des démarches répétitives nécessaires à certaines acquisitions (lecture, ou règles opératoires, ou...). Il faut surtout voir que le recours à l'informatique modifie les processus mêmes de l'apprentissage ; elle permet à l'utilisateur d'apprendre en expérimentant — tel est le postulat de S. PAPERT, le père du langage LOGO<sup>(47)</sup> — ; elle favorise le passage du concret à l'abstrait et inversement, le passage du « faire » au « concevoir », lorsqu'il s'agit d'analyser une situation et de mettre en évidence, dans l'algorithme du problème, la suite organisée des opérations ; elle permet de mettre en œuvre des concepts mathématiques avant de les formuler : des enseignants de mathématiques, signalent que la notion de variable est plus facilement acquise par les enfants qui, auparavant, ont eu l'occasion d'expériences allant jusqu'à la programmation, que par d'autres.

L'informatique permet, enfin, de redonner aux mathématiques un statut de science expérimentale, l'ordinateur multipliant les possibilités d'expérimentation et d'observation (expériences numériques ou visuelles<sup>(48)</sup>) qui fondent l'intuition.

## **Influence de l'informatique sur les notions mathématiques, la progression de la science mathématique : des pistes**

C'est l'un des thèmes du colloque C.I.E.M. de 1985, plusieurs fois mentionné. Parmi les pistes repérées par les organisateurs et proposées à exploration, citons :

- les concepts mathématiques ont toujours dépendu des moyens de calcul et des moyens d'écriture ; on peut donc s'attendre à ce que les nouveaux moyens de calcul et d'écriture qu'offrent les ordinateurs et l'informatique permettent l'émergence de concepts nouveaux ;
- les mathématiques ont toujours eu un aspect expérimental ; par ailleurs, le nombre et la variété des calculs autrefois impraticables, des visualisations, des « *stimuli auxquels on est en mesure de soumettre les êtres mathématiques pour apprécier leurs réactions* »<sup>(49)</sup> ont considérablement augmenté ; on peut donc espérer un renouveau de l'enseignement des mathématiques, de nouvelles recherches mathématiques engagées ;

---

(47) Voir chapitre 3, LOGO.

(48) Avec un même ordinateur, on peut obtenir une sortie sur écran, imprimante ou table traçante ; il existe désormais des logiciels présentant un même objet sous différents angles de vue, en fonction de la position de l'observateur...

(49) Cf. rapport préparatoire : Bulletin A.P.M.E.P., n° 345, septembre 1984.

- une nouvelle pratique s'instaure, avec la preuve assistée par ordinateur (utilisation, dans la preuve d'un théorème d'existence, d'un algorithme permettant d'obtenir effectivement l'objet cherché).

### **Des interrogations aux enseignants de mathématiques**

Par ailleurs, dans ce pré-rapport, des questions concernent plus l'enseignement que la science mathématique :

- « *quels sont les changements envisageables dans l'ordre des matières enseignées (séries avant intégrales, statistiques avant probabilités, probabilités avant intégration) » ;*
- « *quelles sont les mathématiques sous-jacentes aux systèmes mathématiques symboliques » ;*
- « *quels sont les changements envisageables dans la présentation des sujets, particulièrement sous l'influence des algorithmes disponibles (méthode de NEWTON pour la résolution des équations, fractions continues pour les nombres réels, polynômes d'interpolation pour le calcul approché des intégrales, triangulation en algèbre linéaire, ...)* »
- « *comment prévoir les nouvelles hiérarchies de difficultés des exercices, compte tenu de l'usage des ordinateurs et en tenir compte dans les propositions d'exercices ?* ».

Mordus d'informatique ou pas, enthousiastes ou réticents, les enseignants de mathématiques sont, et seront, tous concernés !



## Annexe 1 :

### LE CODE A BARRES

Un code à barres (ou code-barres) est symbolisé, comme son nom l'indique, par des barres et espaces, de différentes largeurs, représentant un ensemble de données numériques ou alphanumériques, auquel correspond un produit.

Différents types de codes à barres sont couramment utilisés. Parmi ceux-ci :

- le code EAN (vient de European Article Number), normalisé, qui est utilisé pour le codage d'articles de grande consommation (produits alimentaires, d'entretien ou d'hygiène) vendus dans les grandes surfaces par exemple (sauf livres) ;
- le code CODABAR, utilisé dans les centres de transfusion sanguine et les laboratoires photographiques ;
- le code CIP 39, utilisé pour les produits pharmaceutiques ;
- le code 2/5 5 barres industriel.

**Le code 2/5 5 barres industriel :** c'est un code numérique, à longueur variable, avec signal de début et de fin ; chaque chiffre est codé par un ensemble de 5 barres, dont 2 barres larges (d'où le nom du code).

Table de vérité

CARACTÈRE	B <sup>1</sup>	B <sup>2</sup>	B <sup>3</sup>	B <sup>4</sup>	B <sup>5</sup>
0	0	0	1	1	0
1	1	0	0	0	1
2	0	1	0	0	1
3	1	1	0	0	0
4	0	0	1	0	1
5	1	0	1	0	0
6	0	1	1	0	0
7	0	0	0	1	1
8	1	0	0	1	0
9	0	1	0	1	0
START	1	1	0		
STOP	1	0	1		

B<sup>1</sup> à B<sup>5</sup> = barres    0 = barre mince    1 = barre large

Exemples :



1234

↑ Début du code (start)

↑ Fin du code



\* 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 5 \*

**Le code CODABAR** permet de coder les chiffres et 14 caractères complémentaires ; chaque symbole est représenté par 7 éléments, dont 4 barres et 3 espaces ; parmi ceux-ci, 2 ou 3 sont larges et 4 ou 5 sont minces.

**Table de vérité**

CARACTÈRE	B <sup>1</sup>	E <sup>1</sup>	B <sup>2</sup>	E <sup>2</sup>	B <sup>3</sup>	E <sup>3</sup>	B <sup>4</sup>
0	0	0	0	0	0	1	1
1	0	0	0	0	1	1	1
2	0	0	0	1	0	0	1
3	1	1	0	0	0	0	0
4	0	0	1	0	0	1	0
5	1	0	0	0	0	1	0
6	0	1	0	0	0	0	1
7	0	1	0	0	1	0	0
8	0	1	1	0	0	0	0
9	1	0	0	1	0	0	0
-	0	0	0	1	1	0	0
\$	0	0	1	1	0	0	0
=	1	0	0	0	1	0	0
/	1	0	1	0	0	0	0
.	1	0	1	0	1	0	0
+	0	0	1	0	1	0	1
a	0	0	1	1	0	1	0
b	0	1	0	1	0	0	1
c	0	0	0	1	0	1	1
d	0	0	0	1	1	1	0
t	0	0	1	1	0	1	0
n	0	1	0	1	0	0	1
*	0	0	0	1	0	1	1
e	0	0	0	1	1	1	0
START	combinaison a b c d combinaison t n * e						
STOP							

**Des exemples :**

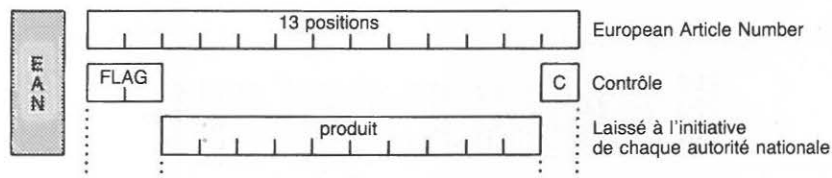
N° 0 0 2 1 4 0



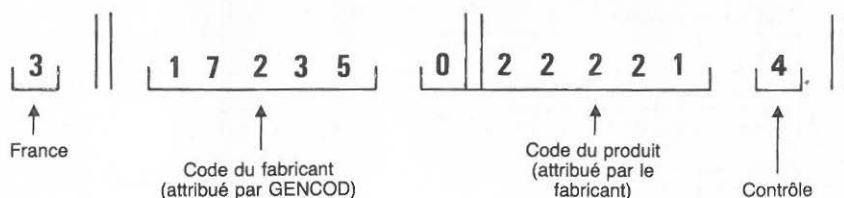
0568156



**Le code EAN** comporte 13 chiffres (EAN 13), parfois 8 (EAN 8) ; il s'agit d'un indicatif international, les sociétés nationales qui le définissent dans chaque pays assurant la compatibilité internationale.



Les deux premiers chiffres (FLAG, ci-dessus) identifient l'organisme qui a attribué le code. Ainsi, un code commençant par 3 a été attribué en France ; il se décompose, suivant les normes définies par la société nationale française GENCOD<sup>(\*)</sup>, de la manière suivante :



c'est-à-dire suivant la structure (les barres, plus longues, de séparation n'interviennent pas) :



La codification des livres est spécifique : elle intègre la numérotation internationale ISBN en la faisant précéder (c'est le cas le plus général) de 978.

Il faut remarquer que les règles générales de codification des articles sous les autorités nationales imposent, en particulier, que l'article identifié soit l'article « consommateur », c'est-à-dire que toute modification permanente de l'article (coloris, emballage, taille,...) ou vente par lot imposent une codification différente.

#### Algorithme de calcul du caractère de contrôle du code EAN :

Dans cet algorithme, les positions de codification sont numérotées de droite à gauche (le caractère de contrôle occupe la position 1).

ÉTAPE 1 : Additionner, en partant de la position 2 du code, les valeurs des caractères de position paire.

ÉTAPE 2 : Multiplier par 3 le résultat de l'étape 1.

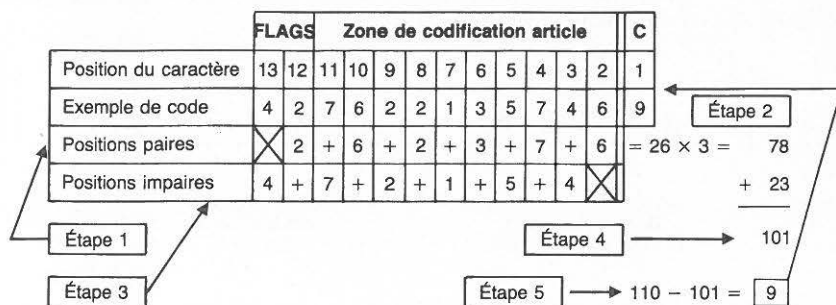
ÉTAPE 3 : Additionner, en partant de la position 3 du code, les valeurs des caractères de position impaire.

ÉTAPE 4 : Additionner les résultats des étapes 2 et 3.

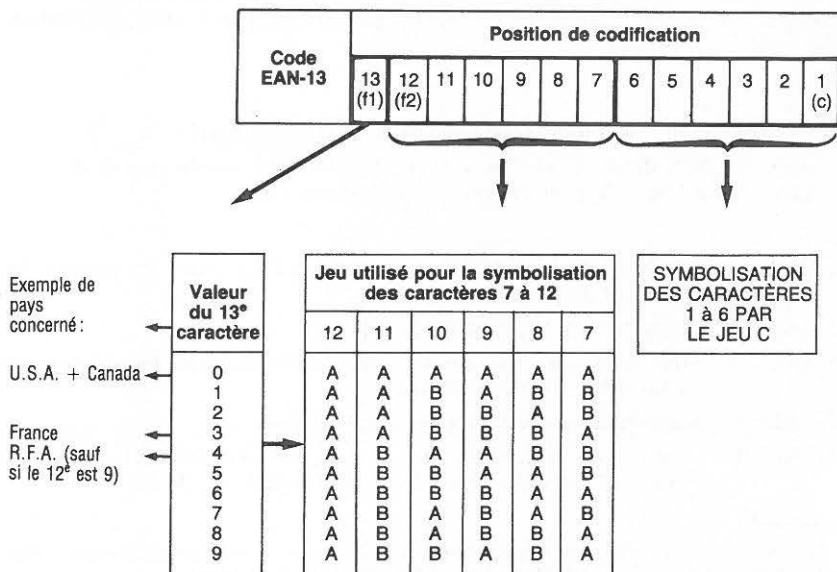
ÉTAPE 5 : Le caractère de contrôle est le plus petit nombre qui, ajouté au résultat de l'étape 4, donne un résultat multiple de 10.

(\*) N.D.L.R. : cette annexe a été principalement rédigée à partir de la documentation aimablement fournie par la société GENCOD. 13, boulevard Lefebvre - 75015 Paris.

Exemple :



**Symbolisation du code EAN:** elle est particulièrement complexe (elle concerne les différents pays) ; elle utilise trois jeux de caractères, appelés jeux A, B ou C.





## Annexe 2 :

### OPTION INFORMATIQUE Quelques précisions...

#### La formation des enseignants de l'option informatique\*

Pour enseigner dans une option informatique, il faut avoir, en principe, le label « formateur en informatique »... ou quelque chose d'équivalent.

Chaque lycée expérimental est suivi par un universitaire qui « remet à niveau » et assure une « formation complémentaire » aux professeurs impliqués dans l'option. En effet, l'expérience montre que, si dans leur grande majorité ces enseignants ont bénéficié pendant une année scolaire d'un stage de formation à l'informatique dans un centre universitaire, un complément de formation leur est nécessaire pour remplir les missions assignées à l'option.

##### Ce que l'on attend du professeur qui enseigne l'option informatique :

- la maîtrise des méthodes permettant d'analyser de façon systématique n'importe quel problème simple, ce qui nécessite expérience et recul ;
- la connaissance de quelques bases de didactique des constructions d'algorithmes et de programmes (objectifs, concepts, choix d'une progression pédagogique, choix d'exercices appropriés...) ;
- une familiarisation suffisante avec des applications diverses de l'informatique (pour les introduire dans un exercice ou un projet, pour choisir des thèmes de travaux, pour pouvoir confier des « travaux de prolongement » aux élèves intéressés...) ;
- la pratique de la conduite de projets (niveau de difficulté, phases d'avancement...) ;
- la faculté de répondre à des questions variées, de rechercher de la documentation sur les matériels, logiciels, réseaux...

On ne peut donc confier cet enseignement à un professeur simplement initié ; d'après les niveaux de formation présentés dans le rapport NIVAT, 300 heures semblent représenter le minimum nécessaire.

##### Des suggestions pour les contenus et l'organisation des compléments de formation :

Les contenus varient suivant l'expérience antérieure des candidats :

- ceux qui ont fait un stage d'un an il y a longtemps (10 ans et plus parfois) ont besoin souvent d'un recyclage en matière de méthodes d'analyse, de micro-informatique, etc. ;
- ceux qui ont reçu une formation universitaire de second cycle en informatique ont besoin d'un recyclage en matière d'utilisation pédagogique dans les différentes disciplines.

---

\* Extraits d'une note élaborée par le Comité Scientifique National chargé du suivi et de l'évaluation de cette expérience (novembre 1983) ; l'interrogation subsiste pour la « banalisation » en seconde en octobre 1985.

**A titre indicatif :** les demandes exprimées par les enseignants de l'option dans les différentes académies, telles qu'elles apparaissent dans le rapport de novembre 1983 du Comité National Scientifique :

- structures de données (algorithmique et traduction dans un langage) ;
- gestion de fichiers ;
- étude de PASCAL ;
- applications de l'informatique ;
- autres langages (PROLOG, LOGO, LISP...) ;
- récursivité ;
- bases de données ;
- analyse syntaxique, compilation/interprétation ;
- assembleur, interfaces entre micro-ordinateurs, « pilotage » à partir d'un micro-ordinateur ;
- réseaux\*.

Il est souhaitable d'envisager des formations inter-académiques, en prenant appui sur les centres expérimentés dans ce domaine. Les modalités peuvent être diverses (toutes les semaines, stages d'un ou deux jours ou d'une semaine, écoles d'été...). Il faut insister sur la quantité importante de travail demandé à ces enseignants et donc sur la nécessité de leur donner le temps et les moyens de suivre une telle formation.

## Quelques flashes sur les élèves de l'option informatique

*Des extraits d'une enquête faite, en fin d'année 1982-1983 auprès des élèves de l'option informatique (classes de seconde et première) et de leurs parents au lycée BREQUIGNY à Rennes.*

**Leur avis :**

(Pourcentages de réponses positives aux questions posées)	Élèves de 2 <sup>de</sup>	Élèves de 1 <sup>re</sup>	Total élèves	Parents
L'option, c'est :				
— un élément de culture-générale	48,2	50	49	38,5
— une préparation à la vie professionnelle future	46,5	45	46	52,5
— sans opinion	5,3	5	5	9
L'informatique, c'est :				
— une science	41,3	50	45	36
— une technique	48,3	57,5	52	79,5
— une distraction	38	35	36,7	5

\* N.D.L.R. : il ne semble pas y avoir de demandes de type didactique ou pédagogique !

# **Leur avis sur le devenir souhaitable de cette option et sa validation :**

— Pensez-vous qu'il faille une sanction de cette option au baccalauréat :

	Élèves de 2 <sup>de</sup>	Élèves de 1 <sup>re</sup>	Total élèves	Parents
Pour	86,2	87,5	86,7	95
Contre	12,5	2,5	6,1	2,5
Indifférents	1,3	10	7,2	2,5

— Jugez-vous souhaitable la généralisation de cette option facultative à l'ensemble des lycées :

	Élèves de 2 <sup>de</sup>	Élèves de 1 <sup>re</sup>	Total élèves	Parents
Oui	96,5	85	91,8	89,7
Non	1,7	12,5	6,1	6,4
Sans opinion	1,8	2,5	2,1	3,9

— Pensez-vous que l'informatique doive :

	Élèves de 2 <sup>de</sup>	Élèves de 1 <sup>re</sup>	Total élèves	Parents
— rester une option facultative	79,3	80	79,6	73
— devenir une option obligatoire	10,3	15	12,2	18,3
— sans opinion	10,4	5	8,2	8,7



- QU'EST CE QUE TU DEMANDES A NOEL?  
- UNE ARDOISE . ET TOI ?

## CHAPITRE 2

# Matériels Langages

Un micro-ordinateur... c'est quoi ? comment ça marche ?  
C'est simple et un peu compliqué !

C'est simple si on s'en tient aux principes généraux de structure et de fonctionnement... c'est plus compliqué si on entre dans la technicité fine des composants, des langages et des transferts de l'information codée.

Tout a déjà été écrit là-dessus, que ce soit dans des revues de vulgarisation ou dans des ouvrages spécialisés (cf. bibliographie).

Il nous a cependant semblé indispensable d'en parler un peu, sans trop entrer dans une description technique qui rebuterait une grande partie des collègues :

- parce que cette « brochure de base » sera pour une bonne partie des lecteurs un premier contact un peu global avec les technologies nouvelles et leurs applications ;
- parce que nous avons toujours pensé qu'il fallait dès le départ ouvrir sur toutes les composantes de l'informatique et qu'avoir une idée de « comment c'est fait » et « comment ça marche », même très superficiellement, est une de ces composantes.

Ce chapitre n'apportera pas grand chose aux collègues déjà initiés...

Pour les autres, que nous souhaitons nombreux, nous espérons qu'ils en retiendront quelques idées simples avec, ensuite, le désir d'en savoir plus...



## **DANS CE CHAPITRE**

**La pièce maîtresse d'un micro-ordinateur... c'est l'unité centrale.**

- Comment est-ce fait ? comment cela fonctionne-t-il ?
- Comment y est codée l'information ?

**Un aperçu de tout ce qu'il peut y avoir autour de cette unité centrale... les périphériques.**

**Le dialogue homme-machine... les langages.**

**De la mise en route d'un micro-ordinateur... jusqu'aux résultats obtenus.**

**Annexe : quel matériel ; quelle installation pour un établissement.**

# VOUS SAUREZ PRESQUE TOUT !

## IMPRIMANTE SEIKOSHA GP 500 A

A/ Imprimante à Impact : 50 caractères/seconde. Lignes de 80 caractères. Matrice 5 x 7. Graphique point par point (colonne de 7 points adressables). Entraînement du papier pas à pas, par picots (traction). Mémoire tampon de 80 caractères. Caractères simples et étendus. Majuscules et minuscules disponibles. Interface parallèle Centronics.

## CABLES DE CONNEXION AVEC IMPRIMANTES MUNIES D'UNE INTERFACE TYPE CENTRONICS

Câble parallèle standard Centronics  
Prise Centronics aux 2 extrémités

Lecteur de disquette... avec contrôleur  
Interface + contrôleur + premier lecteur de disquettes 80 K octets utilisables. Disquettes 5 pouces simple face simple densité non lemmées (5 SF 50 500). Contient le système d'exploitation D.O.S. Basic et plusieurs logiciels supplémentaires (graphique et gestion de fichier). Le contrôleur peut gérer au maximum 4 lecteurs de disquettes. Livré avec manuel D.O.S.  
Destiné à un T07 ou T07-70

## UNITÉ CENTRALE T07-70 THOMSON

Ce modèle est une version évoluée du T07. Sur de nombreux points le T07 et le T07-70 sont compatibles. Le modèle T07-70 se caractérise par : une plus grande mémoire, un clavier à touches, une alimentation différente, un lecteur de cartouches verticales, une meilleure résolution du crayon optique et 16 couleurs disponibles.

Détail des caractéristiques : microprocesseur 6809. Mémoire vive : 64 K octets dont 16 réservés à la mémoire graphique. Extension en cours d'étude (jusqu'à 128 K). Affichage graphique : résolution 64000 points (320 x 200) en 16 couleurs. Attachage lente : 25 lignes de 40 caractères. Caractères 16 bits. Écran : branchement direct à votre téléviseur couleur par prise péritel ou par l'intermédiaire du modulateur SECAM (voir Rel. 303 007 P). Clavier : 57 touches silicone. Majuscules et minuscules accentuées. Crayon optique intégré résolution 64 000 points. Contrôleurs intégrés : un lecteur de cartouche mémoire type MEMO 7 avec couvercle de protection verrouillable. (N.B. : les cartouches du MO 5 ne sont pas utilisables avec le T07 et le T07-70) ; un connecteur pour extension mémoire et trois connecteurs pour périphérique : une prise pour lecteur/enregistreur de programme spécial T07 et T07-70. N.B. : aucun langage n'est intégré à l'origine. M.B. : aucun langage n'est intégré à l'origine. Dimensions : 45,5 x 24 x 8 cm. Boîtier séparément. L/N/H.

Contrôleur de communication  
Comporte une interface série RS 232 et une interface parallèle de type Centronics (pour connexion d'une imprimante). Communication série : vitesse programmable de 110 4800 bauds ; transmission bidirectionnelle 7 ou 8 bits.  
Attention : la liaison série n'est pas accessible à partir du MO 5.

Extraits du catalogue CAMIF HIVER 84/85

Un ordinateur, qu'il soit hyper, super, gros, moyen, mini, micro, nano... est une machine à traiter automatiquement de l'information.

Pour cela il doit pouvoir :

- recevoir l'information à traiter et le programme de traitement (par les **organes d'entrée**) ;
- traiter cette information (par l'**unité centrale**) ;
- restituer le résultat du traitement (par les **organes de sortie**).

## MINI... MICRO... NANO... ORDINATEURS...

Les différents préfixes indiquent la taille, le degré de complexité, le volume de travail (capacité mémoire), la puissance (vitesse de calcul...), les possibilités de connexions (périphériques) du matériel.

En fait, il ne faudrait pas croire que ces appellations recouvrent une hiérarchie figée et absolue : un micro-ordinateur actuel est plus performant qu'un mini d'il y a dix ans et qu'un gros d'il y a vingt ans.

Les micro-ordinateurs se sont développés à partir de la fabrication des microprocesseurs.

Le choix d'un équipement informatique pour une entreprise n'est pas unique. Ainsi la CAMIF et la MAIF, bien connues des enseignants, bien qu'ayant un volume de gestion comparable, ont fait des choix différents : la MAIF n'a qu'un seul gros ordinateur alors que la CAMIF a au moins six mini-ordinateurs plus ou moins spécialisés et reliés entre eux.

Les ordinateurs, les mini-ordinateurs et quelques micro-ordinateurs peuvent donner l'impression d'exécuter plusieurs tâches en même temps.

Ils ont, en fait, des logiciels multitâches qui permettent de traiter une partie du programme A, puis une partie du programme B, puis reprendre A, puis B, puis A, etc. Ces traitements se faisant très rapidement, chaque utilisateur a l'impression que l'ordinateur travaille pour lui tout seul.

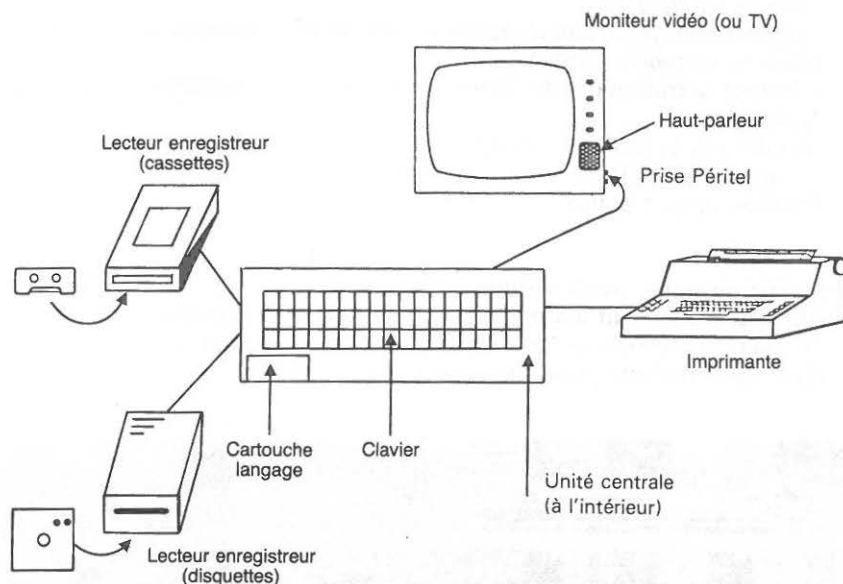
Les ordinateurs et les mini-ordinateurs ont plusieurs microprocesseurs dans leur unité centrale. Les micro et les nano n'en ont qu'un.

Les ordinateurs familiaux actuels (TO 70, MO 5, Alice, EXL 100...) sont des nano-machines.



Tout ce qui n'est pas unité centrale entre dans la dénomination générale de **périphérique**<sup>(50)</sup>. Chaque liaison périphérique-ordinateur doit comprendre son **interface** permettant les échanges d'informations entre le périphérique et l'unité centrale.

## Une configuration classique :



Un TO7 et ses périphériques

(50) Un glossaire des termes techniques de l'informatique et de la télématique est en annexe générale.

# L'UNITÉ CENTRALE

## Sa composition

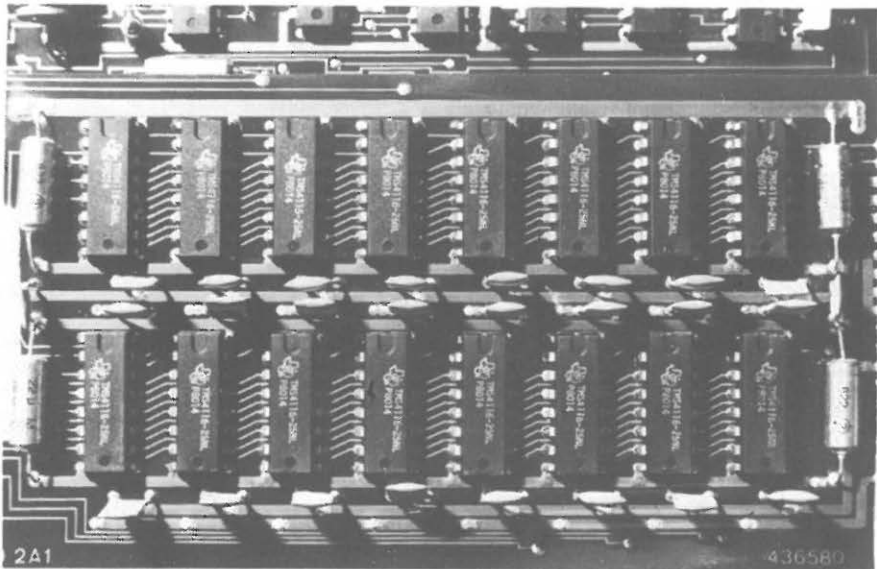
C'est la pièce maîtresse de l'ordinateur ;

Elle doit permettre de :

- enregistrer le programme de traitement et les informations à traiter (dans sa **mémoire centrale**) ;
- effectuer le traitement de l'information (par son **unité arithmétique et logique**) ;
- coordonner l'ensemble des opérations (par son **unité de commande**) ;
- échanger les informations entre ses différentes composantes et l'extérieur (par le **bus**).

Les rôles d'unité arithmétique et logique (U.A.L.) et d'unité de commande (U.C.) sont assurés par un (ou des) microprocesseur(s).

Un microprocesseur est un circuit intégré d'un niveau tel qu'il est un système informatique programmable d'usage général.



Unité centrale d'un Logabax



Il se présente concrètement sous la forme d'une «**puce**» de silicium portant le circuit intégré monté dans un boîtier avec broches ou pattes.

Contrairement aux composants précédents, la fonction d'un microprocesseur n'est pas définie a priori, mais peut être fixée à l'aide d'un programme.

Premier microprocesseur en 1971.

**La mémoire centrale** est, en fait, composée principalement de deux types de mémoires :

- **les mémoires vives** (**MEV** en français, **RAM** en anglais).

Les informations placées dans ces mémoires pourront être lues (aller les chercher pour les afficher ou les utiliser). Elles pourront également être remplacées par d'autres informations.

Elles sont perdues en débranchant l'unité centrale.

- **Les mémoires mortes** (**MEM** ou **ROM**).

Les informations placées dans ces mémoires ne pourront qu'être lues (elles sont figées dès la fabrication). Elles ne sont pas modifiables par l'utilisateur. Elles sont conservées quand l'ordinateur n'est plus sous-tension. Elles contiennent souvent les langages (cartouches du TO 70 par exemple).

Peuvent également exister une **mémoire morte programmable** une seule fois par l'utilisateur (**PROM**) ou **reprogrammable** plusieurs fois (**REPROM**).

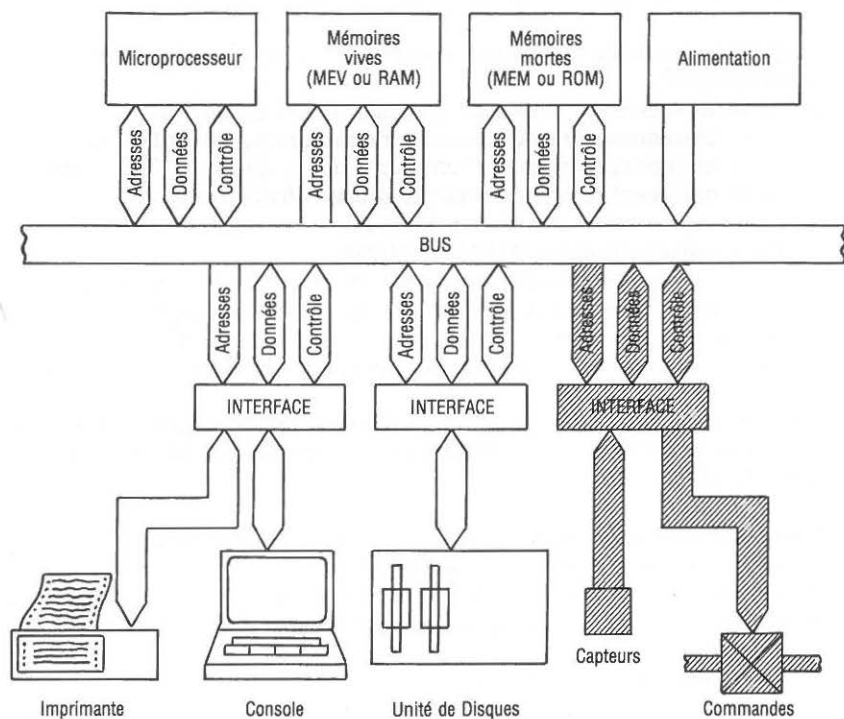
**Le bus** est un ensemble de «**lignes électriques**» qui permet d'échanger des informations par variation de tension.

On considère qu'il y a trois types d'informations qui sont échangées par le bus, échanges qui se font par trois parties spécifiques d'un bus ou par trois bus différents :

- les commandes (ou contrôle) ;

- les données (informations à traiter) ;

- les adresses des données ou des commandes (pour retrouver ces données et commandes).



**Synoptique d'un ensemble de micro-informatique**

**Un exemple simple de fonctionnement :** une addition.

Soit le même programme, enregistré auparavant en mémoire centrale écrit en BASIC et en LSE (voir langages plus loin).

en BASIC

```
1 INPUT A
2 INPUT B
3 C = A + B
4 PRINT C
5 END
```

en LSE

```
1 LIRE A
2 LIRE B
3 C ← A + B
4 AFFICHER C
5 TERMINER
```

Que se passe-t-il à l'exécution de ce programme ?

- Ligne 1: Ce message est codé, enregistré en mémoire centrale puis traité.  
Le microprocesseur active l'interface correspondant au clavier, reçoit l'information (le 1<sup>er</sup> nombre tapé par l'utilisateur), le code, détecte une éventuelle erreur (par exemple un nombre avec des lettres... il interrompt dans ce cas l'exécution). La donnée est rangée dans une case-mémoire du microprocesseur.  
Celui-ci va chercher l'adresse qui a été allouée, par lui, pour la case appelée A puis transfère la donnée à sa place en mémoire vive (case-mémoire repérée par son adresse).
- Ligne 2: Idem pour B (qui recevra le 2<sup>e</sup> nombre tapé par l'utilisateur).
- Ligne 3: Ce message reçu par l'unité centrale est codé puis traité. Si C n'a pas d'adresse en mémoire vive, le microprocesseur affecte une adresse à C.  
Le microprocesseur va chercher l'adresse affectée à A. Il prend une copie du contenu a de A et la place dans une de ses cases-mémoire.  
Il en fait de même pour le contenu b de B.  
Il utilise le programme d'addition placé en mémoire centrale pour effectuer  $a + b$ . Le résultat c est placé dans une de ses cases-mémoire.  
Il cherche l'adresse de C et y transfère c.
- Ligne 4: Ce message est codé puis traité.  
Le microprocesseur active l'interface correspondant à l'écran de visualisation, cherche l'adresse de C, prend une copie du contenu c.  
c est transféré dans le microprocesseur puis copié à l'écran.
- Ligne 5: C'est l'instruction de fin de programme.  
L'ordinateur est en attente de nouveaux ordres.

Cet exemple est volontairement simplifié, mais le principe général est correct.

Les transmissions diverses se font par le bus, selon une cadence réglée par une **horloge**, en liaison avec l'unité de commande.

Ce type de fonctionnement qui est celui des ordinateurs depuis 1950, est appelé **«principe de la machine de VON NEUMANN»**.

*Dès 1946, J. VON NEUMANN, de l'université de Princeton, donne les principes de fonctionnement d'un ordinateur :*

- *Utilisation d'une mémoire dans laquelle on puisse enregistrer simultanément des données et des programmes.*
- *Exécution des instructions du programme en séquence, dans l'ordre où elles sont enregistrées, avec cependant des ruptures de séquences (des instructions de branchement).*

*La machine de VON NEUMANN est donc une machine universelle : pour chaque problème à traiter il suffit d'enregistrer le programme et les données correspondant.*

*Les microprocesseurs sont en fait des machines de VON NEUMANN.*

## Comment y est codée l'information ?

L'ordinateur ne reconnaît fondamentalement que le **bit** (binary digit), système électronique à deux états, 1 ou 0 (existence ou non existence d'un courant).

Ceci veut dire que toute information (instructions de programme, données numériques ou non...) doit finalement se trouver en mémoire centrale sous forme d'une suite de bits.

Les bits, en mémoire centrale, sont groupés « par paquets de huit », que l'on appelle des **octets**, sur la plupart des micro-ordinateurs actuels.

La taille de la mémoire centrale d'un micro-ordinateur est définie en **K** octets avec  $1\text{ K} = 1024$  ( $1024 = 2^{10}$ ).

Une mémoire vive de 64 K octets comprend donc 65 536 octets.

### 8, 16, 32... BITS

Les microprocesseurs les plus utilisés jusqu'à ce jour dans les micro-ordinateurs de l'Éducation Nationale sont « des 8 bits ». Le microprocesseur est l'organe de l'ordinateur qui dirige et organise. Il est en relation avec la mémoire centrale et l'extérieur au moyen du bus qui transfère données, instructions et adresses.

**Un microprocesseur 8 bits** gère directement des octets, avec un bus à 8 fils (1 par bit) : il ne peut donc y avoir que 256 instructions et 256 adresses distinctes ; un nombre entier codé sur 2 octets ne peut être traité et transféré en une seule fois...

Pour gérer 64 K adresses avec un 8 bits, il faut en réalité deux mots de 8 bits, le premier définissant un groupe d'adresses, le second l'adresse dans ce groupe : de manière imagée, le premier serait un numéro de rue, le second l'adresse dans cette rue.

Pour aller plus vite, traiter directement plusieurs octets, avoir directement un plus grand nombre d'adresses... il est nécessaire d'augmenter le nombre de bits que peut assembler le microprocesseur.

D'où les « 16 bits », « 32 bits », etc.

**Pour un « 16 bits »** on a ainsi 64 K adresses directes... et jusqu'à  $4^{11}$  K adresses avec le procédé « rue - adresse dans la rue » !

Qu'est-ce qu'un « faux 16 bits » ? C'est un « 16 bits » avec une interface avec le bus des données qui transforme les mots de 16 bits en deux mots de 8 bits dans le sens micro vers bus, et transforme deux mots de 8 bits en un de 16 bits dans l'autre sens. Le bus d'adresse reste à 16 fils.

La nouvelle tranche 84/85 des micros professionnels agréés Éducation Nationale (Logabax Personna 1600, Leanord Sil'z 16, Bull Micral 90-20 et 90-30, SMT Goupil PC et Matra Max 20) sont des « 16 bits ».

## Codage des caractères

Sur un octet on peut coder jusqu'à  $2^8 = 256$  caractères différents.

On a défini un code international pour tous les caractères susceptibles d'être enregistrés et traités par ordinateur, c'est-à-dire les chiffres, les lettres (majuscules et minuscules), les ponctuations, les caractères spéciaux... bref tous les symboles que l'on peut obtenir avec une ou plusieurs touches d'un clavier.

Ce codage international est le code **ASCII** (American Standard Code for Information Interchange) qui associe à chaque caractère un **nombre décimal** traduit ensuite en binaire sur un octet.

Quelques exemples, en rappelant les poids des 8 bits d'un octet.

$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
0	1	1	0	1	0	1	1

Ce nombre binaire est le décimal

$$2^0 + 2^1 + 2^3 + 2^5 + 2^6 = 1 + 2 + 8 + 32 + 64 = 107$$

(c'est le code de la lettre k)

Caractères	Décimal	Binaire							
		$2^7$ ↓	$2^6$ ↓	$2^5$ ↓	$2^4$ ↓	$2^3$ ↓	$2^2$ ↓	$2^1$ ↓	$2^0$ ↓
espace	32	0	0	1	0	0	0	0	0
!	33	0	0	1	0	0	0	0	1
,	44	0	0	1	0	1	1	0	0
.	46	0	0	1	0	1	1	1	0
0 (zéro)	48	0	0	1	1	0	0	0	0
1	49	0	0	1	1	0	0	0	1
A	65	0	1	0	0	0	0	0	1
O	79	0	1	0	0	1	1	1	1
Z	90	0	1	0	1	1	0	1	0
a	97	0	1	1	0	0	0	0	1
z	122	0	1	1	0	1	0	1	0

Le bit le plus à gauche, ici toujours nul, sert parfois à détecter les erreurs de parité lors de transmissions d'informations.

Ce bit sera alors codé de telle façon que le nombre de 1 de l'octet soit impair.

On peut donc coder  $2^7 = 128$  caractères différents.



## LE CODAGE HEXADÉCIMAL

La représentation des octets avec des 1 et des 0 n'est pas simple d'utilisation...

Aussi les informaticiens représentent souvent un octet par son écriture hexadécimale (base 16).

Elle est bien adaptée aux 8 bits.

### • Correspondance hexadécimal-binaire.

Hexadécimal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D
Binaire	0	1	10	11	100	101	110	111	1000	1001	1010	1011	1100	1101

Hexadécimal	E	F
Binaire	1110	1111

### • Conversion binaire - hexadécimal d'un octet.

Soit  $a_7 a_6 a_5 a_4 a_3 a_2 a_1 a_0$  le contenu d'un octet, avec pour  $a_i$  les valeurs 0 ou 1.

N, sa valeur décimale, est:

$$N = a_7 2^7 + a_6 2^6 + a_5 2^5 + a_4 2^4 + a_3 2^3 + a_2 2^2 + a_1 2^1 + a_0$$

$$N = [a_7 2^3 + a_6 2^2 + a_5 2^1 + a_4 2^0] (16)^1 + [a_3 2^3 + a_2 2^2 + a_1 2^1 + a_0 2^0] (16)^0$$

On obtient ainsi directement l'écriture de N en hexadécimal en remplaçant chaque crochet par son écriture hexadécimale.

### • Exemple: Pour les entiers 180, 95 et 218.

Binaire	10110100	01011111	11011010
Hexadécimal	B   4	5   F	D   A

Il suffit donc de remplacer chaque tranche de quatre chiffres binaires par son écriture hexadécimale.

Dans l'autre sens il suffit de remplacer chaque chiffre hexadécimal par les 4 bits correspondants.

Dans les tableaux donnant le code ASCII des divers caractères, le codage hexadécimal de ceux-ci est souvent indiqué. Dans le tableau suivant A se trouve en ligne 4, colonne 1: 41 en hexadécimal cela fait 01000001 en binaire, c'est-à-dire 65 en décimal.

# CODE ASCII

En hexadécimal

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0								BELL			L.F.			C.R		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1																
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
2	espace	!	"	#	\$	%	&	'	(	)	*	+	,	—	.	/
	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
3	ø	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
4	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
5	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[	\	]	↑	←
	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
6	\	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
7	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	{	!	}	~	
	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127
8	eff. écran	eff. curs.	allure curs.			inv. vidéo	vidéo norm									
	128	129	130	131	132	133	134									
9		→	↓	↑	↖	←		= flèches de déplacement curseur								
	144	145	146	147	148	149	150									
D	â	à	ç	é	ê	è	ë	î	ï	ô	û	ù	ü			
	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223

code standard

extension L.S.E.

BELL : sonnerie

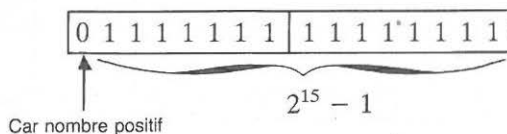
L.F. : Line Feed (passage à la ligne)

C.R. : Carriage Return (retour en début de ligne)

## Les entiers relatifs : représentation et addition

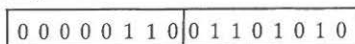
Ils sont codés sur deux octets<sup>(51)</sup> (16 bits) dont un bit pour le signe (0 si entier positif ou nul, 1 si entier négatif) :

- Ainsi un nombre positif sera compris entre 0 et  $2^{15} - 1 = 32767$ .

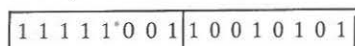


- En revanche un nombre négatif n'est pas codé de la même façon mais par « **complément à 2** »...

Sur un exemple :  $a = 1642$ , codé :

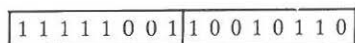


Soit  $\bar{a}$  tel que  $a + \bar{a} = 2^{16} - 1$ , codé :



On a en fait remplacé dans l'écriture de  $a$  les 1 par 0 et les 0 par 1.

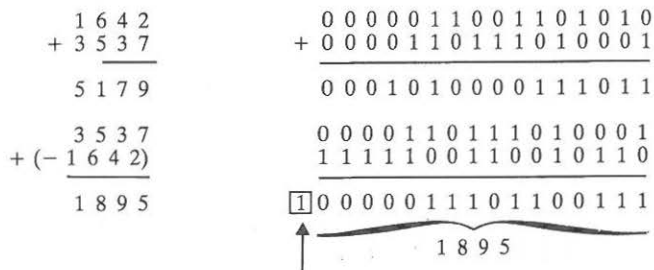
$(-a)$  sera exprimé par  $\bar{a} + 1$ , codé :



↑ il est bien négatif. C'est le complément à  $2^{16}$  de  $a$ .

$-a = \bar{a} + 1$  modulo  $2^{16}$ . Les nombres négatifs sont compris entre  $-32768$  et 0, leurs représentants étant compris entre 32768 et 65535.

- Additions :



dernière retenue qui est « hors double octet » ; mais le résultat 1 8 9 5 est exact.

(51) Suivant les langages et la précision voulue, on peut avoir davantage d'octets.

Autre exemple :

$$\begin{array}{r} 20954 \\ + 15768 \\ \hline 36722 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0101000111011010 \\ + 0011110110011000 \\ \hline 1000111101110010 \end{array}$$

↑ Ce serait un nombre négatif !

Il y a dépassement de capacité.

En fait ces dépassements de capacité peuvent se produire dans quatre cas :

- en additionnant de grands entiers positifs ;
- en additionnant de “grands” entiers négatifs ;
- en soustrayant un grand entier positif d’un “grand” entier négatif ;
- en soustrayant un “grand” entier négatif d’un grand entier positif.

Les microprocesseurs détectent automatiquement ces débordements grâce à des bits supplémentaires de report et de débordement.

### Les nombres décimaux

Un nombre décimal est codé lui aussi en binaire :  
par exemple 135,625 s’écrit en binaire

$$\underbrace{10000111}_{135}, \underbrace{101}_{0,625} = \frac{1}{2} + \frac{1}{8} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2^3} = 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3}.$$

Pour normaliser l’écriture d’un tel nombre on le scinde en deux parties écrites en binaire :

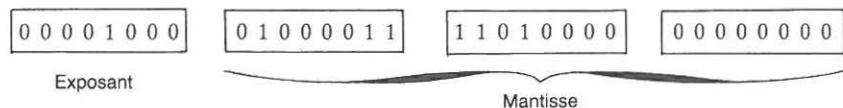
- la mantisse : M, avec  $0 < M < 1$ ,
- la puissance de deux : P

Ainsi 135,625 est codé :  $\underbrace{0,10000111101}_M \times 10^{\underbrace{1000}_P}$

et l’ordinateur ne retient que la « mantisse » : 1 0 0 0 0 1 1 1 0 1 et la « puissance » de deux : 1 0 0 0.

Il stocke cette mantisse sur trois octets et la puissance sur un octet.

D’où la représentation de 135,625 en mémoire :

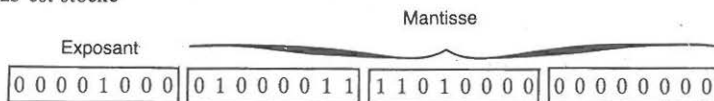


en remarquant que les bits les plus à gauche de l'exposant et de la mantisse sont à 0, car exposant et mantisse sont ici positifs.

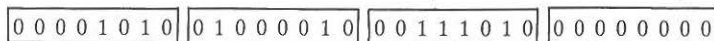
### Comment ajouter deux décimaux ?

Par exemple 135,625 et 529,8125.

135,625 est stocké



529,8125 est stocké



Ces deux nombres n'ont pas la même puissance de deux et on ne peut additionner directement les mantisses.

Pour pouvoir le faire, le premier nombre va être réécrit avec l'exposant 1 0 1 0 et un décalage des chiffres de la mantisse.

Exposants	Mantisses															
0 0 0 0 1 0 1 0	0 0 0 1 0 0 0 0	1 1 1 1 0 1 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0													
+ 0 0 0 0 1 0 1 0	0 1 0 0 0 0 1 0	0 0 1 1 1 0 1 0	0 0 0 0 0 0 0 0													
= 0 0 0 0 1 0 1 0	0 1 0 1 0 0 1 1	0 0 1 0 1 1 1 0	0 0 0 0 0 0 0 0													

Le résultat obtenu (on n'additionne que les mantisses) s'écrit sous la forme normalisée  $0,10100110010111 \times 10^{1010}$

... Ce qui donne le décimal 665,4375.

### Les alphanumériques

Les ordinateurs ne manipulent pas que des nombres. Ils sont également capables de traiter des **chaînes de caractères**, c'est-à-dire des suites de caractères qui peuvent être des lettres (majuscules et minuscules), des chiffres, des signes opératoires, des caractères de ponctuation, etc.

Une mémoire contenant une telle chaîne de caractères est appelée mémoire **alphanumérique**. Chaque caractère est codé sur un octet.

Un exemple : Si la mémoire PHRASE<sup>(52)</sup> contient la suite de caractères :

**Il fait beau.**

cette mémoire va contenir les treize octets dont les contenus décimaux (cf. code ASCII) sont :

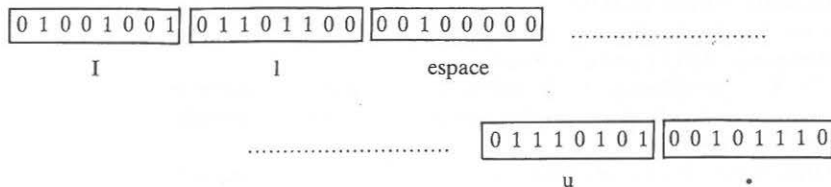
73	108	32	102	97	105	116	32	98	101	97	117	46
I	l	espace	f	a	i	t	espace	b	e	a	u	.

(52) Elle sera définie comme alphanumérique dès l'écriture du programme :

En BASIC ce sera PHRASE\$, en LSE ce sera CHAINE PHRASE.



Chaque octet aura comme contenu réel le codage binaire de ces codes ASCII :



En fait, il faut connaître le nombre d'octets de cette mémoire alphanumérique ; en LSE par exemple, une telle mémoire est formée de deux octets définissant sa longueur (le nombre d'octets), suivis des octets contenant les codages des caractères.

La mémoire PHRASE sera en fait composée des quinze octets dont les contenus décimaux seront :

0 13 73 108 32 102 97 105 116 32 98 101 97 117 46.

longueur

## LES PÉRIPHÉRIQUES

Ce sont des systèmes électroniques commandés par l'unité centrale de l'ordinateur :

- permettant à l'unité centrale de communiquer avec l'extérieur (recevoir des ordres, des données, restituer les résultats...) ;
- permettant de conserver des informations sur les **mémoires de masse** comme les cassettes, disquettes...

Il y a plusieurs degrés d'asservissement à l'ordinateur :

1. C'est l'unité arithmétique et logique (U.A.L.) d'un microprocesseur qui dirige le périphérique.

Il y a dans ce cas très peu d'électronique de contrôle du périphérique. C'est le cas de l'écran de visualisation du TO 70 qui n'est qu'un téléviseur ordinaire.

2. Le périphérique n'est pas entièrement dirigé par l'U.A.L. de l'ordinateur.

Il possède une électronique assez conséquente.

C'est le cas d'une table traçante sachant tracer des arcs de cercle.

3. Le périphérique possède son propre microprocesseur (ou le partage avec un centre périphérique).

C'est le cas des consoles d'accès à distance à de grosses unités centrales qui possèdent leur microprocesseur pour gérer leur clavier et leur écran.

On classe en général les périphériques en trois catégories.

1. Les périphériques d'entrée : clavier, manettes de jeux, photostyle (crayon optique), système de reconnaissance de la parole, capteurs... Permettent d'entrer des informations dans l'unité centrale.

2. Les périphériques de sortie : écran, imprimante, bras articulé, table traçante, tortue LOGO...

Permettent d'utiliser (ou d'afficher) à l'extérieur les informations contenues dans l'unité centrale.

3. Les périphériques de mémoires de masse : lecteur enregistreur de cassettes, de disquettes, de disques, enrouleur-dérouleur de bandes magnétiques...

Permettent de stocker une grande quantité d'informations.

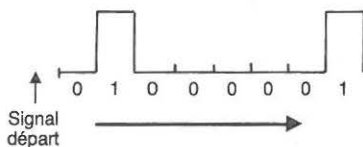
Certains périphériques sont à la fois d'entrée et de sortie (E/S) : écran tactile par exemple.

Les périphériques de mémoires de masse sont aussi des périphériques d'entrée/sortie...

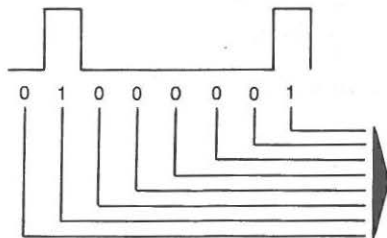
## Les liaisons unité centrale-périphériques

Il y a **deux types de transmissions** des informations entre l'ordinateur et les périphériques.

1. Le **mode série** : les 8 bits d'un octet sont transmis les uns après les autres, avec un signal de départ. Par exemple la transmission en série du caractère A (code ASCII 65, c'est-à-dire 0 1 0 0 0 0 0 1) se fera en transmettant successivement les 8 bits (existence ou non existence de tension) en 8 intervalles de temps identiques scandés par l'horloge. Dans ce cas la vitesse de transmission se compte en **bauds** (ou bits par seconde).



2. Le **mode parallèle** : les 8 bits d'un octet sont transmis simultanément, par 8 fils en parallèle.



## Les interfaces

Il est souvent nécessaire d'interposer un système permettant le dialogue, entre l'ordinateur et un de ses périphériques : ce système s'appelle l'interface :

- il traduit les codes de l'ordinateur en une information compréhensible pour le périphérique (affichage texte, graphisme, commande de robots...)... et dans l'autre sens, du périphérique vers l'ordinateur ;
- il modifie les tensions (par exemple de [0,5] volts de l'unité centrale à [-12, 12] volts du périphérique) ;
- il contrôle la reproduction fidèle des informations (en détectant les erreurs de parité par exemple).

Les interfaces sont évidemment liées au mode de transmission. On trouve donc les interfaces séries comme la RS232 (V24) et des interfaces parallèles, dont l'interface type Centronics, du nom de fabricant d'imprimantes qui l'a utilisée en premier.

## Quelques périphériques

**L'écran :** c'est un tube cathodique (comme un écran de télévision) avec une mémoire-texte contenant tous les messages affichés et un décodeur de caractères.

**La mémoire-texte :** contient autant d'octets que de caractères possibles sur l'écran (1920 octets pour un écran-texte de 24 lignes et 80 colonnes).

Chaque caractère est en fait un ensemble de points d'une grille.

Pour les Thomson TO 70 et MO 5 :

- il y a 40 colonnes et 25 lignes ;
- une grille est un carré de 8 points de côté ;
- l'écran total est un ensemble de 320 points sur 200.

Un **pixel** est un de ces points (le Thomson a donc  $320 \times 200 = 64\,000$  pixels).

### Écran graphique

Un ordinateur qui possède un écran graphique est en fait un ordinateur dont le système d'exploitation permet d'accéder à chacun de ces pixels.

Cet accès se fait par l'intermédiaire d'une **mémoire** dite **graphique** où, en général :

- chaque pixel est représenté par un bit dans le cas d'un écran graphique noir et blanc ;
- chaque pixel est représenté par un octet dans le cas d'un écran couleur avec 8 couleurs.

Un ordinateur qui possède un écran graphique a en général une mémoire texte et une mémoire graphique.

**Le clavier :** comporte des touches de caractères (lettres, chiffres, ponctuation, caractères spéciaux...) et des touches de commande (envoi, déplacement du curseur...), parfois des touches programmables.



Les claviers « QWERTY » et « AZERTY » sont définis par l'emplacement des touches (référence aux six premières lettres de la seconde rangée en partant de la gauche.)

« QWERTY » est une norme internationale.

« AZERTY » est une norme française tenant compte des caractères accentués et de la fréquence de frappe des caractères en français. Indispensable pour nos traitements de texte.

### Les imprimantes

Il y a divers types d'imprimantes, caractérisées par le mode d'impression (impact ou non), le type de liaison avec l'ordinateur (série ou parallèle), la vitesse d'impression (en nombre de caractères par seconde), l'alimentation du papier (à picots, par pression ou par friction...), le nombre de caractères par ligne, l'impression unidirectionnelle (toujours de gauche à droite) ou bidirectionnelle (impression de gauche à droite et de droite à gauche...), etc.

En général, les imprimantes ont une liaison en parallèle avec l'ordinateur, ce qui augmente la vitesse de transmission. Elles possèdent souvent une **mémoire tampon** (buffer) qui stocke les caractères à imprimer (par exemple, toute une ligne) permettant ainsi une attente moins longue de l'ordinateur.

Les imprimantes à impact sont de deux types :

- **à points** (ou **à aiguilles**) ; chaque caractère étant défini par un certain nombre de points encreurs d'une matrice (cf. grille de points pour un caractère) ;
- **à marguerites** : disque en forme de pétales, avec caractère préformé à chaque pétale. La qualité de l'impression est bonne (c'est la qualité courrier) mais le fonctionnement est relativement lent.



Matrice  
5 × 7

Les imprimantes sans impact sont du type **thermique** (les caractères sont formés par des points chauffés électriquement d'une matrice qui impressionnent un papier spécial) ou **électrosensitives** (même principe, avec papier spécial métallisé qui « brûle » au contact d'électrodes).

## La table traçante

C'est un robot muni d'un ou plusieurs stylos qui dessine dans un rectangle fixe ou défini manuellement ou par programmation.

Le principe utilisé est celui de l'action simultanée de deux moteurs déplaçant le stylo suivant deux axes orthogonaux.

## Le photostyle (ou crayon optique)

C'est une cellule photo-électrique qui capte les rayons émis par l'écran.

Lorsqu'on pointe le photostyle sur l'écran, la cellule reçoit la lumière émise par le point visé s'il est éclairé et le signal émis permet d'enregistrer instantanément la position exacte du point.

## Les bandes magnétiques (ou cassettes)

Un bit (0 ou 1) y est, en fait, enregistré sous forme d'un son à deux fréquences réservées : 1 200 Hz pour le zéro et 2 400 Hz pour le un, par exemple.

Accès séquentiel à un enregistrement : il faut dérouler tous les enregistrements précédents pour y accéder. Les bits sont placés les uns derrière les autres, regroupés par tranche de 8. Des bits supplémentaires sont enregistrés permettant à l'ordinateur de gérer les enregistrements.

## Les disques ou disquettes

Principe analogue à l'enregistrement sur cassettes mais l'accès à un enregistrement se fait par accès direct : une tête de lecture se positionne directement sur l'enregistrement demandé.

On distingue :

- les disques souples (disquettes — capacité de 200 K à 1 000 K suivant que ces disquettes sont simple ou double face, simple ou double densité, de 5 pouces ou de 8 pouces<sup>(53)</sup>. Économiques mais s'usant rapidement ;
- les disques durs de 5 M octets à 40 M<sup>(54)</sup> octets de capacité. Très onéreux mais quasiment inusables.

Les disquettes sont divisées en pistes (concentriques) et chaque piste est divisée en secteurs.

Chaque secteur peut recevoir une quantité d'informations fixe (128, 256 ou 512 octets).

On a accès à un secteur par l'adresse de la piste et le numéro du secteur.

Cette division de la disquette en secteurs peut se faire :

- par implantation fixe des secteurs (il y a des repères physiques) ;

---

(53) Diamètre de 133 mm pour les 5 pouces, de 203 mm pour les 8 pouces.

(54) M comme Méga.  $M = K \times K$ . 1 M de l'ordre de 1 million.

— par implantation des secteurs fixés par programme (il y a un code pré-enregistré).

Avant de pouvoir utiliser une disquette neuve, il faut l'initialiser (on dit encore **formater**) par un programme lui permettant ensuite de stocker des informations.

## LES LANGAGES

L'ordinateur fonctionnant structurellement en binaire, toutes les informations qu'il aura à traiter, que soit les programmes ou les données, doivent se présenter sous la forme d'une suite de 0 et de 1.

C'est sous cette forme, le **langage machine**, que les utilisateurs des premiers ordinateurs devaient écrire leurs programmes. Il n'y avait que des codes binaires pour les adresses des mémoires, les opérations, les transferts, les tests, etc. Assez rapidement, pour développer l'utilisation des ordinateurs, on inventa des langages d'un emploi plus abordable...

D'abord les **langages d'assemblage** qui étaient (et sont encore) des transcriptions mnémoniques du langage machine.

Puis, à partir de 1950, ce furent les **langages évolués**<sup>(55)</sup> avec FORTRAN (1954), ALGOL (1958), COBOL (1959), LISP (1960), BASIC (1965), PASCAL (1970), LSE (1971), LOGO (1968), qui sont les plus connus.

Le dialogue avec l'ordinateur est largement simplifié mais en fait, quel que soit le langage, le programme « final » traité par l'ordinateur reste un programme en langage machine.

### Comment se présentent ces langages en mémoire ?

Au départ, la mémoire est inerte : sans informations, la machine ne peut fonctionner.

Pour dialoguer avec l'ordinateur il faut pouvoir donner des ordres compréhensibles pour l'utilisateur et pour la machine. Pour cela on place dans l'ordinateur plusieurs programmes « empilés » de manière que chaque programme soit compréhensible par celui qui est en « dessous ».

---

(55) voir "Quelques langages classiques" page : 58.



Langage évolué
Système exploitation
Assembleur

**Assembleur :** C'est le premier programme fourni à l'ordinateur. C'est un langage très codé écrit dans le langage du microprocesseur.

**Le système d'exploitation :** écrit en assembleur, permet à l'ordinateur d'organiser la mémoire centrale et les échanges avec les périphériques. Les plus connus sont CP/M, MSDOS, PROLOGUE.

**Le langage évolué :** BASIC ou LSE ou LOGO ou..., les codes instructions étant écrits sur plusieurs octets.

Cet empilement de langages est parfois situé en mémoire morte de l'ordinateur (et y reste) : on a un ordinateur à **langage résident** et on peut programmer dès la mise sous tension (ex : MO 5 de Thomson).

Sur d'autres matériels il faut charger en mémoire vive ces langages à l'aide d'une **disquette-système**. La mémoire morte ne contient alors que le programme permettant de lancer le lecteur de disquettes et transférer le système de la disquette-système en mémoire vive.

L'avantage, dans le second cas, est la possibilité de changer de langage en changeant de disquette-système.

Cependant on pallie maintenant l'inconvénient des ordinateurs à langage résident en présentant les langages sous forme de cartouches (qui sont des mémoires mortes) amovibles comme sur le TO 70 de Thomson.

Le système assembleur — système d'exploitation — langage évolué étant opérationnel (soit en mémoire morte, soit en mémoire vive), il ne reste plus... qu'à programmer dans ce langage évolué.

La mémoire centrale aura alors l'empilement :

Zone libre	} de l'utilisateur
Données	
Programme	
Langage évolué	
Système exploitation	
Assembleur	

Elle est ainsi composée de strates successives. Chaque partie n'est qu'un ensemble de données pour le programme de niveau immédiatement inférieur.

### **Langage interprété - Langage compilé - Langage Assembleur**

**Langage interprété :** Le programme de l'utilisateur est en mémoire centrale. A l'exécution de ce programme, chaque instruction trouvée est traduite (par l'interpréteur)<sup>(56)</sup> puis exécutée.

**Langage compilé :** Le programme de l'utilisateur est en mémoire centrale. L'ensemble de ce programme (source) est traduit par le compilateur<sup>(56)</sup> en un programme-objet « directement exécutable ».

- BASIC, LSE sont des langages interprétés, FORTRAN, PASCAL sont des langages compilés (il existe cependant des compilateurs BASIC).
- Un langage compilé est plus « rapide » qu'un langage interprété : le programme objet traduit une fois pour toutes en langage machine s'exécute plus rapidement qu'un programme dont chaque instruction est à traduire avant d'être exécutée...
- Les erreurs de syntaxe sont détectées à la compilation pour un langage compilé, à l'enregistrement du programme ligne par ligne (LSE) ou à l'exécution du programme (BASIC) pour un langage interprété.

#### **Langage Assembleur :**

- On peut toujours écrire des programmes en langage Assembleur : c'est assez technique mais c'est très efficace à l'exécution car très voisin du langage machine.

## **Quelques langages classiques**

Il existe une multitude de langages (plus d'un millier ont été créés depuis une vingtaine d'années) et on ne peut indiquer ici que les plus connus.

### **Les langages de gestion**

- **COBOL** (Common Business Oriented Language). Première version en 1957. Commandité par les armées des États-Unis pour unifier la gestion par ordinateur de ses différents corps. Versions successives jusqu'en 1970, date à laquelle il semble standardisé.
- **GAP...** assez voisin du COBOL, développé par IBM.

### **Les langages scientifiques**

- **FORTRAN** (Formula Translation) créé en 1956 pour aider les scientifiques dans leurs travaux comportant énormément de calculs.

---

(56) Interpréteur et compilateur sont deux programmes assurant la traduction du langage de l'utilisateur en langage machine ; ils dépendent donc du langage utilisé et de la machine ; l'interpréteur doit résider en mémoire centrale au moment de l'exécution étant donné son mode d'intervention.

Grosse bibliothèque de programmes disponibles. En perpétuel développement: versions FORTRAN I, FORTRAN II, FORTRAN III, FORTRAN IV...

- **BASIC** (Beginner All purpose Symbolic Instruction Code), créé en 1965. Possède un vocabulaire réduit — mais en anglais — qui facilite son apprentissage. Son implantation en machine exige peu de place en mémoire centrale. C'est le langage de base des micro-ordinateurs. Il est en perpétuel développement.

- **PASCAL**, créé par un chercheur Suisse, WIRTH, en 1970. Nom donné en hommage à Blaise PASCAL.

Langage très structuré, avec pour but initial de permettre le moins d'erreurs possible en programmation et une meilleure maintenance des programmes. Très en vogue dans le milieu des Informaticiens, il n'a pu s'imposer totalement face au FORTRAN (bibliothèque moins fournie).

Des versions existent pour micro-ordinateurs.

- **LSE** (Langage Symbolique d'Enseignement), créé en 1971 par une équipe de l'École Supérieure d'Électricité à l'occasion de l'expérience des 58 lycées, première introduction coordonnée de l'informatique dans l'enseignement. Il a la particularité d'être un langage spécialisé (pour l'enseignement - vocabulaire de base en français).

Il a été conçu pour que l'Éducation nationale ait une bibliothèque de programmes indépendants du matériel. C'est un des seuls langages où le système d'exploitation est intégré au langage.

Sa simplicité le rapproche du BASIC. Il est cependant d'une écriture plus performante, très complet pour tout ce qui touche le traitement des chaînes de caractères, très simple pour la gestion de fichiers données sur disquette. Sa facilité d'écriture le rend cependant un peu lent.

Il est resté cantonné à l'Éducation nationale.

## Les langages « d'un nouveau type »

C'est une nouvelle famille de langages, dits **langages applicatifs** par opposition aux précédents dits **langages procéduraux**.

Ce sont des langages appelés à se développer dans le cadre de l'intelligence artificielle et des Ordinateurs de la 5<sup>e</sup> génération (voir chapitre 5).

- **LISP** (de LISt Processing, traitement de listes), créé en 1960 au MIT (Massachusetts Institute of Technology). Préfigure les langages plus connus comme **SMALLTALK** et **LOGO**.

Est à la base des premiers développements de l'intelligence artificielle et des systèmes experts (voir chapitre 5).

- **LOGO**, créé également au MIT par Seymour PAPERT et son équipe.  
Très utilisé dans l'Éducation, surtout en graphique, pour sa simplicité d'apprentissage et la recherche créative qu'il met en jeu.
- **PROLOG** (PROgrammation LOGique) (voir chapitre 5), créé en 1974 à la faculté des Sciences de Luminy à Marseille.  
Des versions simulées existent pour certains micro-ordinateurs Éducation nationale.

## QUELQUES PROGRAMMES-UTILITAIRES

De plus en plus, on utilise des programmes "tout faits". L'utilisation de l'informatique ressemble à celle d'un meccano: on prend les éléments qui semblent utiles pour la réalisation voulue, on les assemble et on obtient un produit personnalisé. L'Éducation Nationale en a réalisé un certain nombre mais il manquait de vrais outils professionnels: elle vient d'en acquérir...

Il y a deux types de programmes-outils; ceux qu'on peut insérer dans ses programmes, on les appelle des procédures utilitaires, et ils sont en général livrés avec l'ordinateur (ou avec le langage) dans une «bibliothèque» d'utilitaires. Le deuxième type se répand de plus en plus: ce sont des **progiciels** (c-a-d des programmes assez généraux, adaptables sur de nombreux ordinateurs). On distingue quatre familles de progiciels:

- les traitements de texte;
- les systèmes de bases de données;
- les tableurs;
- les langages-auteur.

### Les traitements de texte:

Ce sont des programmes qui permettent:

- de taper un texte;
- de le corriger ou de l'adapter;
- d'en faire plusieurs éditions «personnalisées»;
- de préparer des étiquettes;
- etc.

Parmi les plus connus, citons WORD STAR, TEXTOR, EASY WRITER.

### Les systèmes de bases de données:

Ce sont des programmes qui permettent:

- de conserver des données;
- de les actualiser (entrée-sortie);
- de les lister ou de les trier selon les critères demandés;
- etc.

Parmi les plus connus, citons DBASE (II ou III).

### **Les tableurs :**

Ce sont des programmes qui permettent de présenter des pages de tableaux de nombres tels les factures ou les tableaux de variation d'une fonction...

Parmi les plus connus citons MULTIPLAN.

### **Les langages-auteur :**

Ce sont des progiciels qui aident un enseignant à construire une séquence d'enseignement assisté par ordinateur sans que celui-ci connaisse l'informatique. Ainsi un langage auteur doit pouvoir présenter des textes avec ou sans figure ou dessin, pouvoir « poser des questions » à l'élève, enregistrer les réponses... Le scénario avec toutes les éventualités doit être décrit par le professeur ; le langage-auteur enregistre tout le scénario, puis « pilote » ensuite l'élève. Il est bien difficile d'écrire un programme qui ait toutes les qualités décrites ci-dessus. En général, par souci de simplification, les langages-auteur n'ont qu'une partie de ces qualités (par exemple il manque la possibilité de créer des figures). Plus le langage est performant, plus il a de commandes ; plus il y a de commandes, plus l'apprentissage pour le professeur sera long... ou celui-ci n'utilisera pas au mieux toutes les possibilités du langage.

L'expérience prouve qu'il faut connaître un peu d'informatique (pas beaucoup plus que pour apprendre à utiliser un traitement de texte). Les langages-auteur ne répondent en fait qu'à un certain nombre de types d'enseignement, par exemple l'enseignement programmé ou l'entraînement répétitif. En France, ils ne semblent pas se répandre aussi rapidement qu'il était prévu dans les années 70.

### **Quelques langages-auteur :**

- AEIOU :** Conçu par une équipe d'enseignants et d'informaticiens de Rennes. Il a un bon traitement de texte, une bonne aide à l'analyse de réponses mais ne traite que du texte.
- ARLEQUIN :** Conçu par une équipe d'enseignants et d'informaticiens parisiens. Beaucoup plus complexe que le précédent, et les mêmes qualités.
- DIANE :** ARLEQUIN devait en être le noyau de départ. Il intègre les possibilités de télétraitement. L'Agence de l'Informatique qui l'a commandité doit le faire tester dans ses ateliers d'informatique. Porte l'avenir des langages-auteur en France.
- OPE :** (Ordinateur Pour Étudiants.)  
Conçu par une équipe de l'Université de Paris VII. Il dispose d'un grand nombre de programmes que peuvent utiliser les étudiants en libre service. Ce langage auteur est trop important pour être installé sur des micro-ordinateurs.

**PLATO :** Diffusé par Control Data aux U.S.A. Des écoles ou universités sont reliés à un ordinateur qui ne fait que l'Enseignement Assisté par Ordinateur et à distance.

Il existe des programmes de moins grande importance que ceux présentés ci-dessus qui peuvent rendre de grands services, par exemple, des programmes permettant de construire des Q.C.M. (Questions à Choix Multiples) ou de tracer une courbe connaissant son expression algébrique et son domaine d'étude.

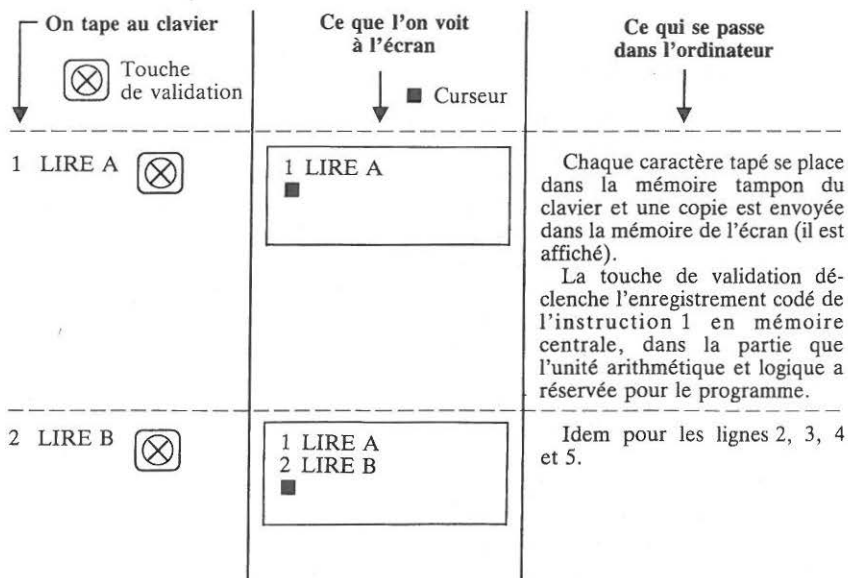
## DE L'ENREGISTREMENT D'UN PROGRAMME AUX RÉSULTATS...

### Trois étapes




#### Mise en route

- mise sous tension du micro-ordinateur et de l'écran de visualisation ;
- chargement du langage (s'il n'est pas résident).

#### Enregistrement d'un (petit) programme en LSE





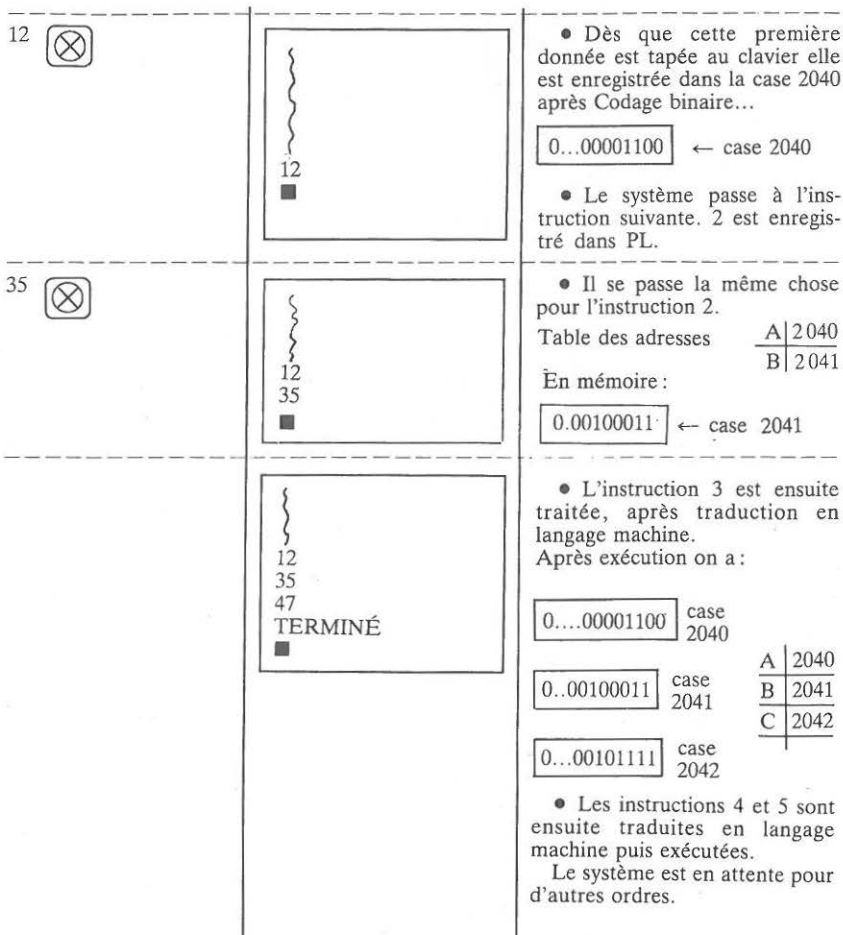



3 $C \leftarrow A + B$ 	<div>1 LIRE A 2 LIRE B 3 <math>C \leftarrow A + B</math> ■</div>
4. AFFICHER C 	<div>1 LIRE A 2 LIRE B 3 <math>C \leftarrow A + B</math> 4 AFFICHER C ■</div>
5 TERMINER 	<div>1 LIRE A 2 LIRE B 3 <math>C \leftarrow A + B</math> 4 AFFICHER C 5 TERMINER ■</div>

Après l'enregistrement de la dernière instruction, le programme se trouve donc sous forme codée en mémoire centrale.

**On exécute ce programme enregistré en mémoire centrale**

Pour cela on tape au clavier	Ce que l'on voit à l'écran	Ce qui se passe dans l'unité centrale		
EX  1 	<div>1 LIRE A 2 LIRE B 3 <math>C \leftarrow A + B</math> 4 AFFICHER C 5 TERMINER EXECUTER A PARTIR DE 1 ■</div>	<ul style="list-style-type: none"><li>• L'ordre d'exécuter le programme à partir de la ligne 1 est compris par le système.</li><li>• Il y a création d'une case mémoire que l'on note PL (Pointeur de Ligne), et 1 y est enregistré.</li><li>• Le système analyse la ligne 1, le traducteur LSE transforme cette instruction en langage machine immédiatement exécutée.</li><li>• Le système réserve en mémoire une case pour A, lui donne une adresse, (par exemple l'adresse 2040), commence à construire la table des adresses.</li></ul> <p>Table des adresses: <table data-bbox="809 1347 894 1378"><tr><td>A</td><td>2040</td></tr></table></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Le clavier est mis en attente pour qu'on y tape la 1<sup>re</sup> donnée.</li></ul>	A	2040
A	2040			



- On peut recommencer à exécuter ce programme (il est toujours enregistré en mémoire centrale) avec d'autres valeurs... (on n'enregistrerait pas un tel programme si on voulait ne l'exécuter qu'une seule fois!)
- Le principe reste le même avec un autre langage : la formulation des instructions serait différente (INPUT, =, PRINT, END au lieu de LIRE, ←, AFFICHER, TERMINER) et à l'exécution RUN au lieu de EX  1 pour le BASIC.

## Quelques petits conseils

- Il faut toujours commenter les programmes et soigner le dialogue avec l'ordinateur, ce qui n'a pas été fait sur l'exemple précédent pour des raisons détestables de simplification !

Commenter un programme... c'est y mettre des commentaires.

Soigner le dialogue, c'est au minimum faire savoir quelles données sont demandées... et quels résultats sont affichés.

Vous écrivez un programme assez important, vous le testez, il « tourne ». Vous le reprenez quelques mois après ; si au départ vous ne l'avez pas suffisamment commenté et soigné, il vous sera très difficile de retrouver exactement ce qu'il fait, comment il le fait, à partir de quelles données, pour obtenir quels résultats.

Ne parlons pas des problèmes de maintenance et de modifications éventuelles !

- On ne numérote pas les instructions par des entiers consécutifs. On laisse des « trous » pour pouvoir éventuellement intercaler d'autres instructions... ou des commentaires.

Le programme précédent, plus soigné et mieux présenté, pourrait être de la forme :

```
1* CALCUL DE LA SOMME DE 2 NOMBRES
5 AFFICHER [3/]
10 AFFICHER [10 X, 'NOMBRES A AJOUTER: A = ']; LIRE A
15 AFFICHER [30 X, 'B = ']; LIRE B
20 C ← A + B
25 AFFICHER [2/]
30 AFFICHER [10 X, 'LA SOMME EST: ', U] C
40 TERMINER
```

L'instruction 1 est un commentaire. Cette instruction ne sera pas traitée par l'ordinateur.

Les différents affichages du LSE permettent d'aérer la présentation à l'exécution de ce programme.

A l'écran apparaîtra à l'exécution, avec A = 12 et B = 35 :

3 lignes vides	{	EXÉCUTER A PARTIR DE 1
		NOMBRES A AJOUTER: A = 12
		B = 35
2 lignes vides	{	LA SOMME EST: 47

## Annexe

### QUEL MATÉRIEL, QUELLE INSTALLATION POUR UN ÉTABLISSEMENT ?

Le choix du matériel informatique devrait, comme tout matériel pédagogique, dépendre des objectifs définis par une équipe pédagogique de l'établissement.

En pratique, ce n'est pas de cette façon que les choses se passent en général ; et ceci pour au moins deux raisons simples :

- les décisions d'équipement d'établissements (écoles, collèges, lycées ou LEP) sont prises ailleurs... au niveau départemental ou académique, avec des dotations standardisées ;
- toute implantation de matériel informatique dans un établissement scolaire doit avoir l'agrément de la COMI (Commission de l'Informatique au ministère de l'Éducation nationale), sauf pour les matériels « agréés Éducation nationale »<sup>(57)</sup>.

Pour des raisons de cohérence, de compatibilité et d'échanges de logiciels éducatifs au niveau national, on ne peut être tout à fait contre une certaine normalisation des matériels... à condition que cette compatibilité existe, ce qui n'est pas toujours le cas...

- Le nombre de postes de travail recommandé peut varier de 6 à 8 (et davantage pour les écoles), avec une imprimante.  
On voit tout de suite l'importance de choix pédagogiques clairs, de choix d'élèves ou de classes afin de rendre efficace cette utilisation du matériel... parce que 8 micro-ordinateurs pour 800 élèves ou plus, cela ne fait pas beaucoup par élève... ;
- L'évolution actuelle semble aller vers une interconnexion des micro-ordinateurs et l'accès, via modem et ligne téléphonique, à des serveurs pour consultation de bases de données pédagogiques, liaisons entre établissements et téléchargement de programmes (voir chapitre 5) ; mais le financement des coûts de communication est éludé ;
- L'implantation de ce matériel peut également dépendre des objectifs choisis : faut-il 8 micro-ordinateurs regroupés dans une salle informatique ou 8 classes équipées d'un micro-ordinateur — super tableau comme dans le cas des imagiciels (chapitre 3) ? La Direction des écoles, en octobre 1984, préconise des « sites lourds » (10 ordinateurs) accessibles aux cours moyens environnants.

Il faut noter qu'avec le démarrage du plan « Informatique pour tous », un premier équipement sera commun à beaucoup d'établissements.

---

(57) Pour l'année scolaire 84/85, ce sont : Logabax Persona 1600, Leanord Sil'z 16, SMT Goupil PC, Bull Micral 90-20 et 90-30, Matra Max 20, ainsi que des micro-ordinateurs familiaux : Thomson TO 70, MO 5 et Excelvision EXL100.

Si l'établissement veut investir dans l'informatique avec ses crédits propres ou avec l'aide d'une association de parents d'élèves :

- s'il n'est pas encore suffisamment équipé<sup>(58)</sup> : une (ou des) unité(s) centrale(s) avec visualisation et langages ;
- s'il est déjà équipé : il y a toujours des extensions intéressantes à financer en fonction de ce que l'on veut faire :
  - une autre unité centrale ;
  - une autre imprimante ;
  - des extensions mémoire ou télématique (modem + téléphone) ;
  - une table traçante ;
  - un robot ;
  - ...
- ou des logiciels particuliers :
  - traitement de texte ;
  - tableur ;
  - gestion de bases de données ;
  - logiciels professionnels ;
  - didacticiels ;
  - ...

### **La maintenance. L'assurance**

Elle coûte cher, environ 10 % (par an) du prix du matériel. L'Éducation nationale a signé des conventions avec les différents fournisseurs pour abaisser le coût de cette maintenance et certains groupes d'établissements peuvent avoir des conditions plus avantageuses.

Ces contrats de maintenance étant fluctuants dans le temps suivant le type de matériel et le fournisseur (UGAP<sup>(59)</sup>, CAMIF<sup>(60)</sup>, fournisseurs locaux...), il est de la plus grande importance au moment de l'achat (quand on en a la maîtrise) de faire figurer la garantie (6 mois, 1 an ?) et de se renseigner sur cette maintenance après garantie.

A signaler cependant qu'un certain nombre de petites pannes répétitives et connues ne nécessitent pas l'intervention d'un technicien.

Le matériel d'un établissement peut être assuré contre le vol (c'est de plus en plus fréquent, hélas !), quand ce matériel a été financé par des collectivités locales (municipalités par exemple). Ce type d'assurances existe à la MAIF<sup>(61)</sup>.

---

(58) Tous les lycées et collèges devaient être équipés en 1988 à l'aide de financements état-collectivités (régions, départements).

Pour les écoles, des dotations du même type commençaient à se mettre en place. Le mouvement s'est brutalement accéléré en 1985 par le lancement de l'opération « Informatique pour tous ».

(59) UGAP : Union des Groupements d'Achats Publics, 209-211, rue de Bercy, 75012 Paris.

(60) CAMIF : Coopérative des Adhérents de la Mutuelle des Instituteurs de France, Service de documentation, Trévins-de-Chauray, 79039 Niort cedex.

(61) MAIF : Mutuelle Assurance des Instituteurs de France, 79038 Niort cedex.

*Note de service n° 84-189 du 24 mai 84.*

**Réglementation en vigueur en matière d'acquisition  
d'équipements Informatiques et de prestations  
de service faisant appel aux techniques informatiques.**

Je vous rappelle qu'en application de l'arrêté du 12 janvier 1983, publié au *Journal officiel* du 8 février 1983, portant création de la commission de l'informatique au ministère de l'Éducation nationale (COMI), ladite commission doit notamment se prononcer sur « l'opportunité des projets de marchés de fourniture, de mise à disposition et de maintenance d'équipements informatiques et de prestations de service faisant appel à titre principal aux techniques informatiques ».

Les acquisitions visées concernent, bien évidemment, tant les matériels et logiciels destinés à la gestion dans les établissements que ceux dont l'acquisition est envisagée à des fins pédagogiques.

Préalablement à sa réalisation, tout projet entrant dans ce cadre doit obtenir un avis favorable de la COMI et, pour cela, faire l'objet d'un dossier établi selon les procédures en vigueur<sup>(1)</sup> et présenté devant cette instance.

Seuls sont dispensés de cet avis préalable, mais non d'une information vis-à-vis de la COMI, les achats entrant dans le cadre des marchés publics ayant reçu un avis favorable de la COMI.

Je vous demande d'attirer l'attention des agents comptables des établissements relevant de l'Éducation nationale sur la nécessité de refuser la mise en paiement correspondant à toute acquisition de matériel informatique et à toute prestation de service concernant l'informatique n'ayant pas reçu l'avis favorable de la commission ministérielle de l'informatique ou de l'un des deux comités techniques qui en sont l'émanation. A défaut de cet avis, l'ordonnateur devra être considéré comme responsable d'une dépense irrégulièrement engagée et devant en assumer les conséquences.

Le respect de ces règles a pour but de permettre à la COMI d'assumer pleinement la responsabilité qui lui a été confiée, afin de garantir la cohérence générale du développement de l'informatique dans l'administration de l'Éducation nationale.

Pour le ministre et par délégation :  
Le directeur du Cabinet,  
J.-P. COSTA.

*Nota :* cette note de service a fait l'objet d'une diffusion sous le n° 84-245 en date du 27 avril 1984.

(1) Pour tous renseignements concernant ces procédures, veuillez vous adresser :  
— soit au secrétariat du comité technique des systèmes d'information et de l'informatique de gestion, 142, rue du Bac, 75007 Paris, tél. : 550.05.88 ;  
— soit au secrétariat du comité technique d'informatique pédagogique, 14, rue du Général-Lassalle, 75019 Paris, tél. : 241.25.90.

## **ACHAT DE MATÉRIEL ?**

Dans tous les cas se renseigner auprès du délégué aux technologies nouvelles de votre rectorat qui vous donnera les conseils voulus ou vous orientera vers le CRDP ou centre de ressources...

A signaler que les CRDP peuvent vous fournir les logiciels de la « bibliothèque officielle Éducation nationale ».



Les calculatrices sont toujours là...  
Elles font partie de l'univers quotidien de l'enfant.

Instituteurs, Professeurs du Premier Cycle  
lisez la brochure n° 31 de l'A.P.M.E.P.

## **CALCULATRICES** **QUATRE OPERATIONS** (Elémentaire et Premier cycle)

Un ouvrage écrit pour vous, par des collègues.

Un ouvrage qui apporte des réponses aux questions que vous vous posez ... et qui entend faire le point sur ce sujet toujours d'actualité .

**1. Les calculatrices dans la classe :** Pour ou contre ?

Ce qu'en pensent les enseignants, parents, élèves... en France ou à l'étranger.

**2. Calculatrices et pédagogie :** les caractéristiques des calculatrices actuelles :

leur fonctionnement ; leurs possibilités mais aussi leurs limites, leurs contraintes... et leurs dangers.

Quelques approches possibles de la machine dans la classe.

**3. Calculatrices et mathématique :** des calculatrices pour quoi faire ? du C.P. à la 3<sup>e</sup>, des thèmes à exploiter, des comptes rendus de travaux avec les élèves, des idées à développer, des objectifs simples mais précis.

**4. Calculatrices, autres disciplines... et vie quotidienne.**

**5. Calculatrices et informatique :** outil à calculer bien sûr, la calculatrice permet aussi et surtout d'**explicitier les algorithmes** de nombreux savoir-faire ;  
une façon intelligente, vivante et dynamique d'apprendre à calculer.

**6.** Et pour finir, une bibliographie fournie, et de bonnes adresses...

Nouvelle édition mise à jour en 1983

**200 pages – 45,50 F (Port compris)**



## CHAPITRE 3

# Dans nos classes

*« Du matériel informatique dans les établissements ? Pourquoi pas ? Mais que peut-on en faire ? »*

C'est la question soulevée par beaucoup de collègues... et la réponse n'est pas toujours facile à donner.

L'utilisation en est très diverse, suivant qu'il s'agit d'une activité hors classe ou dans la classe, intégrée au cours ou non, basée sur l'utilisation de logiciels ou sur la création de programmes par les élèves et l'algorithmique, avec des classes entières, en club ou en enseignement individualisé...

Ce chapitre a pour but de présenter quelques utilisations expérimentées dans des classes, de l'école au lycée.

Il ne prétend évidemment pas être exhaustif : il y a un peu partout, et à tous les niveaux, d'autres tentatives, passées ou en cours, et celles que nous avons décrites ne sont que (largement) résumées<sup>(62)</sup>, en espérant ne pas en avoir dénaturé l'esprit, en essayant à chaque fois d'en montrer les objectifs et d'en tirer un bilan même sommaire.

La diversité des exemples proposés peut cependant donner un premier aperçu des principales utilisations possibles car un même exemple peut souvent être adapté à un autre niveau, une autre situation.

Puisse ce chapitre donner quelques réponses et susciter quelques réflexions aux collègues intéressés par l'introduction de l'informatique dans leur établissement !

---

(62) Les références sont toujours signalées. Il est donc possible d'obtenir directement des comptes rendus plus complets.

## **DANS CE CHAPITRE :**

**Une approche de l'algorithmique et de la programmation par les élèves :**

- le chien, ou programmation et quadrillage (CM<sub>2</sub>) ;
- programmation et structure d'informations (6<sup>e</sup>) ;
- grosses multiplications (CM<sub>1</sub>) ;
- en L.S.E. graphique, dans un club informatique (3<sup>e</sup>) ;
- P.A.E. au lycée, ou utilisation du graphique en terminale C ;
- algorithmique et mathématiques au second cycle ;
- ... et au premier cycle.

**Au travers de la démarche LOGO :**

- la démarche LOGO ;
- la tortue en CM<sub>1</sub> ;
- la tortue ne sait pas résoudre les problèmes (CM<sub>2</sub>) ;
- la tortue... quand on n'a pas d'ordinateur (6<sup>e</sup>) ;
- algorithmique et LOGO en terminales A<sub>2</sub>-A<sub>3</sub>.

**Une utilisation de l'informatique dans les apprentissages :**

- gestion de formules numériques, ou un logiciel CUEEP ;
- imaginaires au premier cycle ;
- écritures multiplicatives (CE<sub>1</sub>) ;
- approche de la proportionnalité (6<sup>e</sup>) ;
- calcul mental (6<sup>e</sup>) ;
- simulation, stimulation... ou probabilités en terminales A (et D) ;

**Interdisciplinarité :**

- une carte d'Europe dans un L.T.E.

# APPROCHE DE ALGORITHMIQUE — PROGRAMMATION

## Le chien : programmation et quadrillage<sup>(63)</sup> (CM<sub>2</sub>)

*Il n'est pas toujours facile de décrire, dans un texte, les activités des élèves sur micro-ordinateur. Il y aura en fait un lien étroit, dans les activités proposées entre les manipulations sur papier quadrillé; les simulations diverses du fonctionnement de l'ordinateur et le passage machine.*

**Ce que nous avons voulu**, à travers cette séquence qui a duré environ 3 mois, avec **un seul** micro-ordinateur (un ITT 2020) dans une salle contiguë à la classe, c'est :

- amener les élèves à une certaine connaissance et une certaine maîtrise de l'outil tel qu'il se présente, avec son langage « normal » (ici le BASIC) ;
- développer un apprentissage de quelques concepts informatiques et leur utilisation ;
- faire utiliser par les élèves leur production dans un cadre précis, en liaison avec le programme de CM<sub>2</sub>, à savoir les manipulations sur quadrillage et la symétrie.

**Ce que nous n'avons pas voulu**, c'est que ces activités passent par l'apprentissage systématique du BASIC: il y a en effet danger à privilégier ce langage, surtout à ce niveau de la scolarité car il introduit des mots nouveaux (et en anglais), et, par ailleurs, la confusion entre BASIC et algorithme risque de bien s'ancrer dans l'esprit des élèves.

Et puis, ces élèves auront certainement l'occasion d'utiliser d'autres langages plus simples et plus parlants pendant leur scolarité, avec le développement de logiciels de type LOGO.

Mais notre micro-ordinateur « parlant BASIC », il a bien fallu que nous utilisions la machine ainsi.

D'où l'idée simple, déjà utilisée l'année précédente, de faire élaborer par les élèves, **au fur et à mesure des besoins**, un petit lexique, comportant les **traductions** du langage courant au BASIC qui constituèrent la règle du jeu. Autant que possible, nous avons tenu à ce que les discussions préparatoires, les simulations, les écritures de programmes, se fassent en français... le BASIC n'intervenant qu'en tout dernier ressort, au moment du passage à la machine, en tant que traduction quasi automatique du langage courant au langage de l'ordinateur. Ce

---

(63) IREM de Rennes (Roger LE ROUX, année 81/82). Extraits du compte rendu d'une expérience en CM<sub>2</sub>, groupe scolaire Picardie, ZUP de Villejean à Rennes.

type de démarche et de schémas de traduction peut évidemment se reprendre avec d'autres matériels graphiques.

Enfin, pour terminer cette présentation, il faut signaler que les élèves de CM<sub>2</sub> ont la plupart du temps travaillé par groupes assez autonomes, que beaucoup d'entre eux ont poursuivi le travail sur machine en dehors des heures scolaires.

### Brève chronologie du déroulement :

- **Manipulation de l'ordinateur sur un programme tout fait** leur permettant de découvrir le quadrillage  $40 \times 40$  de l'écran et les différentes couleurs. Pour obtenir un rectangle élémentaire à l'écran, il faut une couleur C,  $0 \leq C \leq 15$ ) et deux entiers compris entre 0 et 39 ;
- **Recherche de motifs sur une feuille quadrillée** et traduction du langage courant en langage ordinateur.

Langage courant	Langage de l'ordinateur
Prendre une feuille quadrillée	GR
Prendre crayon de couleur vert	COLOR = 5
Colorier la case (15, 20)	PLOT 15, 20
Terminer	END

A partir de ces premières règles du jeu, un élève fait des dessins sur feuille quadrillée, les transmet oralement en langage courant à un camarade qui les reproduit et ils comparent.

Ils les transmettent ensuite à l'ordinateur (dans le langage de l'ordinateur) après avoir vérifié (grâce à la phase précédente) que la description en langage courant est correcte.

### ● Notion de programme enregistré

Un camarade enregistre les ordres, mais ne les exécute que globalement ensuite, à la demande ; même chose avec l'ordinateur (numérotation des lignes). Enregistrement (il ne se passe rien) et exécutions multiples. Stockage d'un programme sur disquette.

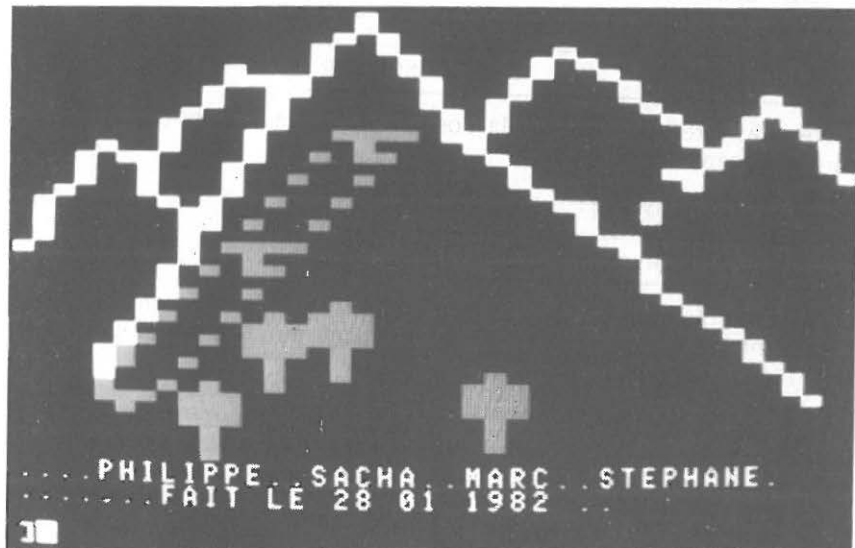
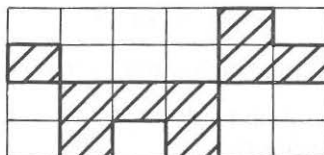
A partir de là, les élèves utilisent hors temps scolaire (après 17 h, le mercredi...) l'ordinateur, seuls ou en groupe, pour élaborer et stocker des dessins.



- **Le chien**

Cette année-là étant l'année du chien (en Chine), nous avons ensuite axé la progression sur cet animal bien sympathique.

Voici le  
chien de base



Un des dessins stockés : La montagne.

## Le chien

Sans détailler toutes les phases de cette progression (l'ordinateur est dans une salle contiguë et les élèves y ont accès de façon très souple) les élèves vont programmer différentes réalisations :

- **Un chien à position fixée** (museau en (10, 15) par exemple),
- **Un chien dont on déterminera la position à l'exécution**, museau en (X, Y).

donner une valeur à X	INPUT X
-----------------------	---------

$5 \leq X < 39$   
 $1 \leq Y < 36$  (sinon le chien n'est pas dans le cadre)

- **Plusieurs chiens en même temps** : cela devient longuet... et répétitif.

Faire 12 fois .....	FOR I = 1 TO 12
<div>instructions</div> .....	{ instructions BASIC
	NEXT I

C'est une traduction en langage ordinateur.

- **Un chien qui clignote** : il faut colorier le chien, puis l'effacer (colorier couleur écran) puis le colorier, puis l'effacer, etc. Pour ne pas avoir à écrire deux fois le dessin du chien, on met le « bloc chien » en fin de programme (sous-programme à partir de 1000).

Colorier le chien	GOSUB 1000
-------------------	------------

Ne peut être utilisé que si la position du museau et la couleur sont connues avant.

- **Un chien qui avance** :

donner à X la valeur 8	X = 8
------------------------	-------

Par exemple le museau au départ en (8, 23), à l'arrivée en (35, 23). Il faut colorier le chien en (8, 23) puis l'effacer, puis le colorier en (9, 23) puis l'effacer... puis le colorier en (35, 23).



Prendre feuille quadrillée  
 donner à Y la valeur 23  
 donner à X la valeur 8  
 prendre crayon de couleur vert  
 colorier le chien  
 prendre crayon couleur feuille  
 colorier le chien  
 donner à X la valeur 35  
 prendre crayon couleur vert  
 colorier le chien  
 terminer

à écrire ensuite avec pour X  
 les valeurs 9, 10, ..., 34

faire avec X = 8 jusqu'à X = 34...

instructions

FOR X = 8 TO 34

} instructions BASIC

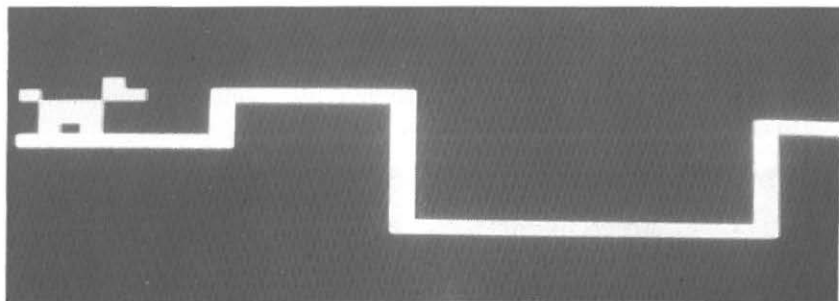
NEXT X

C'est toujours une **traduction**.

### • Utilisation d'un programme (MEDOR).

Ce programme

1. Dessine différents profils d'obstacles à l'écran.
2. Permet à l'élève de programmer le parcours du chien pour qu'il suive l'obstacle sans « toucher ».



Le chien et le profil de son parcours.

- Un profil apparaît à l'écran
- L'élève doit positionner le chien au départ en donnant les coordonnées de son museau, puis indiquer un parcours.

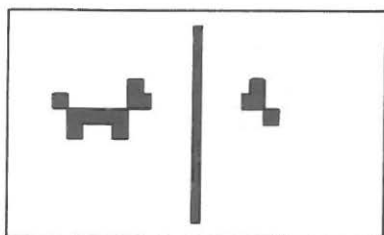
Par exemple A2/M8/A5/D10/ qui fera avancer le chien de 2 cases, puis monter (en diagonale) de 8, puis avancer de 5 puis descendre (en diagonale) de 10.

Par tâtonnements successifs (plusieurs stratégies sont possibles) l'élève doit dessiner le profil exact sur feuille quadrillée, remplacer éventuellement un parcours initial par un parcours plus simple.

Ce programme permet également à un groupe d'élèves de programmer leur profil et de le laisser découvrir aux autres.

- **Des chiens symétriques**

- recherche du symétrique d'un chien par rapport à un mur, « case par case ».



- programme «un (ou plusieurs) chien(s) et son (leurs) symétrique(s)».

Sous-programme «chien avec museau à gauche» :

Colorier le chien symétrique	GOSUB 2000
------------------------------	------------

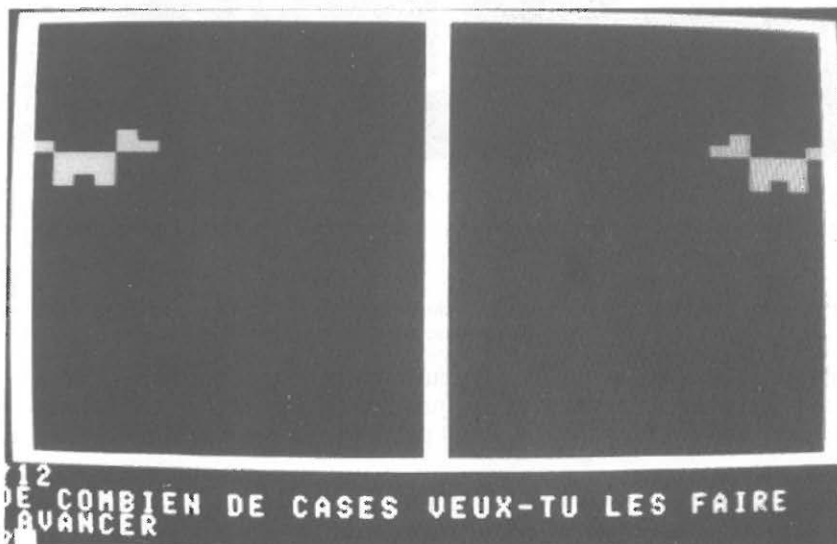


ne peut être utilisé que si la position du museau (XS, YS) et la couleur sont connues avant.

- **Faire avancer un chien et son symétrique**

On construit un mur (vertical) à  $X = 20$ .

On reprend le chien qui avance (comme plus haut) en y incluant le coloriage et l'effaçage du symétrique.

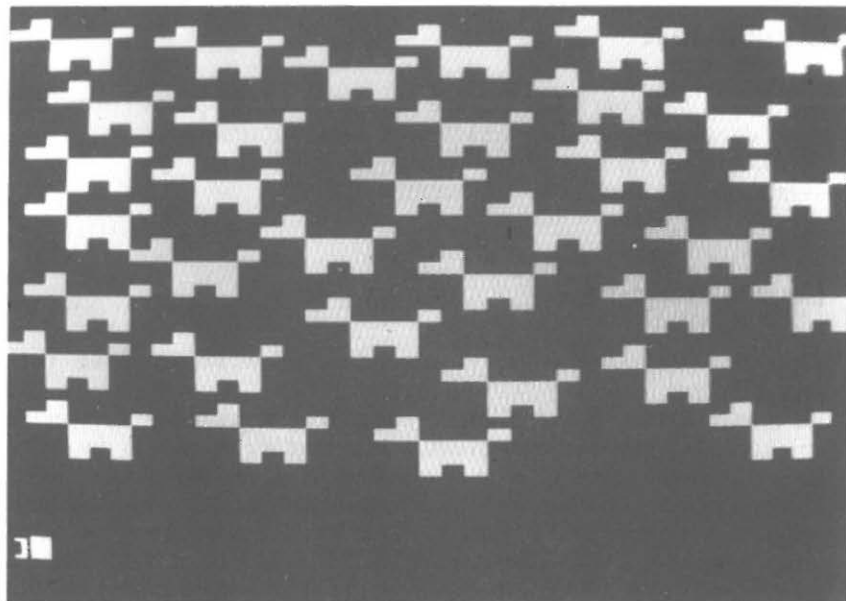


colorier le chien	}	Avec pour X les valeurs 8, 9, 10... et pour XS les valeurs $40 - X$
colorier le chien symétrique		
effacer le chien		
effacer le chien symétrique		

## En guise de conclusion

Ce travail a fortement motivé les enfants... et les parents (un questionnaire en fait foi). La pratique régulière mais souple, la façon de travailler en petits groupes se détachant du groupe classe, le fait d'avoir, sur ce thème chien, créé, et non pas subi, les animations... tout cela a permis de démythifier la machine (c'était aussi un de nos objectifs), de progresser dans l'organisation de la pensée et l'analyse d'un problème, sans heurts, au rythme de chaque groupe et dans la bonne humeur générale !

Un jeu de rôle, dans la classe, a également bien mis en évidence les différentes phases d'une utilisation (et non uniquement d'une consommation) de l'ordinateur (analyse, programmation, enregistrement, exécution).



## **Programmation et structure d'informations (6<sup>e</sup>)**

*Voici, brièvement résumé, le travail d'un groupe IREM (Rennes) au collège expérimental de le Rheu (35) durant l'année scolaire 1982/1983.*

### **Le cadre institutionnel :**

- Une classe de 6<sup>e</sup>, tirée au hasard, hétérogène, 25 élèves ;
- L'équipe pédagogique : les professeurs de mathématiques, de français, d'histoire-géographie et d'anglais de cette 6<sup>e</sup>, plus deux animateurs de l'IREM ;  
Parmi les 4 professeurs du collège seul le professeur de mathématiques avait une bonne connaissance du matériel et de l'informatique. Les autres ont quasiment « appris » avec les élèves.
- La salle informatique (6 Micral + 1 imprimante) est réservée à cette 6<sup>e</sup> un après-midi par semaine : en général, 1 heure en demi classe, parfois 45 minutes en individuel, ceci de novembre à juin ;
- Des problèmes d'emploi du temps, de « décharges en heures sup. » ont fait qu'il a été très difficile à l'équipe de se rencontrer hors de la présence des élèves.

### **Les objectifs :**

- faire acquérir par les élèves une représentation simple de l'ordinateur et de ses périphériques (disquettes, visu, imprimante) ;
- démythifier un peu cet outil magique ;
- aborder « naturellement » la notion d'arbre.

### **Les contenus :**

La démythification s'est bornée, en fait, à l'écriture de petits programmes.

La notion d'arbre a été abordée concrètement quand il s'est agi de structurer les informations devenues trop nombreuses sur la disquette. La représentation correcte de l'ordinateur et de ses périphériques s'est faite par la manipulation, avec interventions et questions fréquentes (les premières séances) des animateurs sur la localisation du programme (en unité centrale ? sur la disquette ?), la différence entre l'affichage du programme à l'écran et le programme, le stockage, le rappel en unité centrale, etc.

## Le déroulement :

Chaque élève a sa disquette personnelle (qu'il conservera toute l'année) et son cahier de bord où il inscrit ce qu'il fait, ce qu'il a appris, les listages de programmes, les résultats à l'exécution.

- **1<sup>er</sup> programme : carte d'identité.**

A partir d'un listage de programme donné aux élèves, chaque élève s'en inspire pour enregistrer son 1<sup>er</sup> programme (carte d'identité), l'exécuter, le stocker, le rappeler en mémoire centrale, le modifier pour en faire un produit correct bien présenté.

- **Programmes « tableaux » :**

Un certain nombre de tableaux issus de l'enseignement en français, maths, histoire, géographie, anglais... sont proposés aux élèves.

Ceux-ci doivent les stocker (sous forme de programmes) sur leur disquette ; chaque élève n'en enregistre que deux, ou trois ; mais tous les tableaux sont ensuite recopiés sur chaque disquette.

- **Programmes « mots »**

25 mots sont proposés (un par élève) afin que ces élèves en recherchent dans leurs manuels, au CDI, les différents sens (ce sont des mots utilisés dans plusieurs disciplines) et qu'ils se composent une page écran (programme) sur ce mot (définitions, exemples...).

Liste de mots : Solution - Réaction - Caractère - Milieu - Suite - Échelle - Puissance - Système - Champ - Division - Forme - Racine - Naturel - Nombre - Chaîne - Élément - Plan - Fonction - Unité - État - Parallèle - Ensemble - Régime - Courant - Classe.

Chaque élève, une fois son programme stocké, recopie sur sa disquette les 24 autres programmes.

Instructions L.S.E. introduites : AFFICHER, TERMINER, commentaires.

- **Des algorithmes en math :**

- problème : on donne un entier naturels  $S$  ; trouver 3 entiers consécutifs dont la somme est  $S$  ;  
démarche heuristique, par tâtonnements, sans formalisation ;
- même problème avec 4, 5, 6, 7, 8, 9 entiers. (Travail en groupes, propositions collectives, toujours par tâtonnements, essais-erreurs...) ;
- chaque élève se choisit 1, 2 ou 3 de ces algorithmes à programmer. Formalisation en français, puis codage en L.S.E. (LIRE, SI... ALORS, ALLER EN, affectation).

Tout ceci a pris évidemment plusieurs séances.

Même démarche que pour les tableaux et les mots. Sur chaque disquette tous les programmes sont recopiés.



- Un « jeu »

Également programmé par les élèves. C'est l'encadrement classique : l'ordinateur se choisit au hasard un entier entre 1 et 1000 (ça, on l'a imposé) et il faut trouver ce nombre (c'est plus petit... c'est plus grand...). Présentation agréable du programme, quand il fonctionne, avec inversion vidéo...

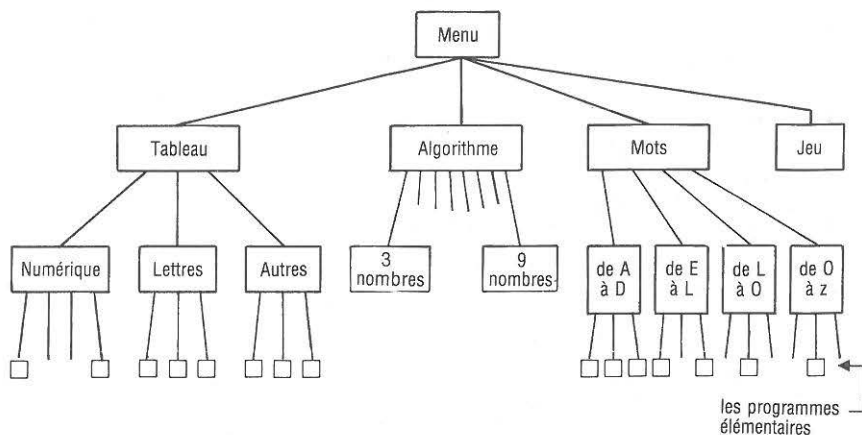
- Comment structurer tout cela ?

Sur chaque disquette il y a maintenant une bonne cinquantaine de petits programmes ; d'où difficulté pour aller chercher le programme voulu.

Nécessité de structurer un peu tout cela, de rendre aussi « transparent » que possible l'utilisation d'une disquette.

On construit un « arbre » pour avoir accès facilement à l'information voulue.

D'abord un arbre est dessiné au tableau de la classe :



Puis on traduit pour l'ordinateur: Programmes MENU, TABLE, ALGO, MOTS, NUME, LETT... TROIS, QUAT... NEUF, AAD, EAL... OAZ, chacun de ces programmes étant constitué d'affichages, une lecture de réponse (choix) et un choix multiple

SI REP = 1 ALORS EXÉCUTER...

Évidemment il n'y a pas de remontée dans l'arbre.

### Bilan rapide :

- bonne connaissance du fonctionnement de l'ordinateur et autonomie des élèves qui enregistrent, stockent, modifient, recopient... ;
- avec un nombre limité d'instructions on peut déjà proposer des activités variées aux élèves ;

- le rythme (de novembre à juin) a été assez lent, on a laissé le temps aux élèves de manipuler, digérer, recommencer ;
  - différence de rythmes entre élèves. Il est nécessaire de les faire manipuler **et de les observer** individuellement de temps en temps (problème de leader dans un groupe de 2 ou 3) ;
  - en fin d'année, nous avons observé individuellement chaque élève sur un test précis (questions sur l'ordinateur, reconnaissance du programme enregistré parmi 6 programmes qui se ressemblent fort à quelques petites différences d'affichage ou de résultats près...).
- Un point nous a semblé négatif : le produit final (la disquette ainsi ordonnée) ne présente pas une utilité évidente, c'est un thème d'école un peu gratuit.

\* \* \* \*

## Grosses multiplications (CM<sub>1</sub>)

- *groupe IREM de Rennes - mai-juin 1981 ;*
- *classe de CM<sub>1</sub>, groupe scolaire Picardie à Rennes, ZUP de Villejean ;*
- *un micro-ordinateur, l'ITT 2020 de l'IREM, langage BASIC ;*
- *une quinzaine de séances, y compris le jeu de rôle.*

### Situation pédagogique et objectifs

Ces élèves ont déjà beaucoup travaillé sur calculettes. En particulier ils ont « mis au point » un algorithme permettant d'avoir, avec une calculette et papier-crayon, le résultat exact de la multiplication d'un nombre de 8 chiffres au plus par un nombre de 4 chiffres au plus (décomposition du nombre de 8 chiffres, appelé A, en deux parties de 4 chiffres : AD - droite - et AG - gauche).

Ils connaissent donc la façon d'obtenir ce résultat exact en utilisant une calculette.

Traduire cet algorithme sur micro-ordinateur par programmation permettra une automatisation des tâches qu'ils accompliraient avec une calculette (+ papier crayon).

### Déroulement

- **Utilisation d'un programme simple :**  
l'ordinateur demande un premier nombre (8 chiffres au plus) puis un deuxième nombre (4 chiffres au plus).  
Il donne le résultat... « inexact » si ce résultat dépasse neuf chiffres ;
- On met au point **un jeu de simulation**, joué par les élèves, pour décrire visuellement la séquentialité de cet algorithme.

Il y a — des élèves-ardoises A, AG, AD, B, C, D...

— un élève calculateur (avec calculette) ;

— un élève exécutant ;

qui forment « la machine »... et un certain nombre de règles du jeu.

Ce que l'on peut faire	Formulation (exemples)	Traduction en langage de la machine
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mettre un nombre dans A</li> <li>• Afficher le contenu de B</li> <li>• Multiplier (ou ajouter) le contenu de deux ardoises et mettre le résultat sur une autre ardoise.</li> <li>• Recopier un contenu sur une autre ardoise.</li> <li>• « Couper le contenu de A (et uniquement de A) en deux » : le nombre formé des 4 chiffres de droite ira dans AD, celui formé des 4 chiffres de gauche dans AG. A inchangé.</li> </ul>	Entrer dans A Afficher B $A \times B$ dans C $A + B$ dans C  Recopier D dans E  « Couper A en deux »	INPUT A PRINT B $C = A * B$ $C = A + B$  $E = D$  GOSUB 1000

- Ces règles sont introduites progressivement ;
- On fait fonctionner la machine... progressivement (une multiplication simple, addition suivie d'une multiplication, etc.) ;  
On va traduire ces algorithmes sur l'ordinateur.
- **L'algorithme pour les grosses multiplications** (après plusieurs essais) :

Entrer dans A	..... le nombre de 8 chiffres
Entrer dans B	..... le nombre de 4 chiffres
Couper A en deux	
$B \times AD$ dans C	
$B \times AG$ dans D	
Recopier C dans A	
Couper A en deux	
$D + AG$ dans E	
Afficher E	} le résultat est donné en deux fois.
Afficher AD	

Exemple :  $53994123 \times 5032$

		AG	AD	
	A	5 3 9 9	4 1 2 3	
			5 0 3 2	B
		2 0 7 4	6 9 3 6	C
D	2 7 1 6	7 7 6 8		
E	2 7 1 6	9 8 4 2	6 9 3 6	

- la traduction en langage ITT est immédiate... et ça marche ;
- signolage du programme : affichage de messages, calcul direct de  $A \times B$ , et, si le résultat a 9 chiffres au plus, affichage direct du résultat, sans passer par l'algorithme ci-dessus.

- évidemment le sous-programme servant à « couper correctement A en deux » n'a pas été fait par les élèves (c'est le point un peu mystérieux...).

## Petit bilan

- bonne introduction, grâce à la correspondance simulation-ordinateur, au traitement séquentiel et automatique d'un algorithme par ordinateur ;
- la difficulté principale a, en fait, été le thème lui-même : il est préférable que le premier contact avec l'ordinateur se fasse, pour des élèves, à partir d'un algorithme graphique ;
- d'autre part cet algorithme est sans doute un peu trop ambitieux pour des élèves de fin de CM<sub>1</sub> quant au contenu mathématique (distributivité, multiplication par 10 000...).

\* \* \* \*

## L.S.E. graphique dans un club informatique<sup>(64)</sup> (3<sup>e</sup>)

*Ce projet de dessin sur écran graphique a été proposé dans un club informatique à une douzaine d'élèves de troisième du collège Banville de Moulins. La plupart avait participé aux activités du club l'année précédente. Il s'agissait de réaliser un projet informatique (et non poursuivre un apprentissage systématique de la programmation) s'inscrivant dans un ensemble plus vaste proposé aux élèves de troisième :*

- illustration d'un texte de RAY BRADBURY « le dragon » ;
- extrait d'« Un remède à la mélancolie ».

*Le langage L.S.E. graphique a été choisi a priori par les animateurs parce que les possibilités offertes semblaient mieux adaptées au sujet traité. Le lien avec la géométrie, bien que présent pour les élèves, n'a pas été exploité.*

*Le club se réunissait une fois par semaine pendant une heure avec l'aide d'un professeur de mathématiques. Les élèves ont réalisé 5 animations graphiques. Seules deux de celles-ci sont présentées par les auteurs, avec leurs commentaires :*

- les chevaliers ;
- l'arrivée du dragon.

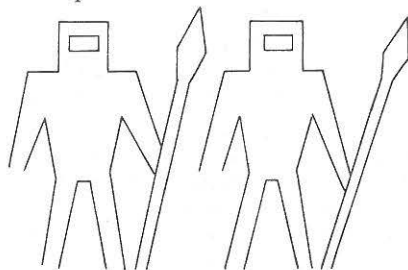
---

(64) D'après un compte rendu de Jeanne VALLET et Michel JARDONNET, collège Banville de Moulins.

## Les chevaliers

Le travail se déroule en plusieurs étapes :

- réalisation d'un croquis :



- maquette précise sur papier millimétré ;
- analyse géométrique : recherche des formes élémentaires, et emploi des transformations pour une efficacité maximum ; repérage minutieux ;
- programmation ;
- entrée du programme en machine ;
- test, retouches.

Il faut remarquer que le passage sur machine ne représente qu'une partie, finalement assez faible, de l'ensemble du travail. La réalisation du projet demande aussi des moments de discussion (plan général, choix des différents tableaux, critique des réalisations, répartition des tâches), de préparation (composition des pages, programmation). On alterne le travail collectif, individuel, ou par petits groupes.

### Analyse du travail fini

Pour réaliser ces chevaliers, il faut savoir en dessiner un. On décompose le chevalier en 3 parties :

- la silhouette (F1) ;
- la visière (F2) ;
- la lance (F3).



Pour dessiner la silhouette, on utilise la symétrie par rapport à l'axe vertical.

Ainsi le programme se décompose-t-il en :

- tracé d'un demi F1 ;
- calcul de la forme F1 ;
- F2 : tracé de la visière ;
- F3 : tracé de la lance ;
- F1 est positionné sur l'écran par translation et on lui juxtapose successivement F2 et F3.

Soit F cette nouvelle forme.

- on obtient le dessin voulu en prenant F et un translaté convenable.

Après divers essais, les élèves ont réduit l'image initiale par homothétie. La page graphique obtenue n'a rien de spectaculaire. La démarche entreprise reflète bien l'utilisation du L.S.E. graphique :

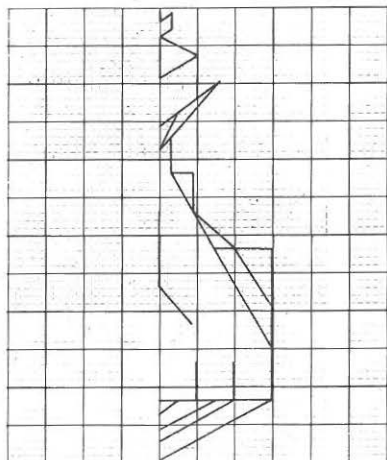
- sous GBASIC, elle était simple à réaliser : il ne fallait que patience et minutie pour repérer les sommets, faire tracer les segments les joignant par la seule instruction LINE ;
- sous LOGO, dans une procédure «chevalier», quelle belle gymnastique géométrique il aurait aussi fallu faire pour piloter la tortue ! ;
- sous L.S.E. graphique, l'accent est mis sur l'emploi des transformations, sur la notion de repère.

On pourrait aussi utiliser des logiciels d'aide à la création d'images.

Qu'il soit bien établi qu'on n'a pas cherché à privilégier l'emploi d'un langage : **il faut savoir choisir, suivant l'objectif fixé, le contexte d'utilisation, l'outil qui paraît le mieux adapté.**

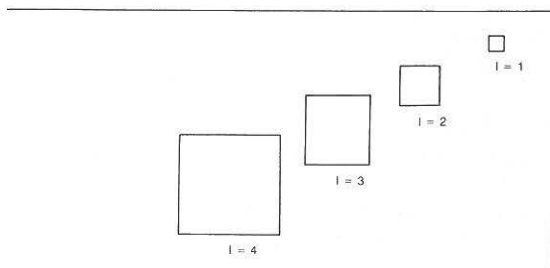
## Le dragon

Il fallait réaliser un croquis de cet animal, devant être un vrai monstre, et laissant présager la locomotive...



Maquette du demi-dragon  
précédant la programmation  
(grâce à la symétrie !)

Ce premier dragon n'était qu'un essai ! Car il faut animer ce dragon ; il vient de loin, pour crever l'écran !



Suivons donc nos jeunes informaticiens :

- **première étape** : on réalise un dragon, forme DRA en reprenant le programme d'essai décrit précédemment. Cette forme est toujours « attachée à l'origine » ;
- **seconde étape** : on réalise un autre dragon, DRG. C'est le même que le premier, à une petite différence près : le mode de tracé est de gommer : c'est donc un « dragon gommeur » ;
- **troisième étape** : boucle d'affichage.

Répétition de 8 affichages successifs :

- d'un transformé de DRA dans une homothétie de rapport  $0,1 \cdot I$  (pour  $I = 1$  jusqu'à  $I = 8$ ) ;
  - d'un transformé de DRG qui effacera donc DRA
- ... en des points de l'écran définis par un vecteur translation de coordonnées « régressives » ( $975 - 75 \times I$ ,  $720 - 60 \times I$ ) ;

- **quatrième étape** :

Pour l'affichage du dernier dragon, le professeur de mathématiques apprécie la composition des transformations...

## Pour conclure

Une parenthèse d'abord. La venue de l'informatique au collège a fait naître une certaine complicité entre matheux et littéraires : on commence par leur corriger une faute d'orthographe dans un fichier... puis l'on trouve des « clients » qui nous aident à sortir des sentiers battus !

Reste à réfléchir à l'utilisation de L.S.E. graphique dans l'enseignement de la géométrie.

Une première application serait l'écriture de logiciels, plutôt d'imaginiers, qui permettraient de visualiser, de faire manipuler de façon très interactive les transformations par l'élève. Cet exemple a un peu montré que la puissance de l'outil égale sa facilité d'emploi... sans même faire appel à des possibilités supérieures (page logique, page graphique...).

Au niveau de la manipulation d'une syntaxe, de l'analyse des figures, la programmation par les élèves est à envisager.

Comment ? Dans quel environnement pédagogique ?



## **P.A.E.<sup>(65)</sup> dans un lycée ou utilisation du graphique avec des élèves de terminale C<sup>(66)</sup>**

*Le Lycée de Rochefort est un établissement polyvalent de 1 000 élèves (bac classiques + G) équipé depuis 3 ans.*

*Des actions P.A.E. informatique sont proposées régulièrement à tous les élèves et tous les professeurs dans le cadre d'un club informatique.*

*Ces P.A.E. ont réuni en moyenne 12 animateurs (professeurs de mathématiques, français, physique, langues, S.E.S., et autres personnels), 150 élèves la première année, près de 200 la deuxième année, environ 100 la troisième année.*

*Le matériel consiste en 8 Micral 8022G dont 5 graphiques.*

*Le groupe graphique a fonctionné en 1983-1984 avec une dizaine d'élèves de terminale C et l'un des professeurs de mathématiques de terminale C; il travaillait 2 heures consécutives.*

### **Objectif du groupe graphique**

- Approfondir, découvrir ou illustrer certaines notions de géométrie. Redonner l'envie de dessiner quand on fait de la géométrie.

En effet, les images peuvent apporter :

- une meilleure compréhension de certaines notions ;
- une confirmation de certains résultats ;
- une motivation pour l'étude de notions plus approfondies qui permettront à leur tour la découverte d'autres dessins et d'autres problèmes.

On se trouve placé dans une situation de recherche particulièrement stimulante pour l'imagination.

### **Progression suivie avant de traiter des problèmes graphiques**

1. Découverte et utilisation des procédures binaires graphiques en L.S.E.

- utilisation du repère écran ( $0 \leq XE \leq 639$ ;  $0 \leq YE \leq 311$ ) ;
- allumage d'un point, tracé d'un segment, d'un polygone, de rectangles.

---

(65) Projet d'Action Éducative.

(66) D'après un compte rendu, rédigé par Jean COINEAU, des activités de P.A.E. au Lycée Merleau-Ponty, Rochefort-sur-mer en 1984.

## 2. Changement de repère. Détermination des formules

$$XE = 639 \times \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} ; YE = 311 \times \frac{Y_{\max} - Y}{Y_{\max} - Y_{\min}}$$

où  $(X_{\min}, Y_{\min})$ ;  $(X_{\max}, Y_{\max})$  déterminent 2 des sommets du cadre de travail.

Reprise des exercices du 1.

3. Changement de repère (problème des repères orthonomés).  
Représentation d'un cercle, de polygones, etc.

### Problèmes graphiques étudiés (exemples):

- Tracé d'axes avec graduation.
  - Intersection d'une droite et d'un rectangle.
  - Tracé d'un angle droit dont l'un des côtés passe par un point fixe, le sommet décrivant soit un cercle soit une droite.
- Conjecture.  
... Plus généralement...
- Reproduction, en monochrome, de certains dessins de VASARELY (cf. ouvrage VASARELY par Marcel Joray. Éd. Griffon Neuchâtel).
  - Reproduction d'images d'ESCHER.
  - Fils et pointes;
  - «Saucissonnage» d'une surface.
  - Tracé de courbes approchant des courbes intégrales.
  - En liaison avec le professeur de physique, tracé des courbes représentant des mouvements (tel mouvement des satellites...).
  - etc.

### Méthode de travail — Relations professeur-élèves

Après trois séances de découverte du matériel et d'initiation aux possibilités graphiques, le groupe a atteint son rythme de croisière. Les relations professeur-élèves ont été très différentes de ce qu'elles étaient en classe, sans doute parce qu'il y avait beaucoup moins d'élèves (une quinzaine au maximum, contre 37 en classe), mais surtout parce que la règle du jeu était différente.

Chaque semaine, les élèves et le professeur « mettaient sur la table », au début de la séance, une (ou des) idée(s) de problème(s) que personne n'avait cherché(s) auparavant parce que nous n'en avions pas le temps, ni les uns, ni les autres. Des groupes, variables d'une semaine à l'autre, se constituaient pour tenter de résoudre un de ces problèmes. L'analyse en était faite, au tableau, sous le double éclairage mathématique et informatique, avec l'aide, si besoin était — et s'il pouvait apporter une aide —, du professeur.

Cette règle de travail, extrêmement stimulante pour l'élève et pleine de risques pour le professeur, a permis un travail d'une grande diversité.

Plus de la moitié de la séance était consacrée à la recherche de l'algorithme le plus approprié au traitement du problème ; cela se faisait bien sûr hors de la salle des machines.

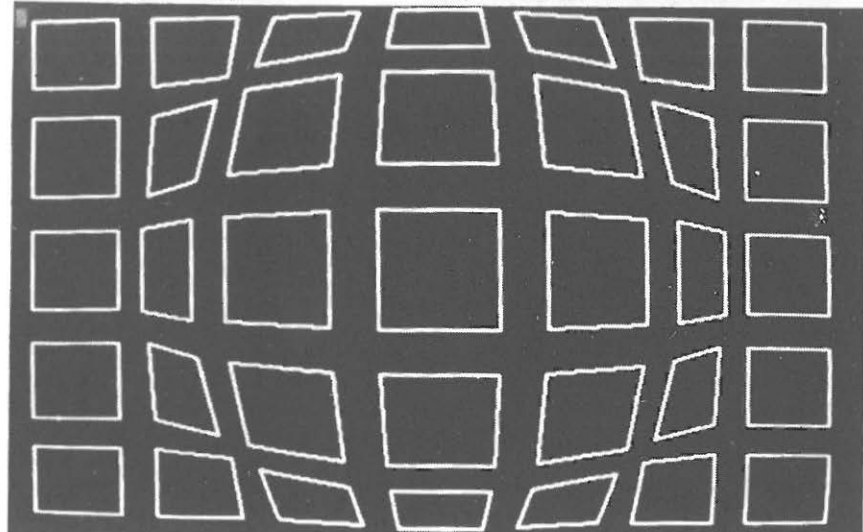
Quand ce travail d'analyse et d'écriture du programme était terminé, alors seulement on passait au micro-ordinateur.

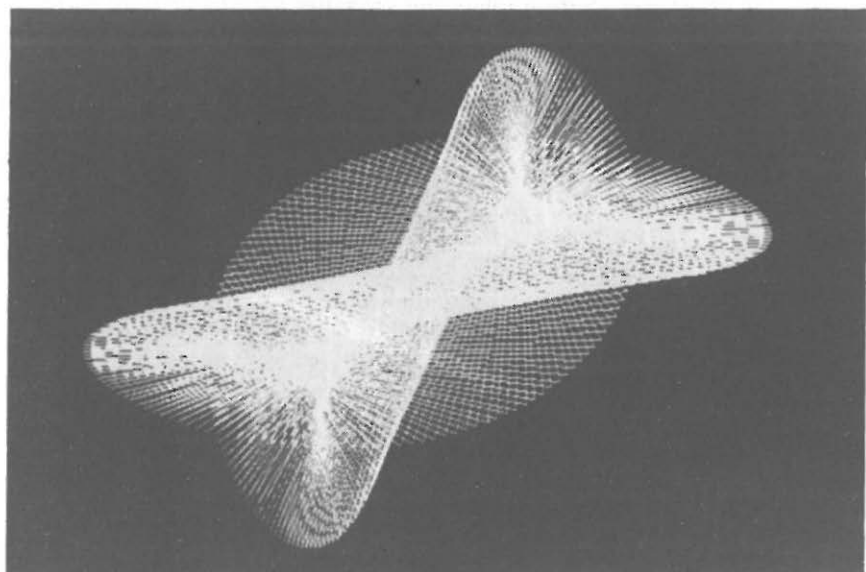
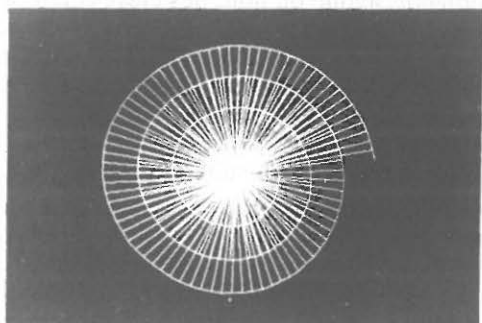
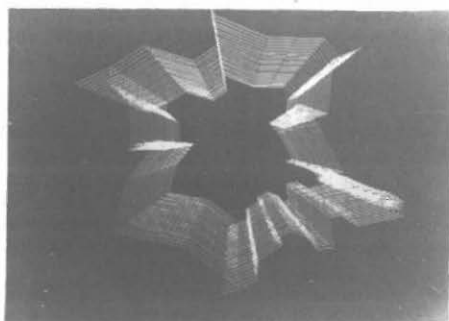
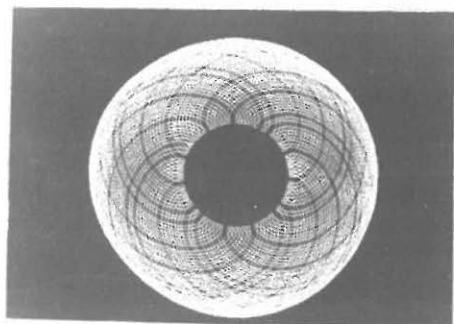
Un jour le professeur a dû laisser les élèves seuls, pendant une bonne heure, pour assister à un conseil de classe. A son retour, alors qu'il pensait trouver tout le monde devant les écrans, c'est auprès des tableaux qu'il a rencontré les groupes dans une discussion passionnée sur la recherche de la solution.

Développement de l'imagination dans la recherche et la rigueur dans le raisonnement et l'écriture, voilà nos objectifs fondamentaux qui ne sont pas exclusivement la préoccupation des professeurs de mathématiques. Certes l'objectif, avoué ou non, des élèves était double : faire un beau dessin et placer le professeur en situation de recherche — voire de difficulté — sur un problème proposé par eux. C'était tellement différent de la situation de la classe et tellement plus stimulant ! Ces discussions passionnées autour de la recherche du meilleur algorithme entre élèves et professeur constituent pour le maître la meilleure récompense et un souvenir encore plus beau que le résultat graphique obtenu.

Les travaux ont été rangés sur une disquette, au fur et à mesure de leur achèvement. Certains élèves ont refusé... (ou remis à plus tard le soin) de ranger leur programme sur la disquette P.A.E. collective. De fort jolis dessins, très personnels vont rester confidentiels et vous ne verrez pas cet avion qui atterrit, dans le soleil, sur une piste quadrillée.

En l'absence de table traçante, nous avons voulu garder des résultats sur papier. Quelques photographies ont été faites avec l'aide d'un ancien élève, et également d'un professeur de physique du lycée (noir et blanc - 400 ASA - 1/5-3,5).





## Algorithmique et mathématiques au second cycle

*Expériences de groupes IREM ou de collègues isolés, souvent en Terminale A<sub>2</sub>-A<sub>3</sub>, où les programmes de 1983 proposent une option « algorithmique » parmi cinq options... certaines vont jusqu'à la traduction de l'algorithme trouvé en liste d'instructions, qu'un micro-ordinateur ou une calculatrice valident...*

*Voici regroupés ici, un « petit exemple » vécu en terminale A<sub>2</sub> au lycée Le Corbusier de Poissy (Versailles) et deux comptes rendus d'expériences plus vastes menées dans des cadres IREM, l'une en seconde, l'autre en terminale A<sub>2</sub>; une autre expérience menée en terminale A<sub>2</sub> est relatée plus loin sous le titre : « algorithmique et LOGO en terminale A<sub>2</sub> ».*

### Traductions d'un algorithme en terminale A<sub>2</sub><sup>(67)</sup>

A l'origine : la question d'un élève, alors que la classe avait à calculer sa moyenne d'âge à partir de la connaissance des dates de naissance : « n'y a-t-il pas une formule qui donne l'âge ? ».

#### Déroulement :

- choix des notations : pour un élève quelconque, son âge à la date du calcul : A, M, J (nombre d'années, de mois, de jours), sa date de naissance : JN, MN, AN (jour, mois, année), la date du calcul : JC, MC, AC (id) ;
- construction collective d'un arbre des situations possibles (on suppose, pour simplifier : nombre de jours d'un mois = 30) ;
- rédaction, à la maison, de la réponse à : « exprimer A, M, J en fonction de AC et AN, MC et MN, JC et JN respectivement » ;
- construction collective d'un organigramme, après établissement des équivalences, pour les naturels x, y, z tels que  $x \in [1, 29]$  et  $y \in [1, 11]$  :

[avoir y mois x jours]  $\iff$  [avoir (y - 1) mois et (30 - x) jours]

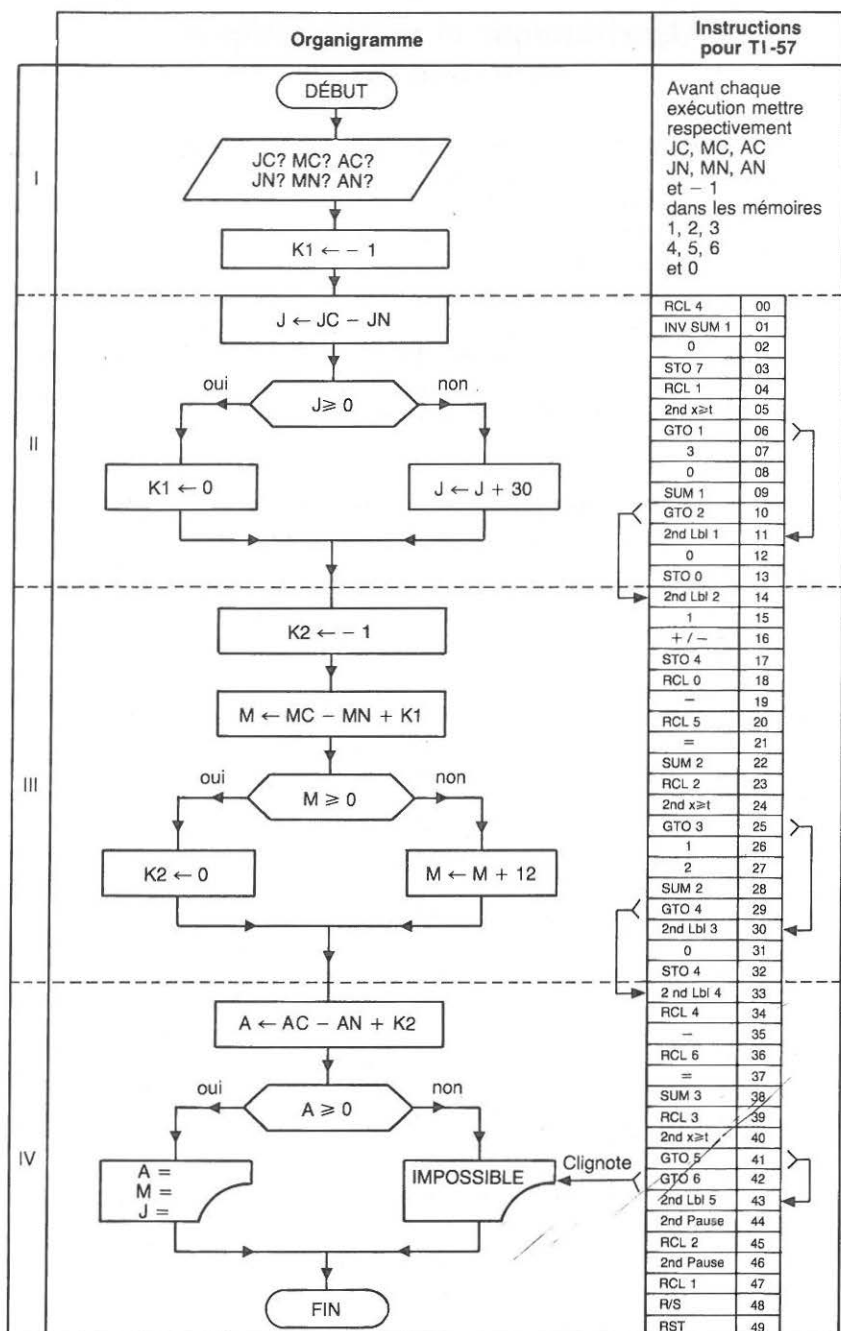
[avoir z années moins y mois]  $\iff$  [avoir (z - 1) années et (12 - y) mois] ;

organigramme sans test de validité des dates (nombre de mois compris entre 0 et 12, de jours entre 0 et 30) ;

- prolongement informatique : utilisation de cet organigramme pour programmer une calculatrice TI-57, ou un micro-ordinateur (au choix : en L.S.E., en BASIC).

**Illustration :** l'organigramme et la liste des instructions pour TI-57.

(67) D'après un compte rendu de Marc LAURA, formateur à Versailles, et professeur au Lycée Le Corbusier, 78300 Poissy.



## Apport de l'informatique dans l'étude de thèmes mathématiques en second cycle <sup>(68)</sup>

Le titre de cette brochure, qui rassemble plusieurs thèmes expérimentés pendant une année scolaire dans deux classes de 2<sup>de</sup> (l'une trois langues, l'autre option technologique, élèves préorientés A<sub>2</sub>, G, F<sub>1</sub> et F<sub>3</sub>), laisserait penser qu'il s'agit, comme dans d'autres expériences, d'utiliser l'ordinateur en cours de mathématiques. En fait, dans ces dix-sept fiches « mathématiques, à essence informatique », l'informatique est sous-jacente, parfois explicite ; elle a guidé la présentation des énoncés, les élèves se sont familiarisés avec la démarche et des notations informatiques, appréhendant du même coup, sous divers aspects, des notions mathématiques, à la limite parfois du programme de mathématiques des classes du second cycle, sans que jamais un programme ait été réalisé avec les élèves (les auteurs précisent d'ailleurs, dans l'introduction, qu'ils pensent avoir eu tort).

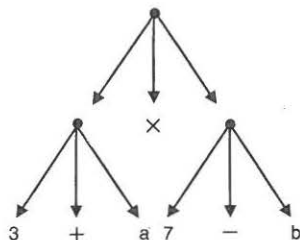
Brièvement résumées, quelques fiches, même si les auteurs signalent que l'une a soulevé beaucoup de difficultés... Ce sont des points de départ pour d'autres pistes.

### Priorités opératoires dans un calcul algébrique pour représentation spatiale de celui-ci :

Une description spatiale par arbre est proposée aux élèves <sup>(69)</sup> :

ainsi, le calcul :

$(3 + a) \times (7 - b)$   
est décrit par l'arbre



Les élèves sont alors invités à construire ou lire divers arbres <sup>(70)</sup> décrivant une suite de calculs algébriques, s'entraînant à utiliser plusieurs modes (écriture algébrique traditionnelle ou arbre) de description d'une telle suite.

(68) Titre d'une brochure de l'IREM de Nice - juin 84.

Auteurs : Y. BASSOU et G. BONNEFOI, animateurs IREM à Bastia.

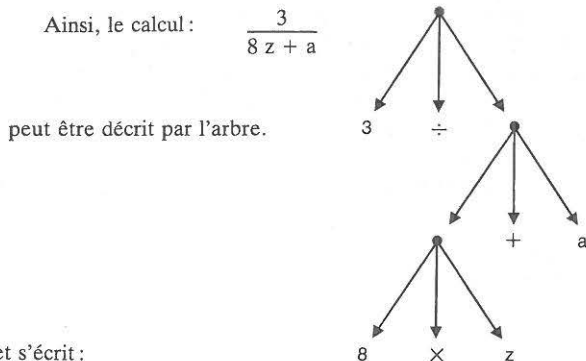
(69) Thème 4.1 : Représentation spatiale de calculs algébriques — niveau 2<sup>de</sup>.

(70) N.D.L.R. : la symbolisation au moyen de tels arbres a déjà été décrite, par exemple dans le bulletin 325 de l'A.P.M.E.P. ; voir aussi l'article suivant (l'expérience A.L.M.A.).



Ils ont trouvé l'écriture en arbre moins ambiguë que l'écriture avec parenthèses (mais plus encombrante !) ; ils ont découvert la signification des points à la naissance des trois flèches, ou le sens de lecture de l'arbre : une fois le point remplacé par un résultat, tout ce qui se trouve au-dessous et issu de lui peut être supprimé.

A la suite de cette fiche, une autre<sup>(71)</sup> les entraîne, en vue de l'emploi de calculatrices, à l'écriture algébrique, à la notation polonaise ou notation polonaise inversée.



3 :  $((8 \times z) + a)$  en notation algébrique (pour exploitation par système AOS).

: 3 + × 8 z a en notation polonaise.

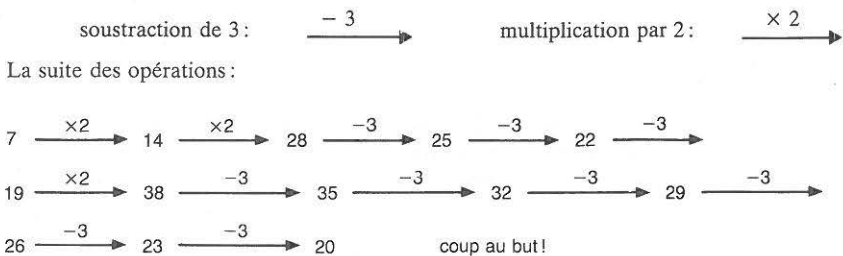
3 8 z × a + : en notation polonaise inversée (pour utilisation sur calculatrice HP).

L'animateur tire les conclusions de l'emploi, en classe, des calculatrices HP ou TI.

**Organigrammes ne faisant appel qu'à des opérateurs de l'école élémentaire<sup>(72)</sup> :**

La schématisation par organigramme d'une suite de calculs est présentée à partir d'un exemple.

Passer de 7 à 20 en ne disposant que de deux opérations :

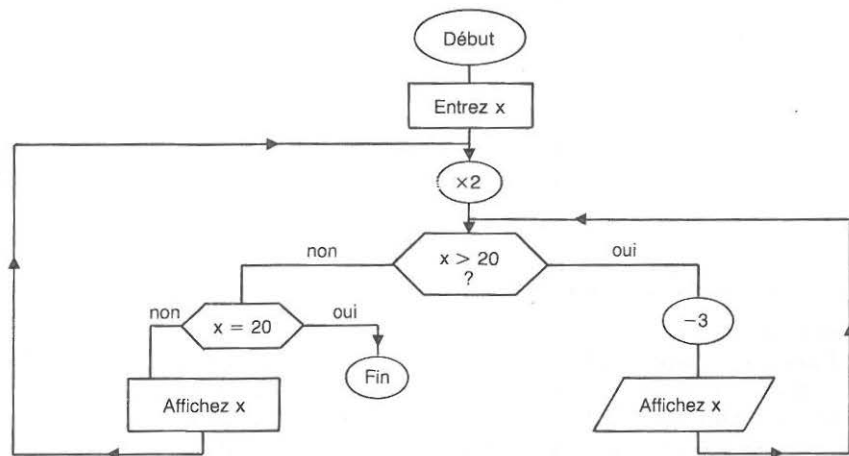


(71) Thème 4.2 : calculs algébriques et calculatrices — niveau 2<sup>de</sup>.

(72) Thème 6.3 : Machines élémentaires de l'élémentaire — niveau 2<sup>de</sup>.

Inspiré d'un article de M. CARMAGNOLE, paru dans « La Ratatouille », bulletin de la Régionale A.P.M.E.P. de Nice.

peut être schématisée à l'aide de l'organigramme :



dont les élèves sont invités à décrire le mécanisme. Ils sont ensuite invités à en construire ou en lire d'autres (trouver l'algorithme décrit par un organigramme), à réfléchir sur les résultats obtenus, voire à prévoir les résultats (« thème attractif, qui a séduit les élèves par sa simplicité ; était-ce l'habitude d'utiliser déjà des organigrammes ? »).

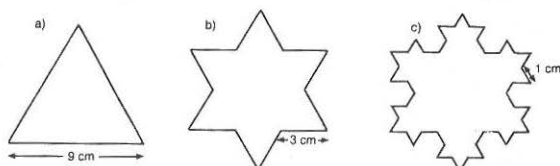
### Construction de figures géométriques énoncée de façon algorithmique :

Il s'agit<sup>(73)</sup> de dessiner, avec règle et rapporteur, des figures géométriques élémentaires ou à l'aspect esthétique remarquable, la construction étant énoncée de façon algorithmique, avec un vocabulaire et une syntaxe inspirés de LOGO : deux instructions seulement, grâce à l'introduction des nombres négatifs : TOURNE (TO) et MARCHE (MA), avec d'ailleurs un raffinement : RE n, le (...) signifiant : répéter n fois le programme décrit entre parenthèses (...).

Ainsi, les programmes :

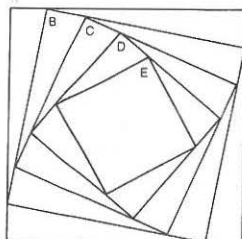
- a) RE 3 (MA 9 ; TO 120)
- b) RE 6 (MA 3 ; TO 60 ; MA 3 ; TO 120)
- c) RE 24 (MA 1 ; TO 60 ; MA 1 ; TO 120)

conduisent à la courbe de VON KOCH (dite flocon de neige).



On demande aussi aux élèves :  
quel programme permet d'obtenir le dessin-poursuite suivant (ligne brisée ABCDE...).

(73) Fiche 1.2 : LOGO, niveau 2<sup>de</sup>. Fiche 1.3 : Jolygones, niveau 2<sup>de</sup>.



Occasion pour les auteurs de noter des ignorances de leurs élèves : emploi du rapporteur, polygones réguliers élémentaires...

### Autres fiches :

Plusieurs, parmi celles-ci, permettent d'approcher des fonctions récursives, définies par formules mathématiques ou organigrammes, à partir desquels on enregistre, dans des tableaux, les valeurs obtenues aux diverses étapes du calcul, afin d'illustrer le mécanisme.

Un exemple<sup>(74)</sup> : la fonction :

$f: \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$

$n \rightarrow f(n)$  définie par : si  $n > 100$ , alors  $f(n) = n - 10$   
sinon  $f(n) = f[f(n + 11)]$

est décrite dans un organigramme ; d'où une nouvelle définition de  $f$  :

$f: \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$

$n \rightarrow f(n)$  avec si  $n \geq 10^2$ ,  $f(n) = n - 10$   
 $n < 10^2$ ,  $f(n) = 91$ .

Une autre<sup>(75)</sup> donne des pistes d'utilisation « ludique » d'algorithmes et d'organigrammes, pistes inspirées par la revue PENTAMINO de l'IREM de Grenoble.

\* \* \* \*

## Une expérience d'algorithmique en terminale A<sub>2</sub>

Un groupe IREM (Groupe informatique, algorithmique et enseignement des mathématiques, Strasbourg) mène en 1984 une expérience de travail algorithmique, qui ne comporte qu'un passage sur machine (langage utilisé : L.S.E.).

A chaque fiche-élève, correspond une fiche-professeur avec solutions et conseils pédagogiques.

Au terme de l'expérimentation, les fiches seront remaniées et devraient constituer une brochure.

(74) Thème 5.1 : Fonction 91 — niveau 1<sup>re</sup> et 2<sup>de</sup>.

(75) Fiche 6.1 : Les algorithmes — niveau 2<sup>de</sup>.

**Quelques-unes, parmi les fiches-élèves  
en cours d'expérimentation :**  
(fiches transmises par Dominique GUIN).

### QUID ?

(Fiche 1D)

**Question 1 :** Quels sont les meilleurs millésimes de Bourgogne depuis 1970 ?

**Question 2 :** Le grand rabbin de France est-il nommé ou élu, et par qui ?

**Question 3 :** « Le Bonheur », d'Agnès Varda, fut un film primé. De quand date-t-il ?

**Question 4 :** On parle souvent de « puce » à propos des ordinateurs. En quoi est faite une « puce » et quelle quantité d'information peut-elle contenir ?

Répondre à ces questions en utilisant un « QUID ». Notez au fur et à mesure ce que vous faites pour chercher la réponse.

### Algorithme du dictionnaire

Vous savez chercher un mot dans un dictionnaire. Déterminez les actions élémentaires nécessaires et écrivez l'algorithme de recherche d'un mot.

### UNE HISTOIRE DE BOLS

(Fiche 2A)

1. On dispose de deux bols : un BLANC et un ROUGE, dont on veut échanger les contenus. Le premier contient du lait, le second du café. Pour cela, on dispose d'un troisième bol VERT vide, et la seule opération possible est :

« verser le contenu de l'un des trois bols dans un bol vide ».

• Écrire un algorithme permettant d'effectuer l'échange des contenus des deux bols.

**Remarque :** On pourra noter, par exemple, ROUGE  $\leftarrow$  BLANC l'opération « verser dans le bol ROUGE le contenu du bol BLANC ».

• Y a-t-il d'autres algorithmes possibles pour le même résultat ?

2. On dispose de trois bols : un BLEU, un BLANC, un ROUGE, avec les contenus suivants :

(1)	BLEU thé	BLANC lait	ROUGE café
-----	-------------	---------------	---------------

On veut obtenir les contenus :

(2)	BLEU lait	BLANC café	ROUGE thé
-----	--------------	---------------	--------------

On dispose encore d'un quatrième bol vide, VERT :

• Écrire un algorithme permettant de passer de (1) à (2) ;

• Y a-t-il d'autres algorithmes possibles pour le même résultat ?

### DICTÉE

(Fiche 3A)

1. On vous dicte dix nombres ; pendant cette dictée, vous ne devez noter aucun nombre, et vous ne pouvez garder en mémoire plus de deux valeurs, celle du dernier nombre dicté et une autre :

a) A la fin, vous devez donner la moyenne des dix nombres. Comment procédez-vous ?

b) A la fin, vous devez donner le plus petit des dix nombres. Comment faites-vous ? (Cet exercice est possible en dictant dix mots, le but étant alors de fournir le mot figurant le premier dans l'ordre alphabétique.)

## CLASSEMENT DANS TROIS TIROIRS

(Fiche 3B)

2. On dispose de l'algorithme suivant :

- $R \leftarrow T_1$
- Si  $T_2 < T_1$  alors  $R \leftarrow T_2$
- $T_2 \leftarrow T_3$
- $T_3 \leftarrow R$

a) Trois tiroirs  $T_1, T_2, T_3$  contiennent respectivement  $-5, 0, -3$ . On exécute l'algorithme ci-dessus. Que contiennent  $T_1, T_2, T_3$  après cette exécution ?

b)  $T_1, T_2, T_3$  contiennent  $-3, -5, 0$ . On exécute le même algorithme. Que contiennent alors  $T_1, T_2, T_3$  ?

3.  $T_1, T_2, T_3$  contiennent maintenant trois nombres  $x, y, z$  dont on ignore la valeur, et on souhaite classer ces trois nombres dans les trois tiroirs par ordre croissant. L'opération de base est :

« mettre le contenu de tel tiroir dans tel tiroir ».

Mais on pourra aussi utiliser des phrases du type :

Si... alors...

- Écrire un algorithme réalisant le classement désiré quels que soient les nombres  $x, y, z$ .

4. On donne les contenus suivants :

$T_1$	$T_2$	$T_3$
2	1	0

On exécute l'algorithme réalisé en 3.

- Indiquer les contenus des tiroirs  $T_1, T_2, T_3$  et de tous les autres utilisés, à chaque étape de l'exécution.

# *inforama*

n'est pas la seule brochure publiée par  
l'A.P.M.E.P. (Association des Professeurs  
de Mathématiques de l'Enseignement Public)...

... mais la 60ème !

Demandez la liste et les tarifs des diverses brochures à :

Secrétariat A.P.M.E.P.  
13, rue du Jura  
75013 PARIS

# Algorithmique et mathématiques au premier cycle : <sup>(76)</sup> Expérience ALMA

*Voici une autre <sup>(77)</sup> tentative d'utiliser, non pas seulement l'outil « ordinateur-logiciels », mais la démarche informatique et la programmation pour renouveler l'enseignement des mathématiques, empruntant à l'informatique certaines de ses possibilités en vue d'une aide efficace à la compréhension et à l'assimilation des notions présentant des difficultés : l'expérience ALMA, alias Algorithmique et Mathématiques, d'après un compte rendu de C. BANA.*

## Méthodes de travail

a) La démarche utilisée pour chaque chapitre peut être schématisée de la façon suivante :

1. présentation de quelques exemples concrets illustrant la notion à introduire ;
2. analyse par les élèves des problèmes afférents à ces exemples pour aboutir à un algorithme de résolution ;
3. écriture des programmes correspondant aux algorithmes ;
4. exécution de ces programmes. A partir de ces exécutions, on peut :
  - en déduire les notions prévues ;
  - étudier de façon expérimentale les propriétés ou règles ;
  - traiter d'autres problèmes analogues.

Il reste au professeur à compléter chaque chapitre comme il le souhaite.

- b) L'analyse des problèmes est faite à l'aide de la « méthode déductive », méthode de programmation structurée développée par le C.R.I.N. (Centre de Recherche en Informatique de Nancy) : voir plus loin ;
- c) le langage de programmation retenu est le LSE ou BASIC suivant le matériel dont on dispose. (Les programmes peuvent être exécutés sur micro-ordinateurs, ordinateurs de poche ou calculatrices programmables.).

Cette expérience s'est déroulée sur plusieurs années ; les groupes d'enseignants, engagés dans celle-ci, ont ainsi étudié :

---

(76) Un compte rendu de cette expérience, menée sur moyens INRP et IREM de Lorraine est déjà paru dans le Bulletin de l'APMEP (n° 325 p. 661 et suiv.) ;

(77) Voir « Apport de l'informatique dans l'étude de thèmes mathématiques en second cycle », plus haut.

- en classe de 4<sup>e</sup> : la totalité du programme d'algèbre, et la géométrie de la droite<sup>(78)</sup> ;
- en classe de 4<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> : racine carrée d'un réel positif.

Ils travaillent encore :

- en 6<sup>e</sup>, sur l'utilisation des parenthèses et priorité des opérations ; suites proportionnelles et applications ;
- en 5<sup>e</sup>, sur les multiples ;
- en 2<sup>e</sup>, 1<sup>re</sup> et terminale A<sub>1</sub>, sur la résolution graphique d'une équation, suites convergentes vers  $\pi$ ,  $\sqrt{p}$ .

Il faut noter que les possibilités graphiques sont utilisées par exemple pour introduire la notion du vecteur (4<sup>e</sup>-3<sup>e</sup>), ou pour colorier l'intérieur d'un triangle à propos de la résolution d'inéquations (2<sup>e</sup>, 1<sup>re</sup>).

## Comment guider les élèves lors de l'analyse d'un problème ?

*« Cette méthode d'analyse très rigoureuse est un outil efficace pour développer le raisonnement des élèves. Elle oblige l'élève à produire un effort pour comprendre l'énoncé du problème, pour décomposer ce dernier en sous-problèmes. Elle fournit à l'enfant un canevas rassurant qui lui permet d'aborder sans crainte n'importe quel autre problème y compris ceux de géométrie dont le mode de recherche est très proche de celui utilisé dans cette expérience. » (C. BANA).*

- Il s'agit d'énoncer le problème de la façon la plus précise possible.  
Que veut-on obtenir ?  
Que connaît-on ?
- Le résultat est toujours le point de départ de la résolution du problème, l'élève se posant toujours les mêmes questions :  
Que dois-je obtenir ?  
Comment l'obtenir ?

L'élève est ainsi amené à utiliser des résultats intermédiaires, à les coder et ceci jusqu'à ce qu'il aboutisse aux données.

- L'algorithme est disposé sous forme de table et, à chaque étape, l'élève ne doit définir qu'un seul résultat intermédiaire à la fois. Il reste à numérotter les calculs dans l'ordre où ils seront effectués.

### Un exemple d'exercice proposé à des élèves de 6<sup>e</sup>.

*Le but de l'exercice est de faire le point sur l'utilisation des parenthèses : introduction des expressions parenthésées, allègement de l'écriture de ces expressions à partir de la découverte de la priorité de la multiplication par rapport à l'addition.*

*Exercice :* la cotisation annuelle au Ciné-Club du collège coûte 5 F ; les élèves paient en plus 2 F par film.

1. a) Quelle est la dépense totale de Daniel qui a vu 7 films ?  
b) On veut faire calculer par l'ordinateur la dépense totale pour une élève, Nicole, qui verra un certain nombre F de films ;

(78) Voir brochure « Algorithmique et Mathématiques » éditée par l'IREM de Lorraine.



- Faire l'analyse du problème en s'imposant une seule opération par ligne ;
- Programmer l'algorithme obtenu (on appelle PROG1 ce programme) ;
- Exécuter le programme et remplir le tableau T suivant :

Nombre de films : F	
Dépense totale : D	

2. a) • Faire une représentation arborescente du calcul précédent,  
 • Donner les résultats de chaque « nœud » de l'arbre en utilisant seulement la lettre F.

Les solutions peuvent être les suivantes :

1. b) Analyse :

Lexique	Définition
D : dépense* totale P : dépense* ne tenant pas compte de la cotisation F : nombre de films vus	résultat : D $D = 5 + P$ $P = F \times 2$ F : donnée

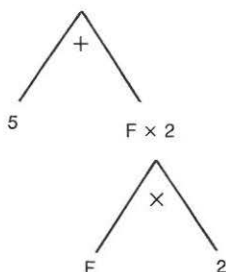
\* Les dépenses sont exprimées en francs

**PROG 1 : programme traduisant cet algorithme :**

en LSE	en BASIC
1 LIRE F	1 INPUT F
5 $P \leftarrow F * 2$	5 $P = F * 2$
10 $D \leftarrow 5 + P$	10 $D = 5 + P$
15 AFFICHER D	15 PRINT D
20 TERMINER	20 END

2. a)

$$D = 5 + (F \times 2)$$



## **Apports de la programmation lors de la traduction de l'algorithme de résolution du problème :**

Cette étape du travail ne présente aucune difficulté pour les élèves, même ceux de 6<sup>e</sup>, d'autant plus que les programmes écrits sont en général simples et réduits.

Il faut noter que la programmation immédiate et l'exécution d'un programme conçu par l'élève sont très importantes car motivantes : non seulement l'élève est alors actif, choisit la valeur des données, mais encore il imagine d'autres situations similaires... et il travaille de façon plus autonome !

Par ailleurs, la programmation apporte des atouts pour l'assimilation de notions mathématiques ; ainsi, en 6<sup>e</sup>, l'utilisation des identificateurs et de la flèche d'affectation (LSE) familiarise les jeunes à la difficile notion de variable mathématique (l'identificateur, lié à une « case-mémoire », permet de différencier la variable de la valeur) ; traitement conditionnel, itération... préparent des chapitres traités dans d'autres classes.

\* \* \* \*

## LOGO... QU'EST-CE ?

L'approche LOGO... il s'agit fondamentalement de mettre l'informatique à la disposition de l'utilisateur et plus particulièrement de l'enfant, démarche souvent opposée à celle proposée par l'E.A.O. au sens strict, de type répétiteur ou censeur.

*« L'ordinateur est fait pour être programmé par l'enfant et non pour programmer l'enfant »* écrit Seymour PAPERT<sup>(79)</sup>, l'initiateur de LOGO, qui pose PIAGET au centre de ses travaux.

*« J'emprunte à PIAGET cette image selon laquelle les enfants sont eux-mêmes les bâtisseurs de leurs propres structures intellectuelles. Les enfants semblent avoir un don inné pour apprendre, et bien avant d'aller à l'école ils accumulent un vaste savoir, selon un processus que j'appelle « apprentissage Piagétien » ou « apprentissage sans instruction ». Les enfants, par exemple, apprennent à parler, ils apprennent la géométrie intuitive nécessaire à leurs déplacements dans l'espace, ils apprennent assez de logique et de rhétorique pour embobiner leurs parents et tout cela sans que quiconque le leur ait enseigné. »*

Il s'agit donc de mettre la puissance de l'ordinateur à la disposition des élèves ou leur permettre une libre exploration de divers domaines de connaissances.

Ainsi le système LOGO recouvre trois choses :

- une philosophie de l'éducation, fortement liée à PIAGET ;
- un langage de programmation ;
- un série de matériels pédagogiques contrôlés par ordinateur.

Partie de Boston (Massachusetts) vers le milieu des années 60, puis au M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology), la recherche LOGO s'étend dans de nombreux autres pays, dont la France (I.N.R.P.-IREM, université, écoles normales, Centre mondial de l'informatique,...). Bien que le langage LOGO soit un langage de programmation complet, la grande majorité des expérimentations se sont cependant axées sur les aspects géométriques, grâce à la fameuse Tortue LOGO, qui peut être un spot qui se déplace sur un écran en laissant (ou en ne laissant pas) de trace, qui peut également se présenter sous forme d'un mobile qui se déplace sur le sol dans ces mêmes conditions (tortue-plancher).

De très nombreuses expérimentations se sont déjà déroulées avec LOGO ; nous n'en indiquons ici que quelques unes (géométrie et traitement de listes), la bibliographie<sup>(80)</sup> étant suffisamment riche pour y trouver tous les éléments complémentaires, de la philosophie aux comptes rendus détaillés et évaluations.

---

(79) « Jaillissement de l'Esprit, ordinateurs et Apprentissages » par S. PAPERT (Flammarion 1981)

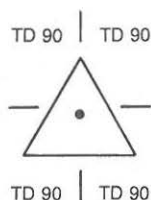
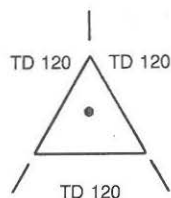
(80) Voir Annexe : Bibliographie.

## La tortue en CM1<sup>(81)</sup>

- Classe de CM1 de l'école des Plantes de la ville nouvelle de Cergy;
- 3 types de micro-ordinateurs : TO 7, Apple II + et Micral;
- en général 5 à 6 groupes de 3-4 élèves : chaque groupe est devant un appareil;
- sept séances de travail avec les élèves.

Les quatre premières séances permettent de découvrir la tortue (triangle sur l'écran), de la faire se déplacer et d'exécuter diverses figures géométriques. On introduit ainsi les primitives classiques : AVance, REcule, TD (Tourne à Droite), TG (Tourne à Gauche), comment effacer et recentrer la tortue, la primitive REPETE (carré, escalier, triangle, polygones réguliers à 5, 6 côtés...).

**Cinquième séance :** information spécifique sur les rotations de la tortue. Un carton triangulaire punaisé au tableau représente la tortue. Les programmes des triangle, carré, pentagone, hexagone sont écrits à côté. Un élève fait pivoter la tortue en suivant les ordres de son camarade, qui sélectionne dans le programme de construction d'un polygone les instructions concernant la rotation de la tortue.



Constatation d'élèves :

$$\begin{array}{l} \text{Triangle} \\ 120 \times 3 = 360 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Carré} \\ 90 \times 4 = 360 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{etc.} \\ 72 \times 5 = 360 \end{array}$$

$$\dots 60 \times 6 = 360$$

(81) D'après un compte rendu (1984) de Michel LAVILLUMIÈRE, professeur à l'école normale mixte de Cergy-Pontoise, avenue de la Grande-École, 95000 Cergy et IREM Paris Nord.

- ensuite, est distribuée à chaque élève une feuille polycopiée où figure le tableau :

Nombre de côtés	Angle	
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Observations de ce tableau :

- 3 colonnes dont une vide
- dernière ligne vide

**Consigne de recherche :** « remplir les cases vides ».

on vient de voir que  $3 \times 120 = 360$

$$4 \times 90 = 360$$

$$5 \times 72 = 360$$

$$6 \times 60 = 360$$

les premières cases sont donc remplies.

Pour les autres des élèves proposent la règle suivante :

« quand on multiplie le nombre de côtés par l'angle cela doit faire 360 » ;  
 « pour trouver l'angle, on divise !... on divise 360 par 7, puis par 8, puis par 9... ».

La division par 7 pose un problème : elle ne « tombe pas juste » ; et à cette époque de l'année, les élèves ne pouvaient résoudre le problème. Ils décrétèrent que cela devait faire à peu près 51.

Ils ont donc essayé et furent satisfaits !

Cependant  $7 \times 51$  ne donne pas 360. On ne respecte donc plus la règle ?

En exécutant plusieurs fois REPETE 7 [AV 40 TD 51], sans effacer les dessins précédents, la tortue ne repasse pas exactement au même endroit... Ce qui n'est pas le cas lorsque la division « tombe juste ». Les élèves conviennent que le cas de 7 pose problème.

## 6<sup>e</sup> et 7<sup>e</sup> séances :

- chacun cherche et trace à l'aide de la tortue un autre polygone ; puis écrit le nombre de côtés et la valeur de l'angle dans la dernière ligne du tableau.

Par approximations successives, observation du tracé à l'écran, modification des paramètres, concertation entre élèves, une règle et une méthode de calcul de la valeur de l'angle est dégagée : diviser 360 par le nombre de côtés :

- mise en commun des différents polygones trouvés ;
- chercher quel est le polygone ayant le plus grand nombre de côtés ; il s'agit en fait de trouver tous les diviseurs de 360. Le plus grand nombre de côtés... c'est en faisant REPETE 360 [AV 1 TD 1]  
... c'est (presque) un cercle !

## Remarques finales

L'action de l'élève passe par la recherche du modèle mathématique de la situation-problème **proposée par le maître**. Il va découvrir une règle et des outils, des techniques permettant de résoudre plus efficacement le problème : chercher la valeur de l'angle de rotation de la tortue pour qu'elle dessine un polygone régulier convexe.

La recherche de la valeur de l'angle pour construire le triangle ( $120^\circ$ ) est le fait d'un hasard « orienté » : l'élève est guidé par une tendance, par exemple faire tourner la tortue à droite de  $90^\circ$  (comme pour la construction du carré), qui agit comme une première hypothèse de travail qui sera rectifiée au fur et à mesure des essais. Par contre, la recherche de la valeur de l'angle du polygone à 9 côtés (quelque temps plus tard) passe par l'utilisation des outils mathématiques issus de la règle découverte (le produit du nombre de côtés par la valeur de l'angle est égal à 360). Ces outils, d'ailleurs, l'élève les possède déjà en partie : technique de la division sans virgule, techniques de calcul rapide ou mental, etc. L'enfant n'est pas guidé du dehors de la situation pour accomplir dès le début l'acte sous sa forme définitive et sans se tromper (il n'a pas appris dès le début la façon de calculer l'angle, et appliqué cette règle par la suite), mais il a été livré à lui-même et doit arriver au résultat en faisant certainement quelques erreurs en cours de route, en surmontant ses échecs. En effet, ce sont les expériences successives menées par les élèves encadrés par le maître, la confrontation aux résultats fournis par la machine, des échanges entre élèves qui ont permis de mathématiser la situation.

Sous ce problème simple et attrayant se cachait un modèle mathématique et la **mise en évidence** de ce modèle est bien un des objets de la formation mathématique à l'école. Plus que le résultat (règle et techniques associées), c'est l'apprentissage de la découverte de ces modèles qui est formateur.

Le rôle du maître est alors moins de montrer que d'encourager et de dissuader, de graduer les difficultés, d'éviter à l'élève les efforts inutiles. Qu'il apprenne à l'élève à adapter sa conduite à la situation, à faire face à des difficultés imprévues, à pouvoir improviser là où beaucoup ne font que répéter, à structurer ses actions.

## La tortue ne sait pas résoudre les problèmes (CM2)

*C'est une petite partie d'une expérimentation<sup>(82)</sup> menée durant toute une année scolaire dans une classe de CM2, allant du travail préparatoire avec le BIGTRAK jusqu'à la constitution d'une mini base de données et d'un journal informatisé en passant par la structuration algorithmique et la mise au point de projets graphiques divers.*

L'idée de départ de cette activité est l'aide que peut apporter à l'enfant la démarche algorithmique dans la résolution de problèmes.

### Combien coûtent 7 sucettes à 2,20 F l'une ?

L'activité des enfants a été dirigée afin d'essayer de leur donner une méthode de recherche pour la résolution de problèmes.

La première opération consiste à écrire un lexique où l'enfant doit mettre en évidence d'une part les données (il fixe déjà le nom des variables utilisées), d'autre part le résultat cherché.

L'arbre met en évidence la procédure DOSUCETTE : pour chaque programme, c'est le sous-programme qui permet d'entrer les données grâce à la procédure REMPLIS mise à la disposition des enfants (c'est une sorte d'INPUT).

L'utilisation de l'ordinateur à des fins de résolution de problèmes a provoqué un débat animé. Si la déception fut générale, les déçus se partageaient entre deux camps :

- ceux qui reprochaient à la machine d'être incapable de répondre toute seule à un vulgaire problème de sucettes ;
- ceux qui étaient affligés de ne pas disposer d'un appareil capable de leur poser tout seul des problèmes ou des devinettes.

Il fallait en prendre son parti : l'ordinateur étant d'une bêtise désarmante il faudra bien inventer les problèmes, les lui soumettre avec le programme de résolution et, avant de lui demander l'exécution, calculer la réponse d'avance, afin de pouvoir juger du résultat qu'il annoncera.

L'approche de l'informatique semblait se révéler sous un jour nouveau. C'était une étape nécessaire pour la démystification et la maîtrise de la machine.

---

(82) « LOGO dans une classe de cours moyen » de Jean-Georges HELM et Dominique GUIN, IREM de Strasbourg (octobre 1984).



### Reproduction du travail d'un élève :

#### Énoncé :

Paul achète 7 sucettes. Une sucette coûte 2,20 F. Combien d'argent a-t-il dépensé ?  
Données + question(s)

#### Solution :

Phrase de présentation.

Opération.

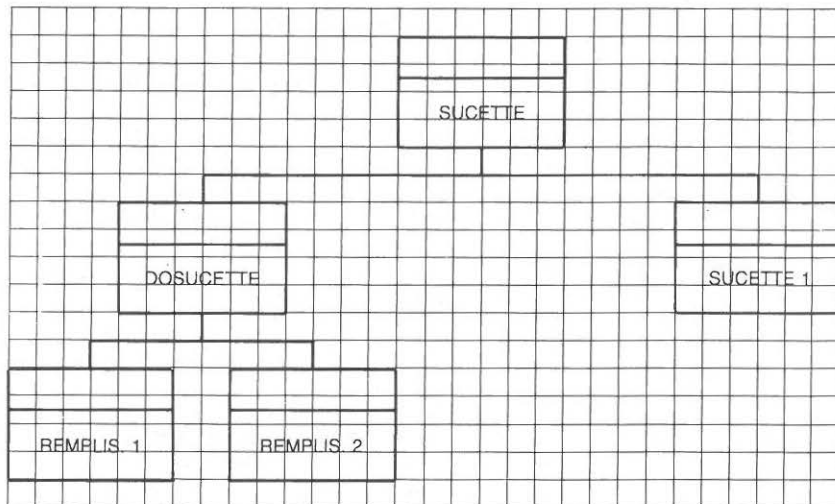
Réponse.

Afin de pouvoir écrire le programme qui nous donnera la solution, nous traduisons l'énoncé dans le tableau.

#### LEXIQUE :

	Nom du tiroir	Contenu
Données	Quantité Prix	7 2,20
Résultats	D (dépense)	? dépense (nombre)

#### ARBRE :



#### POUR SUCETTE1

DOSUCETTE

SUCETTE :NOMBRE :PRIX

FIN

#### POUR DOSUCETTE

REPLIS [DONNE LE NOMBRE DE SUCETTES] "NOMBRE

REPLIS [DONNE LE PRIX D'UNE SUCETTE] "PRIX

FIN

POUR REMPLIS :QUESTION :TIROIR  
ÉCRIS :QUESTION  
DONNE :TIROIR PREMIER LL  
FIN

POUR SUCETTE :NOMBRE :PRIX  
DONNE "D :NOMBRE \* :PRIX  
(ÉCRIS [DÉPENSE:] :D [FRANCS])  
FIN

### A l'exécution :

?SUCETTE1 DONNE LE NOMBRE DE SUCETTES 5 DONNE LE PRIX D'UNE SUCETTE 2.20 DÉPENSE: 11. FRANCS
---

### Combien coûte le fil de fer ?

Olivier a inventé le problème FIL : un paysan veut entourer un pré d'une rangée de fil de fer. Le pré est rectangulaire. On connaît le prix du mètre de fil de fer. Quelle sera la dépense ?

Cette démarche a été assimilée à des rythmes très différents d'un enfant à l'autre. Une répétition importante est nécessaire à certains, même s'ils arrivent rapidement à établir le « LEXIQUE » c'est-à-dire à comprendre le problème.

Cette activité demande à être pratiquée sur une période bien plus longue afin de mieux déterminer l'aide qu'elle peut représenter pour les enfants.

La recherche emprunte des éléments à la méthode de programmation descendante. On part de la question demandée, ici, DÉPENSE. Comment l'obtient-on ?

: DÉPENSE = : PRIX \* : PERI

PRIX est une donnée ; comment obtenir PERI ? etc. jusqu'à ce qu'on remonte aux données du problème. A chaque opération, correspond une procédure. On utilise largement les couleurs pour différencier dans le tableau « RECHERCHE » :

- données (ex : PRIX)
- variables intermédiaires (ex : DPERI)
- procédures (ex : MULTIPLICATION.)

Le problème des unités est à ce niveau primordial. Souvent la première question d'un enfant face à un énoncé de problème est : quelle est l'unité ? Pour aider l'enfant, on lui fournit une procédure UNITÉ qui lui permet de traiter le problème des unités « à part » : la procédure UNITÉ crée pour chaque variable, par exemple ici LONGUEUR, un tiroir de nom UNI — nom du tiroir (ici UNILONGUEUR) où est placée l'unité tapée par l'enfant. Les unités se retrouvent dans le lexique et permettent à l'enfant de visualiser le problème.

Reproduction du travail d'un élève :

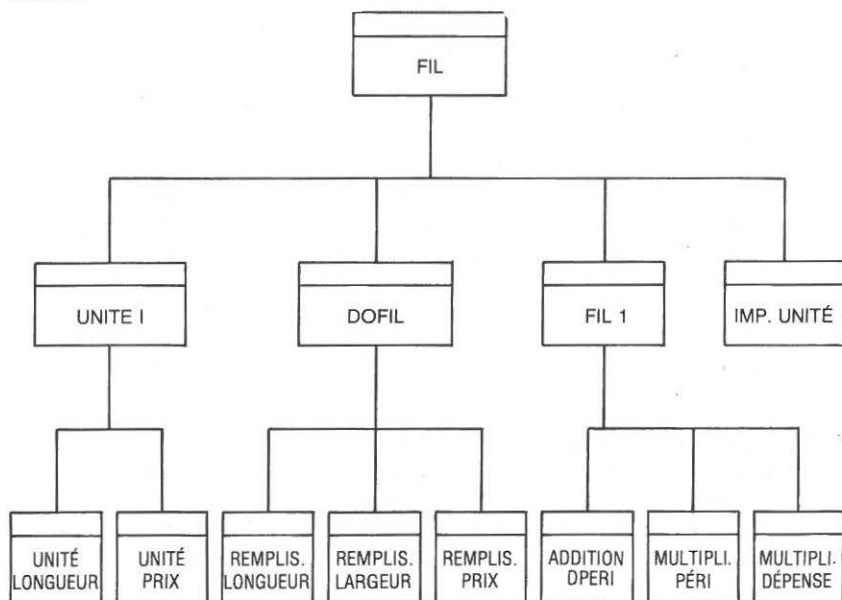
### LEXIQUE

	Nom du tiroir	Contenu	Unité
Données	LONGUEUR LARGEUR PRIX	150 80 24	M M F
Question	DÉPENSE	? (nombre)	F

### RECHERCHE

Nom du tiroir	Opération	Procédure
DÉPENSE	:DÉPENSE = :PRIX * :PERI	MULTIPLICATION : PRIX : PERI "DÉPENSE
PERI	:PERI = 2 * :DPERI	MULTIPLICATION 2 :DPERI "PERI
DPERI	:DPERI = :LONGUEUR+ :LARGEUR	ADDITION :LONGUEUR :LARGEUR "DPERI

### ARBRE



## POUR FILFER

DOFILFER

(EC [UN PAYSAN VEUT CLOTURER SON CHAMP DE] :RAN [RANGÉES DE FIL DE FER. CE CHAMP EST LONG DE] :LON [M ET LARGE DE] :LAR [M. LA PORTE MESURE] :POR [M. LE MÈTRE DE FIL DE FER CÔTE] :PRIX [F. QUELLE DÉPENSE DEVRA - T - IL FAIRE ?])

FILFER1

FIN

### A l'exécution :

?FILFER

QUELLE EST LA LONGUEUR DU CHAMP ?

15

QUELLE EST LA LARGEUR DU CHAMP ?

10

COMBIEN DE RANGÉES FAUT - IL INSTALLER ?

4

QUELLE EST LA LARGEUR DE LA PORTE ?

4

QUEL EST LE PRIX DU MÈTRE DE FIL DE FER ?

25

UN PAYSAN VEUT CLOTURER SON CHAMP DE 4 RANGÉES DE FIL DE FER. CE CHAMP EST LONG DE 15 M ET LARGE DE 10 M. LA PORTE MESURE 4 M. LE MÈTRE DE FIL DE FER CÔTE 25 F. QUELLE DÉPENSE DEVRA-T-IL FAIRE ?

LA DÉPENSE EST DE : 4600 FR\$

\* \* \* \*

## La tortue (en 6<sup>e</sup>)... quand on n'a pas d'ordinateur<sup>(83)</sup>

- *Apprentissage intuitif de la programmation structurée et utilisation des notions acquises pour définir, ou confirmer, certaines connaissances mathématiques du programme de 6<sup>e</sup>.*
- *Bonne utilisation de la règle et du rapporteur.*
- *Déroulement de mars à mai 1983, pendant 6 semaines, au collège F. Poulenc de Tours ; ce collège a des classes à horaire aménagé pour permettre aux élèves de suivre l'après-midi des cours intensifs de musique et de danse.*

(83) D'après un article de François BRET (Tours) paru dans la revue PLOT n<sup>os</sup> 26-27 ; IREM - Université - 45046 Orléans Cedex.

N.D.L.R. : une telle démarche peut sembler contraire à la philosophie LOGO, qui veut que l'enfant bâtit son savoir en expérimentant avec la machine ; son intérêt apparaît dans le bilan. Par ailleurs, dans divers établissements, des collègues préparent l'arrivée de l'ordinateur par des expériences analogues.

- *L'établissement n'était doté d'aucun (micro) ordinateur !*
- *Le but de l'expérimentation n'est pas l'apprentissage d'un langage de programmation particulier ; d'où la démarche :*
  - *apprendre aux élèves peu à peu les rudiments de l'algorithmique ;*
  - *bannir du discours les mots : instruction, programme, algorithme... ;*
  - *inviter les élèves à définir eux-mêmes les mots (simples, parlants, définis en commun avec le professeur), qu'ils désiraient employer pour définir une action bien précise.*

## Chronologie succincte :

- premières primitives retenues :

avance (n) ou avance n tourne à gauche (d) ou tourne à gauche d tourne à droite (d) ou tourne à droite d stop
--

n nombre d'unités  
d nombre de degrés

- dessin d'un carré (suivant l'orientation de départ, certains trouvent un « losange » !)
- Répétition :

Pour un carré Répète quatre fois : — avance (2) — tourne à gauche (90) Stop
---

- Autres polygones réguliers : triangle, hexagone, octogone ; d'où le « modèle »

Pour un... Répète ... fois — avance (2) — tourne à gauche (...) Stop
--

avec tableau de correspondance : nombre de côtés - mesure de l'angle.

- Paramétrage :

Pour un polygone (n) Répète n fois — avance (2) — tourne à gauche (360 : n) Stop
--

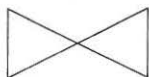
Difficulté à comprendre qu'on remplace le paramètre  $n$  par un nombre afin de pouvoir effectuer le dessin.

Autre paramétrage (taille du carré) :

Pour carré ( $n$ )  
 Répète quatre fois  
 — avance ( $n$ )  
 — tourne à gauche (90)  
 Stop

- Utilisation de dessins déjà réalisés pour en créer de plus compliqués (sous-programmes).

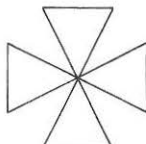
Exemples



Papillon



Étoile

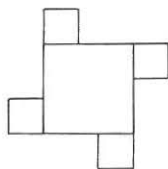


Hélice

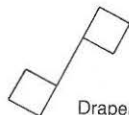
(Difficulté à raccorder les figures de base).

Pour l'utilisation du carré ce fut plus simple.

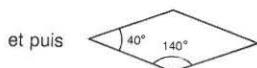
Exemples



Moulin

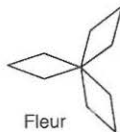


Drapeau



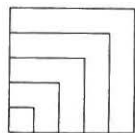
Diamant

et



Fleur

- Liaison sous-programme et paramétrage :

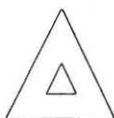
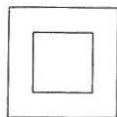


Tunnel

Pour un tunnel  
 Mettre 1 dans  $n$   
 Répète six fois  
 — carré ( $n$ )  
 — augmente  $n$  de 1  
 Stop

(les difficultés deviennent sérieuses<sup>(84)</sup>, même si la solution est comprise en exécutant pas à pas le programme).

- Des trucs plus simples (introduction de « Lève-Plume » et « Baisse-Plume »).



- Et pour faire reculer la tortue ?

Il suffit de faire précéder le paramètre de l'ordre « avance » du signe - ; ex. : avance (- 5).

— nouveaux programmes « avec la marche arrière » :

loi d'addition dans Z ;

— idem pour tourner : « tourne » suffit, avec paramètre dans Z.

### Bilan...

par un sondage permettant de savoir ce que les élèves avaient retenu de l'expérience ;

- expérience profitable, tant du point de vue de l'acquisition de nouvelles notions mathématiques que de celle d'une meilleure structuration logique séquentielle de leur raisonnement ;
- toutes les ressources de la tortue n'ont pas été développées ; il serait envisageable de poursuivre leur exploitation dans les classes supérieures<sup>(85)</sup>.

\* \* \* \*

## Algorithmique et logo en terminale A<sub>2</sub>-A<sub>3</sub> <sup>(86)</sup>

*D'autres expériences, certaines déjà mentionnées, ont été menées dans les classes de terminale A<sub>2</sub>-A<sub>3</sub>, depuis que les programmes de mathématiques proposent une option « algorithmique » parmi cinq options (1983). Dans celle-ci, le passage sur machine s'est fait au travers de LOGO (traitement de listes).*

**Déroulement :** Une dizaine d'heures a été consacrée à l'option « informatique » du programme de terminales A<sub>2</sub>-A<sub>3</sub> (une des cinq options du programme, 15 heures prévues) ; elles se sont réparties à peu

---

(84) N.D.L.R. : le contraire serait étonnant...

(85) Un travail similaire a d'ailleurs été fait en seconde, au Lycée de Bastia : cf. brochure « Apport de l'informatique dans l'étude de thèmes mathématiques en second cycle », IREM de Nice (juin 84).

(86) D'après un compte rendu de Jean-Louis COQUIN, Lycée Alienor d'Aquitaine, Poitiers.



près pour moitié entre travail sur papier et travail sur machine. Il est, en effet, apparu, au cours de cette expérience, que certaines étapes de la construction d'un algorithme sont facilitées par l'emploi de la machine : celle-ci apporte, aux yeux de l'élève, une justification des contraintes (exemple : les opérations élémentaires qu'est capable d'exécuter la machine et qui ne sont pas négociables) et un début de validation de la séquence d'instructions.

- **Première phase :** acquisition, par les élèves, d'une dizaine de procédures LOGO sur les listes : cours magistral, lecture et compréhension de procédures déjà écrites, travail individuel (avec ou sans machine).

- **Deuxième phase :** choix d'un sujet à réaliser, écriture de l'algorithme, validation de l'algorithme (éventuellement par un volontaire qui le réalise... sans l'interpréter!).

Les élèves ont travaillé par demi-groupe (deux au plus par machine lors du travail-machine)... et les algorithmes ont été réalisés par eux-mêmes.

**Des exemples de réalisations issues de cette phase 2 :** que commente J.L. COQUIN.

*« Leur ampleur est modeste (bien peu d'heures, difficulté de coordonner deux demi-groupes afin d'avoir par machine deux élèves au plus). Les élèves ne peuvent pas passer très vite du niveau « connaissance du matériel » (clavier, primitives, éditeur...) au niveau « utilisation de ce matériel ». Bien sûr, certains élèves n'auront pas vu d'algorithmes très puissants, mais ils les auront réalisés eux-mêmes.*

*On peut présenter des algorithmes en classe de bien des façons. Ainsi, l'algorithme peut être la **conclusion** d'une étude mathématique menée « classiquement » avec les élèves, ou, tout au contraire, il peut être le **point de départ** d'une activité mathématique. Dans ces deux cas, algorithme-terminal ou algorithme-prétexte (cf. informatique prétexte, ROUCHIER<sup>(87)</sup>), ou encore algorithme étudié pour lui-même, la présence en classe d'un dispositif matériel adapté, justifiant les contraintes aux yeux des élèves et participant avec eux au début de validation de la séquence d'instructions, me semble souhaitable.*

*Quoi qu'il en soit, il est plaisant de voir l'algorithmique prendre place dans les programmes de mathématiques. Plus plaisant encore de voir, dans leur match contre les programmes des classes scientifiques, les programmes de A, faire le break dans le premier jeu. »*

---

(87) A. ROUCHIER (1984) : Informatique et didactique de l'informatique, 3<sup>e</sup> école d'été de didactique des mathématiques, IREM d'Orléans.

## DOCUMENT NUMERO 1

### BUT

Mettre au pluriel le groupe du nom, c'est-à-dire l'article suivi du nom. Ainsi :  
PLURIEL [UNE TABLE] doit donner DES TABLES

### ANALYSE

1. Mettre au pluriel le groupe du nom, c'est :
  - transformer l'article (UNE devient DES) ;
  - modifier le nom (TABLE devient TABLES).
2. Transformer l'article, c'est :
  - traiter successivement chacun des articles possibles (successivement le, la ; puis un, une ; puis les, des).
3. Modifier le nom, c'est :
  - si le mot se termine par al, écrire un blanc puis le mot sauf sa dernière lettre, puis écrire ux ;
  - sinon écrire un blanc puis le mot suivi d'un s.

### LIMITES

Bien des cas réguliers restent à traiter :

- les mots invariables (en s, z, x) ;
- les mots en eu, au (cas analogue à al) ;
- les mots en ail ;

sans compter les mots irréguliers...

### PROCÉDURES

POUR PLURIEL :GROUPEDUNOM  
TRANSFORMER PREM :GROUPEDUNOM  
MODIFIER DER :GROUPEDUNOM  
FIN

POUR TRANSFORMER :ARTICLE  
TESTE OU "LE = :ARTICLE "LA = :ARTICLE  
SIVRAI [TAPE "LES]  
SIFAUZ [TAPE "DES]  
FIN

POUR MODIFIER :NOM  
TESTE ET "L = DER :NOM "A = DER SD :NOM  
SIVRAI [TAPE "TAPE SD :NOM ECRIS "UX]  
SIFAUZ [TAPE "TAPE :NOM ECRIS "S]  
FIN

## DOCUMENT NUMÉRO 2

### BUT

On donne le nom d'un fruit, et on obtient une phrase du type : (tel arbre donne tel fruit).  
Ainsi :

doit donner                      NATHALIE "POMME  
   LE POMMIER DONNE DES POMMES

### ANALYSE

1. Rédiger une telle phrase c'est :
  - créer l'arbre à partir du fruit ;
  - écrire la phrase.

2. Créer l'arbre à partir du fruit, c'est :
  - conserver toutes les lettres du fruit sauf la dernière ;
  - ajouter le suffixe ier.
3. Écrire la phrase, c'est :
  - écrire l'article le ;
  - écrire le nom de l'arbre ;
  - etc.

## LIMITES

Elles sont nombreuses ! Ainsi :

NATHALIE "CERISES  
donnera LE CERISEIER DONNE DES CERISESS

## PROCÉDURES

POUR NATHALIE :FRUIT  
CREERLARBRE :FRUIT  
REDIGERLAPHRASE  
FIN

POUR CREERLARBRE :FRUIT  
RELIE "ARBRE MOT SD :FRUIT "IER  
FIN

POUR REDIGERLAPHRASE  
(TAPE "LE :ARBRE [DONNE DES] :FRUIT)  
ECRIS "S  
FIN

\* \* \* \*

# INFORMATIQUE ET APPRENTISSAGE

## Un exemple de logiciel d'apprentissage dans l'optique du C.U.E.E.P. <sup>(88)</sup> : Gestion de formules numériques (G.F.N.)

*Brièvement résumées, voici diverses utilisations d'un même « logiciel ouvert ».*

### La stratégie pédagogique :

Depuis 1971, la stratégie pédagogique du C.U.E.E.P. est basée sur la mathématisation de situations présentées par des fiches, qui peuvent, comme certaines, être exploitées du niveau C.A.P. au niveau entrée en université pour introduire soit des outils numériques et graphiques, soit des outils algébriques (voir « Mathématiques pour la formation d'adultes », brochure A.P.M.E.P.-C.U.E.E.P., 1976, 189 pages). Ces choix pédagogiques ont naturellement conduit à la création de logiciels et à une utilisation de l'outil informatique qui illustreraient les remarques faites par la Commission Internationale de l'Enseignement des Mathématiques, et rappelées au chapitre 1, à propos de l'influence des ordinateurs sur l'enseignement des mathématiques.

### Le logiciel GFN :

Il tire une formule au hasard, mettant en jeu les 8 premiers nombres et les 4 opérations. A l'utilisateur, d'indiquer la suite des opérations à effectuer pour reconstruire la formule (une opération par instruction) ; l'ordinateur affiche, en regard de la formule-modèle affichée, celle qui correspond aux calculs demandés : il traduit un programme de calcul en formule algébrique.

Soit par exemple à reconstruire la formule

$$3 + 5 \times 2 + 7 (4 + 8) (1 + 6)$$

---

(88) le Centre Universitaire Économie Éducation Permanente de Lille est une Unité d'Enseignement et de Recherche de l'Université de Lille I, s'occupant principalement de formation d'adultes et de sciences de l'Éducation. Son activité s'articule autour de 3 postes en interaction continue : formation directe - recherche pédagogique - formation des formateurs.

Nous devons à J.-N. GERS, C. D'HALLUIN et D. POISSON un compte rendu détaillé sur des utilisations de 4 logiciels ouverts (POURCENTAGE, LOTERIE, GFN et CALCULETTE DE COURBES).

Voici les états successifs de l'écran au cours d'une série de frappes (parfois malheureuses):

$3 + 5 \times 2 + 7 \times (4 + 8(1 + 6))$ $3 + 5$ $A=3+5$ $B=$ POUR VALIDER ENTREE   POUR CORRIGER EFF	$3 + 5 \times 2 + 7 \times (4 + 8(1 + 6))$ $(3 + 5) \times 2$ $A=3+5$ $B=A \times 2$ $C=$ POUR VALIDER ENTREE   POUR CORRIGER EFF	$3 + 5 \times 2 + 7 \times (4 + 8(1 + 6))$ $5 \times 2$ $A=5 \times 2$ $B=$ POUR VALIDER ENTREE   POUR CORRIGER EFF
$3 + 5 \times 2$ $A=5 \times 2$ $B=3+A$ $C=$ POUR VALIDER ENTREE   POUR CORRIGER EFF	$3 + 5 \times 2 + 7$ $A=5 \times 2$ $B=3+A$ $C=B+7$ $D=$ POUR VALIDER ENTREE   POUR CORRIGER EFF	$(3 + 5 \times 2 + 7)(4 + 8)$ $A=5 \times 2$ $B=3+A$ $C=B+7$ $D=4+8$ $E=C \times D$ $F=$ POUR VALIDER ENTREE   POUR CORRIGER EFF
$3 + 5 \times 2$ $A=5 \times 2$ $B=3+A$ $C=$ POUR VALIDER ENTREE   POUR CORRIGER EFF	$7 \times (4 + 8(1 + 6))$ $A=5 \times 2$ $B=3+A$ $C=4+8$ $D=1+6$ $E=C \times D$ $F=7 \times E$ $G=$ POUR VALIDER ENTREE   POUR CORRIGER EFF	$3 + 5 \times 2 + 7 \times (4 + 8(1 + 6)) = 601$ $3 + 5 \times 2 + 7 \times (4 + 8(1 + 6)) = 601$ $A=5 \times 2$ $B=3+A$ $C=4+8$ $D=1+6$ $E=C \times D$ $F=7 \times E$ $G=B \times F$ CORRIGER EFF   CONTINUER C   DOSAGE D

La série de tâtonnements dont on vient de saisir la trace est caractéristique d'une exploration de la priorité opératoire de la multiplication sur l'addition. Le manipulateur est tombé dans tous les panneaux, mais a su déceler où est la faille dans son programme et faire le retour en arrière convenable.

### Utilisation dans un groupe d'insertion Jeunes 16-18 ans :

Malgré le style des exercices demandés et l'aspect formel de cette activité, une majorité de jeunes a travaillé pendant plus de deux heures, avec un intérêt soutenu, renouant ainsi avec la réussite dans un domaine lourd de souvenirs pénibles.

L'animateur attribue ce succès à la nature même du logiciel qui permet une démarche très voisine de l'approche LOGO en géométrie : on programme la tortue à sa guise et on regarde si elle exécute le dessin projeté... ou autre chose ; ici, le jeune se livre à un jeu de construction formel, à des manipulations de formules et assimile ainsi, à l'usage, les règles algébriques ; à la limite, il n'y a plus d'erreur.

### Utilisation en cours - TP en collège (Collège Anne Franck à Roubaix)

Aussi bien par classe entière qu'en accès individuel le soir après les cours, les élèves de tous niveaux (de la 6<sup>e</sup> à la 3<sup>e</sup>) ont manipulé ce logiciel.

L'enseignant dose les opérations suivant ses objectifs. Ainsi :

- en sixième, en excluant soustractions et divisions, on travaille la gestion des parenthèses et la priorité de la multiplication sur l'addition. En effet, les formules tirées au hasard, dans ces cas, sont du type :

$$5 + 6 + 8 \times 3 \times 2 + 1 + 4 + 7$$

$$\text{ou } 7 \times (4 + 3) + 1 \times (5 \times 6 + 8 \times 2);$$

- en cinquième, on peut exclure multiplications et divisions et travailler sur les relatifs ; on peut aussi chercher à simplifier la formule en utilisant le minimum de parenthèses et de signes :

$$1 + 2 + 7 + 8 - (6 + 3 + 4 - 5)$$

$$\text{ou } 8 + 1 - 4 - (3 - (7 - 5) - 2));$$

- en quatrième et troisième : on peut prendre toutes les formules, en dopant plus ou moins l'une d'entre elles.

Un cas de figure se présente assez fréquemment : l'élève a reconstruit la formule avec un changement d'architecture ; par exemple :

$$(8 + 7) \left( \frac{2}{5} - 4 \right) + 6 + 1 = -51$$

$$(8 + 7) \left( \frac{2}{3 \times 5} - 4 \right) + 6 + 1 = -51$$

A = B + 7	B = 3 × 5	C = 2 / B	D = C - 4
E = A × D	F = 6 + 1	G = E + F	
CORRIGER EFF	CONTINUER C	DOSAGE D	

$$\frac{2 + 6}{\frac{3}{4} \times \frac{7}{8 \times 5}}$$

$$\frac{(2 + 6) \times 7}{3 \times 4 \times 8 \times 5}$$

$$= 6.57143$$

$$= 6.57143$$

A = 2 + 6	B = A × 7	C = 3 × 4	D = 8 × 5
E = C × D	F = B / E	G = 1 / F	
CORRIGER EFF	CONTINUER C	DOSAGE D	

On renvoie l'interrogation suivante au groupe : « *les résultats numériques sont les mêmes, est-ce probant ?* », ce qui donne souvent lieu à débats, au cours desquels, pour peu que l'enseignant refuse de répondre à la question « *est-ce bon ?* », naissent spontanément des démonstrations.

### Utilisation en libre-service par des adultes préparant l'Examen Spécial d'Entrée en Université (E.S.E.U.)

Bien sûr, pour beaucoup, il s'agit de retrouver des techniques algébriques. Mais l'un d'entre eux, par exemple, a découvert l'apport de l'utilisation de ce logiciel GFN pour l'inversion de formules algébriques, perçant à jour et s'appropriant la fonction traduction du logiciel (traduction d'un programme de calcul en formule algébrique et inversement).

Soit à inverser la formule du volume de la zone sphérique.

$$V = \frac{1}{6} \pi H (3 a^2 + 3 b^2 + H^2); \quad a = ?$$

Le « réflexe GFN » consiste à nommer des parties de la formule — aussi compliquées soient-elles — où « *a* » ne figure pas et à les traiter globalement, comme dans le logiciel GFN.

On isole  $A = \frac{1}{6} \pi H$  et  $B = 3 b^2 + H^2$ .

On écrit un programme de calcul de *a* vers *V*.

$$C = a^2; \quad D = 3 \times C; \quad E = D + B; \quad V = A \times E.$$

On inverse le programme de calcul :

$$E = \frac{V}{A}; \quad D = E - B; \quad C = \frac{D}{3}; \quad a = \sqrt{C}.$$

On traduit le programme en formule :

$$a = \sqrt{\frac{1}{3} \left[ \frac{V}{A} - B \right]}$$

Et on obtient une formule inverse.

$$a = \sqrt{\frac{1}{3} \left[ \frac{V}{\frac{1}{6} \pi H} - (3b^2 + H^2) \right]}$$

**Bien d'autres utilisations** de ce même logiciel ont été expérimentées dont une exploitation pour l'initiation à l'informatique.

Un groupe d'adultes en entreprise, de niveau certificat d'études, a élaboré un programme de calcul d'avoir dans un plan d'épargne-logement, en s'inspirant de la démarche de décomposition des diverses étapes :

POURCENTAGE = TAUX/100

MULTIPLICATEUR = 1 + POURCENTAGE

COEFFICIENT = MULTIPLICATEUR  $\uparrow$  4

CAPITAL = DEPOT \* COEFFICIENT

INTERETACQUIS = CAPITAL - DEPOT

INTERETTOTAL = 2 \* INTERETACQUIS

AVOIR = INTERETTOTAL + CAPITAL

Il est certain que ce groupe aurait été complètement découragé s'il avait dû aborder la situation à partir d'un formulaire financier ; par contre, ils ont été très heureux d'admirer la formule algébrique construite par l'animateur à partir de leur programme.

**Remarque :** ce logiciel « Gestion de Formules Numériques » (GFN) est disponible :

- sur MO 5/TO 7/TO 70 (avec lecteur de disquettes) et sur nano-réseau LEANORD USTL : mis à disposition dans les régionales A.P.M.E.P. ;
- sur R2E en BASIC ;
- sur C.B.M. série 4000 avec lecteur de disquettes.

\* \* \* \*

## Imagiciels en collège

*Encore un exemple d'utilisation d'un seul micro-ordinateur dans une classe : l'imagiciel est, a priori, à la disposition du professeur et permet d'illustrer le cours d'une manière très dynamique, transformant le micro-ordinateur en « super-tableau » ; il réintroduit aussi, au niveau de l'image, le fait expérimental en mathématiques.*

*De septembre 1981 à mai 1983, une quinzaine d'imagiciels<sup>(89)</sup> couleur ont été élaborés à l'IREM de Paris VII, comme supports de cours collectifs de mathématiques, au niveau des classes de 4<sup>e</sup>-3<sup>e</sup> notamment, sur micro-ordinateur Goupil 2 ; ils ont été expérimentés au Collège Maurice d'Ocagne, Paris 14<sup>e</sup>, en 1983-1984.*

*Les lignes qui suivent sont dues à Rachel HEBENSTREIT, qui a mené cette expérimentation avec d'autres membres de l'équipe.*

## **Conditions générales d'expérimentation**

Le collège Maurice d'Ocagne n'a aucun équipement informatique, mais dispose d'un téléviseur-couleur grand écran (66 cm). Pour chacune des semaines d'expérimentation, on a dû transporter le Goupil 2 de l'IREM au collège.

Une salle de classe, située près d'une réserve blindée, a été dégagée pour ces périodes, et les cours n'ont pas eu lieu dans la salle habituelle de mathématiques.

## **Classes concernées :**

- trois classes de 3<sup>e</sup> (de 20 à 23 élèves, chacune), niveau hétérogène ;
- une classe de 4<sup>e</sup> de 23 élèves (de bon niveau).

## **Déroulement :**

Tous les cours ont été collectifs, mais variés en mode d'utilisation :

- renforcement d'une notion déjà introduite comme par exemple la transformation d'un triangle par symétrie-centrale (les élèves observent l'écran, dialoguent entre eux et avec le professeur, proposent des situations pour le point de symétrie, viennent commander eux-mêmes le micro-ordinateur, remarquent les relations entre les figures construites, retrouvent sur de nombreux exemples les propriétés de parallélisme et de conservation des distances) ;
- introduction de notions nouvelles comme par exemple la transformation d'un triangle ou d'un polygone par homothétie ;
- exercices de manipulations (avec puzzles et fiches) comme par exemple les symétries du carré et la composition de 2 symétries ;
- exercices écrits de calculs personnels, précédant l'affichage des résultats comme par exemple des calculs d'équations de droites ;
- explorations de la région du plan visualisée sur l'écran pour trouver l'ensemble des points possédant certaines propriétés comme par exemple des recherches de triangles ayant une base fixe et une aire, un périmètre donnés et dessiner soi-même ce qu'on a fait apparaître sur l'écran.

---

(89) Voir liste en annexe de ce compte rendu.



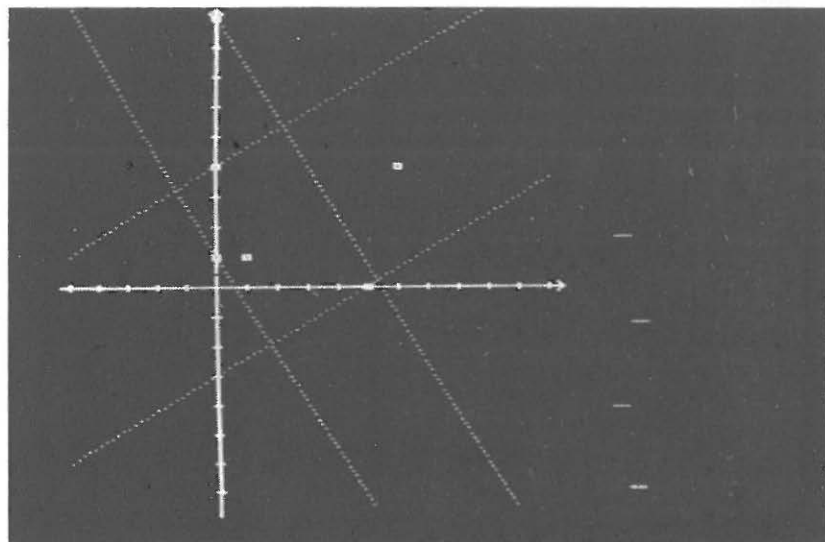
Rappelons que le Goupil est relié à deux sorties d'écran :

- le « moniteur », qui affiche textes et questions destinés au manipulateur ;
- la télévision couleur qui affiche principalement les images destinées au public d'élèves ;

Les élèves se sont généralement placés en demi-cercle devant les appareils, la lumière tamisée par des rideaux bistres leur permettant simultanément de voir à peu près correctement l'écran de télévision et d'écrire et dessiner eux-mêmes.

**Remarques :** il fallait expérimenter le plus grand nombre d'imagiciels, au mieux, profitant de la présence du matériel pour un temps très court. Ceci a entraîné, pour la première semaine surtout, un travail un peu superficiel, passant rapidement sur ce qui aurait pu et dû être approfondi, en prolongement de la visualisation de situations très riches, jamais dessinées habituellement pendant les cours.

Si le collège était équipé de façon permanente, alors les présentations d'images s'insèreraient normalement, à la demande, et alterneraient avec d'autres travaux mathématiques, d'exercices, de démonstrations, etc. L'utilisation des imagiciels serait alors beaucoup plus profitable et l'expérimentation fort différente !



### Ce qu'en pensent les élèves :

A la fin de la première séance, tous les élèves concernés ont été invités à donner par écrit les avantages et les inconvénients de ces types de cours, à faire des propositions ou suggestions.

Les remarques très pertinentes de l'ensemble des élèves peuvent se résumer ainsi :

- c'est passionnant et plus intéressant ; mais n'est-ce pas l'attrait de la nouveauté et du changement ? ;
- les dessins affichés sur l'écran sont obtenus rapidement, bien faits et nombreux à la demande. On peut donc explorer des situations très diverses ;
- heureusement, il faut travailler en même temps sur des fiches et dessiner schémas ou figures découvertes sur l'écran, car il est important et agréable de construire ses propres dessins avec son matériel de géométrie habituel (compas, équerre...) ;
- la visibilité n'est pas suffisante pour tous les élèves : un écran, c'est insuffisant pour une classe. Il en faudrait au moins deux, ou un grand écran.

Certaines couleurs se distinguent mal, le bleu foncé sur le noir par exemple.

- cette installation est provisoire, c'est dommage ! Quand serons-nous équipés de façon permanente ? ;
- plusieurs élèves proposent une alternance entre les cours « avec » et les cours « sans » imagiciels. Mais l'illustration de certains cours leur semble très efficace. On comprend « mieux », et ça donne des idées ! ;
- enfin, tout le monde suit et participe, les plus faibles comme les plus forts.

### ... Et le professeur qui a mené l'expérimentation :

L'intérêt pédagogique des cours « illustrés » par ordinateur est multiple :

- l'exploitation des images présentées n'est pas toujours immédiate : les élèves se souviennent, bien après, de certaines images visualisées dans les différents programmes, font des rapprochements à l'occasion de cours nouveaux et gardent en mémoire des images auxquelles ils font référence en d'autres occasions ;
- transformation des relations élèves-professeur et élèves entre eux : animation collective de la classe, stimulation des élèves les plus timides.

## IMAGICIELS 1<sup>er</sup> CYCLE

### I. Équations de droites

1. DROITE 1 : Équation d'une droite sous la forme  $y = ax + b$ .
2. DROITE 2 : Parallèles et perpendiculaires à une droite.
3. DROITE 3 : Équation d'une droite sous la forme  $ax + by + c = 0$ .

### II. Inéquations

4. INEQUA 1 : Résolution graphique d'une inéquation du premier degré à deux inconnues.
5. INEQUA 2 : Systèmes d'inéquations du premier degré à deux inconnues.

### III. Homothéties

- 6. HOMO 1 : Transformation d'un triangle par symétrie centrale.
- 7. HOMO 2 : Transformation d'un triangle par homothétie.
- 8. HOMO 3 : Transformation d'un polygone par homothétie.

### IV. Isométries

- 9. CARRÉ 1 : Symétrie du carré.
- 10. CARRÉ 2 : Composition de 2 symétries.
- 11. CARRÉ 3 : Composition d'une symétrie et d'une rotation ou l'inverse.
- 12. CARRÉ 4 : Groupe de symétries et des rotations du carré.

### V. Explorations

- 13. EXPLO 1 : Transformation d'une figure par symétrie axiale.
- 14. EXPLO 2 : Aire d'un triangle.  
Périmètre d'un triangle.

Une publication de « Rencontres Pédagogiques » (1983 n° 1), « Imagiciels », rend compte des différentes expérimentations d'imagiciels, élaborés par des enseignants de mathématiques, pendant les années 1980-1983, dans des groupes de recherches INRP-IREM-CNAM (CREEM). Diffusée par l'INRP, 29, rue d'Ulm, 75230 Paris Cedex 05.

\* \* \* \*

## Apport de l'ordinateur dans l'apprentissage des écritures multiplicatives au CE1 <sup>(90)</sup>

*Il s'agit de l'utilisation de deux logiciels lors de l'introduction des écritures multiplicatives au CE1.*

### Les idées directrices

- l'ordinateur permet de lier aisément représentations graphiques et calculs numériques ;
- l'ordinateur permet de mieux maîtriser la variable didactique temps ;
- l'ordinateur permet de proposer facilement un nombre important d'exemplaires isomorphes d'un même problème ;
- l'ordinateur permet à chaque élève d'avoir une action contrôlée, d'anticiper, de construire et de mettre en œuvre des stratégies de résolution basées sur cette action ;
- à tout moment l'élève peut lui demander des informations supplémentaires nécessaires à la production d'une réponse ;
- l'ordinateur peut être utilisé comme aide au dessin, au calcul ;
- l'ordinateur peut apporter des éléments graphiques et/ou numériques de validation.

Enfin un logiciel n'est qu'un outil supplémentaire se rajoutant à la panoplie des outils traditionnels du maître.

---

(90) D'après un compte rendu de Denis BUTLEN, Professeur d'École Normale à l'E.N. de Melun, dans le cadre d'une recherche effectuée à l'IREM de Paris VII.

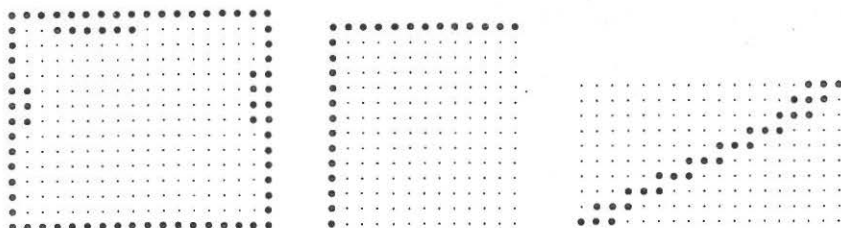
## Situation problème n° 1

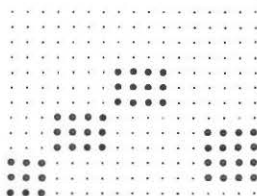
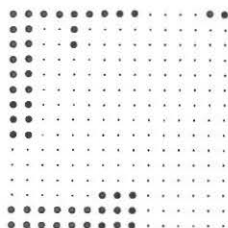
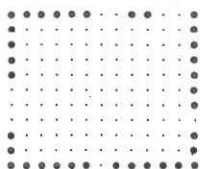
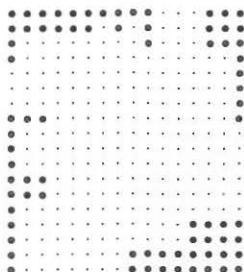
- Elle se découpe en quatre phases (dont trois utilisent l'ordinateur) :
  - apprentissage des commandes du logiciel permettant à l'élève d'afficher sur l'écran une grille rectangulaire de points ;
  - phase expérimentale proprement dite ;
  - séquence sans ordinateur afin « d'institutionnaliser »  $a \times b$  ;
  - passation d'un post-test une semaine après.
- Le logiciel propose des grilles de dimensions différentes (nombre de lignes et nombre de colonnes).  
L'affichage de ces grilles peut se faire ligne par ligne, ou colonne par colonne, ou globalement, à une vitesse plus ou moins grande.  
C'est l'élève qui décide du mode et de la vitesse d'affichage. Il a 25 secondes pour taper au clavier une écriture de son choix désignant le nombre de points de la grille.
- Les élèves étaient censés n'avoir jamais appris à l'école la multiplication. Ceux ayant une connaissance extra-scolaire de la multiplication adoptent très rapidement un dénombrement de type multiplicatif et/ou une écriture multiplicative ; les autres essaient avec plus ou moins de succès d'adapter leur type de dénombrement (un par un, additif...) à l'utilisation de commandes ralentissant la machine.
- La séquence sans ordinateur a permis de remettre en mémoire chez les élèves les stratégies de dénombrement mises en œuvre, de porter un jugement sur leur efficacité et de faire simuler avec du matériel traditionnel (grille sur papier). Ce n'est qu'après cette séquence que le maître a défini l'écriture multiplicative.
- Le post-test utilisait un logiciel similaire au précédent, avec affichage global.  
17 élèves sur 23 ont utilisé l'écriture multiplicative avec un fort pourcentage de réponses exactes.  
C'est donc positif... mais insuffisant : l'apprentissage de ce concept est long, et nécessite d'autres activités.

## Situation n° 2

C'est en fait un approfondissement de la situation précédente.  
L'objectif est de faire prendre conscience aux élèves qu'une grille est entièrement déterminée par la donnée du nombre de lignes et de colonnes.

Un logiciel propose sept grilles incomplètes.





Seuls les points • apparaissent à l'écran.

L'élève doit utiliser une écriture multiplicative pour désigner le nombre de points que peut contenir chaque grille.

L'élève peut faire apparaître des points en plus de ceux initialement inscrits à l'écran... avec un score final pour limiter cette possibilité.

En cas de réponse erronée, la grille complète s'affiche à l'écran et, en surimpression, une grille correspondant aux dimensions fournies par la réponse de l'élève.

Les résultats obtenus montrent :

- que les élèves ne réinvestissent pas immédiatement leurs connaissances ;
- que la possibilité de faire apparaître des points bien alignés élimine les difficultés manipulatoires que l'on rencontre chez certains avec du matériel usuel ;
- que les élèves utilisent bien la possibilité d'informations supplémentaires (affichage demandé de nouveaux points), mais que la compétition avec la machine les conduit à prendre des risques inutiles.

\* \* \* \*

## Approche de la proportionnalité en 6<sup>e</sup>

*Quand on ne veut pas cantonner l'appel à l'ordinateur dans la présentation programmée de parties du cours et l'exécution de contrôles systématiques, on peut rédiger quelques « petits logiciels » (sic) de simulation ou gestion des informations. Voici un compte rendu<sup>(91)</sup> d'une telle expérience : l'approche de la proportionnalité (simulation).*

### La démarche :

- l'élève est placé devant une situation qu'il doit décrire. Le plus souvent ces « situations » montrent une évolution et la description doit définir le chemin de cette évolution ;
- selon sa description, l'ordinateur repart des conditions initiales et suit le chemin indiqué. Il peut y avoir correspondance ou non avec la destination prévue ;
- dans le cas où la description de l'élève est correcte, on essaye de la simplifier afin d'arriver à une formulation plus courte ;
- dans le cas de la non correspondance, on guide l'élève vers le chemin recherché.

### Exemple : « trouver l'opérateur »

Le « jeu » consiste, au cours d'une première phase, en une « partie de tennis » au cours de laquelle l'élève propose des nombres et en reçoit en réponse.

Élève	Machine
5	8
8	11
1	4

Au bout d'un certain nombre d'échanges, l'élève doit fournir l'opérateur permettant de passer de la première suite à la seconde. L'opérateur est une suite de couples de la forme (opération, opérande).

L'opérateur fourni par l'élève, la machine repart des nombres initiaux, leur applique cet opérateur et arrive à des résultats qu'elle affiche afin que l'élève puisse les comparer avec ceux qui sont attendus.

Exemple : Opérateur + 3

$$\begin{aligned}5 + 3 &= 8 \\8 + 3 &= 11 \\1 + 3 &= 4\end{aligned}$$

$\cdot$  \*\* OK  
\*\* OK  
\*\* OK

(91) Par P. BERGEON. Collège quartier de la Planquette, 83130 La Garde.

Opérateur  $\boxed{\times 2 - 2}$

$$5 \times 2 - 2 = 8$$

\*\* OK

$$8 \times 2 - 2 = 16 - 2$$

\*\* erreur

On peut remarquer la décomposition des étapes dans le cas où le résultat obtenu est erroné.

En cas de réponse exacte, l'élève peut être amené à simplifier l'opérateur trouvé.

Exemple : Opérateur  $\boxed{\times 8 : 5}$

Plus simple ?  $\times 1.6$  OK

Opérateur  $\boxed{\times 2 : 3}$

Plus simple ?  $\times 0.666$  erreur

avec un exemple expliquant l'erreur

$$6 \times 2 : 3 = 12 : 3 = 4$$

$$6 \times 0.666 = 3.996 \text{ et non } 4$$

En cas d'erreur, l'élève peut soit recommencer seul, soit obtenir une aide (rappel des opérations élémentaires possibles, opérateur symétrique dans le cas d'un opérateur élémentaire, décomposition des opérateurs non élémentaires), soit obtenir la réponse à l'exercice.

La suite d'exercices proposée comporte des niveaux évolutifs et leur présentation est fonction des réponses précédentes.

Ces petits logiciels permettent de mettre l'élève en situation de recherche et les motivent grâce à leur forme de devinettes.

\* \* \* \*

## Calcul mental en 6<sup>e</sup> (92)

*Une classe de 6<sup>e</sup> de 26 élèves. Cette classe ne présente pas de problèmes particuliers. Sur le plan des résultats scolaires, on peut dire que seulement 2 ou 3 élèves ont de graves difficultés et que 15 d'entre eux ont de très bons résultats dans toutes les matières. D'autre part, en mathématiques, cette classe est dédoublée une heure par semaine, ce qui permet d'utiliser les ordinateurs dans de très bonnes conditions.*

### Conditions de l'expérimentation

Le programme utilisé était le programme de calcul mental MENTA. Chaque semaine depuis octobre, 10 minutes ont été consacrées au calcul

(92) Compte rendu d'une expérimentation menée par Bernard BONNE, Collège Léonard de Vinci, 186, rue Vittecoq, 76230 Bois-Guillaume, portant sur le logiciel MENTA, dont il est l'auteur ; ce logiciel est diffusé sur la 2<sup>e</sup> disquette d'Antenne 84.

mental avec les élèves : explication de la règle, exemples, puis série de 10 calculs par écrit. Ensuite, chaque élève passait devant une console et effectuait une deuxième série de 10 calculs, celle-ci ayant été étudiée la semaine précédente. Pendant ce temps, les élèves restants étaient occupés à d'autres tâches. Après deux à trois séances de flottement, le système était bien rodé : dès qu'une console est libre, un élève se déplace, effectue ses calculs, puis revient à sa place continuer son travail.

### Contenu du travail

J'avais prévu 6 séries « test » : multiplication par 5 et 50, par 9 et 11, par 4 et 8, par 0,5 et 0,25, par 10, 100 et 1 000 ; division par 10, 100 et 1 000 ; somme.

Ces 6 séries ont été effectuées au courant du 1<sup>er</sup> trimestre. Selon les résultats obtenus, j'ai ensuite préparé de nouvelles séries, en reprenant certains calculs qui avaient été peu ou mal compris. Le fait de pouvoir garder les résultats était d'une grande utilité, puisque je pouvais faire ainsi une analyse assez fine des difficultés rencontrées.

Enfin, au mois de mars, j'ai repris les 6 séries initiales pour essayer de faire un bilan des progrès (ou des échecs!).

### Évaluation

J'ai conscience que l'évaluation de ce travail ne peut être que très partielle et que les résultats n'ont pas une valeur très significative, l'expérience ayant été menée sur une seule classe, et avec de très bons élèves.

Cependant, je crois que l'on peut en tirer quelques enseignements :

- 1° Pendant l'heure concernée, l'ordinateur s'est trouvé « banalisé ». L'habitude a été prise de travailler avec lui et il fait maintenant partie des activités normales de travail.
- 2° Il n'y a pas eu de phénomène de lassitude. C'était un risque au départ de vouloir, toutes les semaines, faire travailler les mêmes élèves sur le même programme. Au contraire, ceux-ci effectuent leur travail toujours aussi consciencieusement, en essayant d'avoir le meilleur score possible.
- 3° En ce qui concerne les résultats chiffrés
  - entre le premier et le deuxième passage, pour la même série, à trois mois d'intervalle, on constate en moyenne un progrès de 15 %. Ce qui est assez remarquable, c'est que, si on a une certaine stabilité pour les exercices considérés comme faciles (par exemple la multiplication par 5 ou 0,5), par contre le progrès est spectaculaire pour des calculs « difficiles » (la multiplication par 0,25 passe de 38 % de réussite à 57 %, la multiplication d'un nombre de 3 chiffres par 11 passe de 26 % à 43 %) ;
  - on constate une meilleure mémorisation des chiffres. Les calculs à effectuer s'effaçant au bout de quelques secondes, beaucoup d'élèves par exemple, même s'ils connaissaient la règle, avaient



du mal à retenir des calculs tels que  $0,031512 \times 100$ . Pour ce type d'exercices, le pourcentage de réussite est passé de 57 à 85 ;

- au premier trimestre, les résultats par écrit sont meilleurs (+ 9 %) que ceux trouvés sur ordinateur, pour pratiquement tous les élèves (sauf 2). Ceci est probablement dû à un manque de familiarisation avec la machine. Au mois de mars, les résultats sont meilleurs à l'ordinateur (+ 5 %), mais avec de très fortes irrégularités : 9 élèves réussissent encore mieux à l'écrit, et certains d'entre eux (2 ou 3) sont manifestement gênés par le travail sur machine. Je crois qu'on peut donc en tirer une conclusion provisoire : les deux méthodes sont complémentaires, et le travail exclusivement sur machine peut s'avérer être un handicap pour certains élèves.

## Conclusion

Je pense que le bilan est finalement assez positif, et ceci pour deux raisons principales :

- les résultats obtenus sur imprimante m'ont permis de me rendre compte des difficultés, et ainsi de pouvoir préparer des exercices complémentaires adaptés à mes élèves ;
- les résultats globaux sur 6 mois font apparaître de très nets progrès.

Concernant ce deuxième point, on pourrait se dire qu'un travail écrit, sans l'aide de l'ordinateur, aurait eu le même effet. Cependant il n'est pas évident que, dans ce cas, l'attention des élèves aurait pu être aussi soutenue pendant une telle période.

\* \* \* \*

## Simulation... stimulation<sup>(93)</sup> ou initiation aux probabilités en terminale

*L'expérience, ici relatée, d'utilisation de micro-ordinateurs pour l'initiation aux probabilités dans une classe de terminale A5 a été reprise, deux ans plus tard, dans deux terminales D, mais avec un point de départ différent : familiariser les élèves avec la notion de phénomène aléatoire avant de parler de probabilités par simulation (tirages aléatoires dans une boîte, planche de GALTON, etc.) ; en effet, à la suite des changements de programmes, la notion de probabilités n'est plus abordée en classe de première ; à noter, en outre, que les conditions matérielles sont plus difficiles : malgré un dédoublement, 18 élèves travaillent sur 8 machines... pas toujours en état de marche !*

(93) Compte rendu d'André LAURENT (Marseille) ; l'expérience s'est déroulée en 1981 : étaient en vigueur les « anciens » programmes, et existaient les « anciennes » sections, A<sub>1</sub>, ..., A<sub>7</sub>.

## Point de départ

Les difficultés rencontrées en mathématiques par les élèves (et par les enseignants) dans les sections dites avec pudeur... « non scientifiques », ont déjà fait couler beaucoup d'encre, et découragé bien des bonnes volontés. C'est pourtant dans une de ces sections qu'a commencé l'aventure ! Il s'agit plus précisément d'une classe de terminale A5 (section littéraire avec trois langues vivantes) : douze filles ayant choisi l'option facultative de mathématiques, l'horaire hebdomadaire étant de deux heures. L'approche des probabilités se faisait alors par une méthode déductive, à partir d'une axiomatique parachutée : qu'on se souvienne du fameux triplet  $(\Omega, \mathcal{P}(\Omega), p)$  ! Cette approche paraissant inadaptée à des élèves ayant des difficultés en mathématiques, une méthode inductive, issue de l'expérimentation, fut essayée.

## Environnement

L'expérience s'est déroulée dans des conditions idéales : deux heures hebdomadaires, dans l'emploi du temps normal, avec douze élèves seulement pour huit micro-ordinateurs (Micral 8022) !

## Déroulement de l'expérience

Précisons d'abord que j'avais eu mes élèves l'année précédente en première, et que j'avais préparé l'expérience en leur donnant quelques notions de programmation. J'ai donc pu leur expliquer les programmes de simulation les plus simples, démythifiant ainsi le travail de l'ordinateur et donnant aux participants un rôle qui ne se limitait pas à celui d'un exécutant.

**La première partie** de l'expérience (deux mois environ) a été consacrée aux dénombrements. Le premier programme étudié donnait les anagrammes d'un mot (lettres toutes différentes). En passant de mots de 2 lettres à des mots de 3, 4, 5... lettres, les élèves ont essayé de comprendre comment on progressait d'un niveau  $n$  à un niveau  $n+1$ ... et c'est ainsi que la classe a vu la naissance (sans douleurs) de factorielle  $n$ . Le même processus a été utilisé pour dénombrer :

- les applications d'un ensemble fini ayant  $n$  éléments dans un ensemble fini ayant  $p$  éléments (par exemple : mots de  $p$  lettres prises dans un ensemble donné) ;
- les mêmes applications, mais cette fois injectives ;
- le nombre de sous-ensembles ayant  $p$  éléments d'un ensemble ayant  $n$  éléments.

Je n'évoquerai pas sans quelque nostalgie l'attitude enthousiaste des élèves (il s'agit, ne l'oublions pas, d'une section littéraire), leur participation active, leur curiosité, et surtout leur confiance retrouvée. J'ai pu me rendre compte que, dans ces activités où l'on ne faisait pas appel à leur « culture mathématique » (j'entends par là les connaissances héritées d'une bonne scolarité), ces élèves donnaient alors la preuve de leur maturité, de leur réflexion et de leur logique.

**La deuxième partie** de l'expérience a voulu être une familiarisation avec les probabilités. Sans vouloir donner ici de justification théorique, disons que j'ai cherché à rapprocher empiriquement la notion de probabilité de celle de fréquence relative d'apparition d'un phénomène. Les élèves constatent que, si cette fréquence relative varie très fortement au début, elle tend à se stabiliser si le nombre d'expériences devient suffisamment grand. On appellera probabilité la valeur autour de laquelle elle tend à se concentrer lorsqu'on répète l'expérience un grand nombre de fois... ce qui est facile avec un ordinateur !

Nous avons ainsi simulé  $n$  jets d'une pièce de monnaie, d'un dé, de deux dés... programmes simples, qui ont pu être réalisés avec le concours des élèves. Ensuite, et toujours de la même façon, nous avons simulé des loteries diverses, des formations de bureaux dans une association, des constitutions de clubs... pour terminer par l'inévitable loto ! Inutile de dire que les élèves ont trouvé cette approche des probabilités tout à fait naturelle, pour ne pas dire évidente. C'est à ce moment que la théorie nécessaire a été mise en place.

**La troisième partie** est radicalement différente : au lieu d'utiliser les ordinateurs pour induire une loi théorique, on s'en sert pour la vérifier.

Dans la pratique, nous avons systématiquement adopté la démarche suivante :

- choix d'un exercice (la plupart du temps extrait des annales) ;
- résolution théorique de cet exercice ;
- « vérification » expérimentale par simulation sur ordinateur.

Ainsi, après avoir aidé les élèves à comprendre, l'ordinateur, dans cette nouvelle étape, les rassure en confirmant leurs résultats, ou les interroge s'ils se sont trompés. A la suite d'un problème où deux solutions (dont une fausse) avaient été proposées, et où les tenants de chaque solution restaient sur leur position, j'ai pu assister à une attente passionnée des résultats de la simulation : c'est l'ordinateur qui, dans un premier temps, a tranché, donnant raison à un camp contre l'autre !

**La quatrième partie**, exactement dans le même esprit, étend le champ des problèmes aux probabilités conditionnelles, à la loi binômiale, et aux variables aléatoires. J'ai sélectionné sur une disquette 32 programmes étudiés en classe, avec un texte d'accompagnement en fichier-données<sup>(94)</sup>.

Un grand nombre de ces programmes sont simples pour ne pas dire simples : cette naïveté n'est pas fortuite car, comme je l'ai dit, j'ai voulu les rendre accessibles aux élèves lorsque cela était possible. C'est ainsi qu'en fin d'année, les élèves ont pu me faire la surprise d'un programme de simulation parfaitement constitué, sur un problème que j'avais proposé à la classe.

---

(94) Disponible à l'A.P.M.E.P. : voir le Bulletin N° 342 de février 1984, page 54.

### Problème :

Un restaurateur propose pour un menu :

- cinq entrées au choix : 2 à 3 F et 3 à 6 F ;
- quatre « plats du jour » : 2 à 12 F, 1 à 9 F, 1 à 15 F ;
- trois desserts : 2 à 3 F, 1 à 6 F.

(prix 1977 : Baccalauréat, série D, Poitiers).

Un client compose son menu en choisissant au hasard une entrée, un plat du jour et un dessert. Soit  $X$  la variable aléatoire définie par le coût d'un tel repas. Déterminer la loi de probabilité de  $X$ . Calculer le coût moyen d'un repas ainsi composé. (Réponse : 20,80).

```

1 * PROGRAMME NUMERO 30 : Baccalauréat, POITIERS 077
2 * *****
10 * ----- LECTURE DES DONNEES -----
20 TABLEAU TE(5):* Tableau des entrées
30 TE(1)+3:TE(2)+3:TE(3)+6:TE(4)+6:TE(5)+6:* PRIX DES ENTREES
40 TABLEAU TPJ(4):* TABLEAU DES PLATS DU JOUR
50 TPJ(1)+9:TPJ(2)+12:TPJ(3)+12:TPJ(4)+15:* PRIX DES PLATS DU JOUR
60 TABLEAU TD(3):* TABLEAU DES DESSERTS
70 TD(1)+3:TD(2)+3:TD(3)+6:* PRIX DES DESSERTS
80 AFFICHER(0,3/, 'NOMBRE DE MENUS : ',J, 'LIRE NH
85 AFFICHER(0,1,/, '*,',2/JNH,15
90 * -----
100 * ----- INITIALISATION DES COMPTEURS -----
110 TOT+0:* Totalisateur du prix des menus
120 TABLEAU MC(27):* MC(X) = nombre de menus à X francs
130 FAIRE 130 POUR I+1 JUSQUA 27:MC(I)+0
140 * -----
145 * ----- SIMULATION DES CHOIX -----
150 FAIRE 230 POUR I+1 JUSQUA NH
160 E=ENT(ALE(0)*5)+1:* Choix d'une entrée
170 PJ=ENT(ALE(0)*4)+1:* Choix d'un plat du jour
180 DES=ENT(ALE(0)*3)+1:* Choix d'un dessert
190 PM=TE(E)+TPJ(PJ)+TD(DES):* Prix d'un menu
200 TOT+TOT+PM
210 FAIRE 220 POUR J+15 PAS 3 JUSQUA 27
220 SI PM=J ALORS MC(J)+MC(J)+1
230 * FIN DE BLOQUE I
240 * ----- EDITION DES RESULTATS -----
250 AFFICHER(0,4X, 'X',3X, 'I')
255 FAIRE 255 POUR K+15 PAS 3 JUSQUA 27:AFFICHER(0,3X,U,3X, 'I')
260 AFFICHER(0,1,/, '*,',36
270 AFFICHER(0,1,/,9X, 'I')
280 FAIRE 290 POUR I+15 PAS 3 JUSQUA 27
290 AFFICHER(0,1,F6.0,3X, 'I')
300 AFFICHER(0,1,/,4X, 'P',3X, 'I')
310 FAIRE 320 POUR J+1 JUSQUA 5
320 AFFICHER(0,1,X,X, '-', 'X, 'I')
330 AFFICHER(0,1,/,9X, 'I')
340 FAIRE 350 POUR K+1 JUSQUA 5
350 AFFICHER(0,1,F6.0,3X, 'I')
360 AFFICHER(0,1,/,X, '-', '360
370 AFFICHER(0,3/, 'Prix moyen d'un repas : ',U,/,X, '+',3/JTOT/NH,21
380 TERMINER

```

### Exécution :

NOMBRE DE MENUS : 1000  
\*\*\*\*\*

X <sub>i</sub>	15	18	21	24	27
F <sub>i</sub>	74	246	390	247	43
	1000	1000	1000	1000	1000

Prix moyen d'un repas : 20,817  
\*\*\*\*\*

### Conclusion :

On peut s'interroger sur la crédibilité de cette expérience. Je n'ignore pas les différentes acceptions du concept de probabilité... mais mon but, modeste, était de susciter une sorte d'intuition probabiliste, une approche vécue. La méthode, objective, cherchait à convaincre et à donner confiance. Sans doute n'ai-je donné à mes élèves qu'une vision étroite et limitée des probabilités, mais au moins, avons-nous fait des mathématiques dans la joie, sans complexes particuliers, dans une de ces fameuses sections «non scientifiques».

# PLURIDISCIPLINARITÉ

## Une carte de la communauté économique européenne dans un lycée technique d'enseignement

*Le titre du projet<sup>(95)</sup> laisse bien penser que la place des mathématiques est réduite ; en effet, le but a été de réaliser une carte régionale de l'Europe destinée à mettre en évidence les disparités économiques, sociales et démographiques ainsi que les aides apportées par la C.E.E. aux régions les plus déshéritées.*

### Le projet :

Il s'agit, en fait, d'une succession de réalisations qui ont mobilisé, de 76-77 à 81-82, les élèves de 1<sup>re</sup> F<sub>2</sub> (électroniciens) principalement, (mais aussi ceux de TS (I) électronique et les mordus du club informatique), les professeurs d'histoire-géographie et d'électronique appliquée (mais aussi ceux de mathématiques, arts plastiques, anglais et allemand), le menuisier et le service d'intendance :

- 76-77 : carte de la C.E.E. (des 6) commandée par un lecteur de cartes perforées ;
- 77-79 : carte du monde avec le même type de commande ; puis, pour mettre en œuvre la technique du microprocesseur et pour tenir compte des nouvelles données économiques, politiques et sociales :
- 79-81 : carte de la C.E.E. (des 9, avec extension prévue à 12) commandée par un TRS 80 ;
- 81-82 : carte régionale de France, commandée par un LX500.

Les régions concernées par la question posée au système, qui apparaît en trois langues (français, anglais, allemand) sur un ou plusieurs écrans de télévision, sont simultanément visualisées sur la carte pendant 15 secondes par des lampes qui s'allument ; le micro-ordinateur, relié à la carte par l'intermédiaire d'un boîtier-interface, permet de mémoriser les questions, les données statistiques régionales et de commander, ou non, l'éclairage de chaque région.

Ce système, dans la réalisation duquel la part des élèves a été grande, a été présenté plusieurs fois : à Bruxelles par les élèves de 1<sup>re</sup> F<sub>2</sub>, à Paris dans les services de la C.E.E. (qui avaient financé en partie l'achat du micro-ordinateur) et au Grand Palais pour le concours des P.A.E., à Lille, à Bordeaux... chaque année, au lycée, lors de la journée portes ouvertes.

---

(95) D'après un compte rendu d'Alain REGNIER, professeur d'électronique, L.T.E. de Puteaux (Hauts-de-Seine).

Il peut, en effet, être utilisé de deux manières :

- pour animer une exposition : dans ce cas, il y a défilement continu de 40 questions sur l'écran ;
- pour illustrer une conférence : dans ce cas, le conférencier appelle, à partir du clavier et par l'intermédiaire de son code, une question à la convenance de l'auditoire.

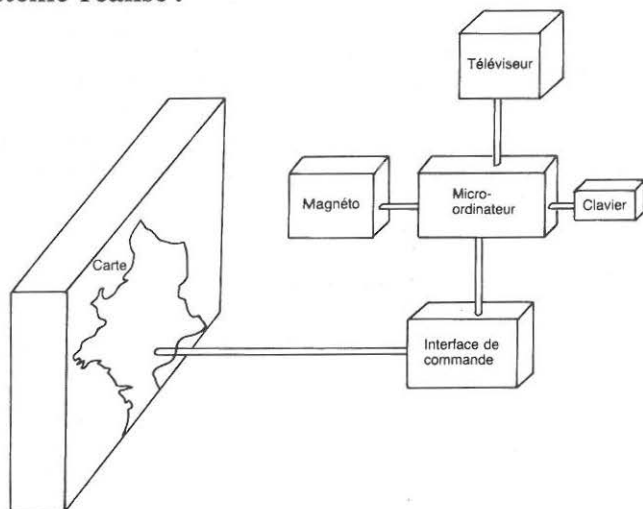
### Travail des élèves :

L'interface électronique a été fabriquée par les élèves de TS (I) et la programmation a mobilisé également des élèves du club informatique.

On peut dire que le travail des élèves de 1<sup>re</sup> F<sub>2</sub> a été :

- d'étudier et de faire un câblage électrique de la carte, avec le professeur d'électronique ;
- dessiner et peindre la carte, réalisée par le menuisier, avec le professeur d'arts plastiques ;
- rechercher dans les documents statistiques édités par la C.E.E., une liste de questions relatives aux problèmes régionaux européens, avec le professeur d'histoire-géographie ;
- calculer des statistiques avec le professeur de mathématiques ;
- élaborer des textes et des réponses en français, anglais et allemand, avec les professeurs d'histoire-géographie, anglais et allemand ;
- entrer des informations dans un fichier, stocké sur les disques magnétiques du micro-ordinateur, avec le professeur d'électronique ;
- élaborer un dossier d'accompagnement et frapper celui-ci sur les machines à écrire prêtées par l'intendance.

### Le système réalisé :



**Un exemple de questions posées :**

- régions ayant reçu une aide supérieure ou égale à 5 % des subventions accordées par le FEOGA pour 1976 ;
- régions which received aid amounting to 5 % or above of the subsidies granted by the EAGGF for 1976 ;
- gebiete die 5 % des 1976 von EAGFL gewährten subventionen oder mehr erhielten.

**Régions éclairées concernant ce texte :**

*IRELAND* : North-East  
East  
North-West  
Donegal  
South-West  
Middle-West  
South-East  
West

*ITALIE* : Emilia Romagna





## CHAPITRE 4

# Quelle(s) formation(s) ?

La réussite de l'introduction de l'informatique dans l'enseignement est très fortement liée, entre autres, à la formation des enseignants.

En France, depuis le début de l'« opération des 58 lycées » (1970), l'équipement des établissements a été accompagné d'un plan de formation des professeurs concernés dans les lycées et collèges.

Ce qui somme toute est assez cohérent... sur le papier. Pourtant, malgré le très gros effort financier accompli au niveau de la formation depuis maintenant 15 ans, on ne voit toujours pas d'impact significatif de l'introduction de l'informatique dans le cursus scolaire de la quasi majorité des élèves, dans l'organisation de l'enseignement, dans les horaires, dans les programmes, dans les examens.

Et le mouvement s'accélère brutalement par l'implantation massive de matériel dans les établissements, y compris maintenant les écoles, avec des financements directs des collectivités locales, des financements partagés état — région — département... et, en 1985, par le plan « Informatique pour tous ».

L'énorme problème de formation des enseignants, et en particulier des instituteurs, est plus que jamais posé.

## DANS CE CHAPITRE

### **Formation(s) continue(s) :**

- des formations souhaitables ;
- les formations actuellement proposées par l'Institution.

### **Formation(s) initiale(s) :**

- deux exemples.

### **Annexes :**

- réflexion sur une formation des professeurs du second degré à l'informatique pédagogique ;
- I.P.T. ou « Informatique pour tous ».

Le problème de la formation des enseignants, en vue de l'introduction de l'informatique dans l'enseignement ne date pas d'aujourd'hui, et les demandes n'ont guère changé. La preuve en est cette circulaire du 21 mai 1970, signée W. MERCOUROFF, parue au bulletin officiel de l'Éducation nationale du 28 mai 1970.

**Objet : stages de formation d'enseignants, en vue de l'introduction de l'informatique dans l'enseignement général des établissements du second degré.**

L'informatique est un phénomène qui est en train de bouleverser profondément les pays industrialisés et le monde moderne en général. La mise en place de banques de données, la création de réseaux de communication de l'information, la formulation de nombreux problèmes sans relations apparentes dans un langage unique commun, l'approche synthétique de questions complexes que permet l'informatique, en font un outil scientifique, technique et intellectuel unique.

L'enseignement secondaire tout entier et dès la classe de 4<sup>e</sup>, ne peut rester à l'écart de cette révolution. Il doit préparer au monde de demain dans lequel ceux qui ignoreront tout de l'informatique seront infirmes. Il doit apprendre la portée de cet outil, pour éviter les enthousiasmes excessifs et les septicismes étroits. Il doit profiter de la valeur formatrice de l'enseignement de l'informatique, de la rigueur et de la logique qu'elle impose. Il doit faire apparaître la portée économique du phénomène, et faire savoir ce que l'informatique peut apporter dans la vie professionnelle. Enfin, il doit préparer les consciences à affronter les responsabilités nouvelles créées par sa généralisation.

Un récent colloque de l'Organisation de coopération et de développement économique (O.C.D.E.) a mis l'accent sur l'importance, l'urgence et la portée de l'informatique dans l'enseignement secondaire général. Le ministère de l'Éducation Nationale souhaite répondre à ce besoin maintenant reconnu. Cette décision passe d'abord par la formation d'enseignants qualifiés. Cependant, pour garder à l'informatique sa vocation d'outil, il s'agit plus de former des enseignants capables de l'appliquer à leur discipline que des spécialistes limités à l'informatique elle-même. Pour se représenter le but recherché, il suffit d'imaginer que nous vivons quelque chose d'analogue à l'invention de l'imprimerie et qu'il s'agit d'en faire bénéficier toutes les activités humaines.

L'Éducation Nationale envisage d'organiser pendant l'année scolaire 1970-71 des formations en informatique destinées à des enseignants de l'enseignement secondaire, 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> cycles. Ces formations seraient de deux types : [formations légères et formations approfondies].

Ce texte, vieux de 15 ans, est toujours d'une actualité brûlante, signe que ces objectifs ne sont pas faciles à atteindre, ou que les moyens que le système éducatif s'est donnés ne sont pas adéquats, ou...

Une certitude s'impose de plus en plus : la formation de base de « l'honnête homme » que devrait être tout enseignant, qu'il soit instituteur ou professeur, ne peut plus, à l'heure actuelle, ignorer le phénomène informatique, les technologies nouvelles en général, et ses implications pédagogiques et sociales. Sauf cas particuliers (par exemple, enseignement de l'option informatique dans les lycées<sup>(97)</sup>), il

(97) Voir chapitre 1.

n'est pas non plus question pour un enseignant d'une discipline quelconque d'être un spécialiste informaticien.

C'est donc un juste milieu qu'il faut trouver entre une formation théorique, une formation pratique et une formation pédagogique, sans tomber dans une technicité confortable et sécurisante qui occulte souvent l'élève, en assurant toutefois un minimum de connaissances et d'ouvertures, pour que l'enseignant ne reste pas un esclave passif de l'ordinateur, des informaticiens ou des prophètes.

## LES FORMATIONS CONTINUES...

d'ailleurs, très souvent initiales en informatique...

### Des formations souhaitables :

Il n'est certes pas facile de définir exactement quelle est la formation idéale : l'informatique est tellement vaste et les utilisations tellement diverses suivant les niveaux d'enseignement... ou les motivations personnelles !

Ainsi, dans les **formations dites « légères »**, de 50 à 100 heures, qui se déroulent dans les établissements équipés (lycées, L.E.P., collèges) et maintenant dans la plupart des écoles normales, ne faudrait-il pas dans un premier temps une formation un peu globale puis, dans un second temps, cibler un peu mieux les contenus, les objectifs et les publics ?

Bien sûr mettre en place de telles formations n'est pas toujours simple mais on pourrait cependant, et à tous les niveaux, définir trois types de stages :

- **une simple sensibilisation** (2 jours) : un peu de tout, c'est-à-dire un survol (non écouté passivement, mais à partir de manipulations en ateliers) de démarches informatiques, d'algorithmique, de télématique, de visionnement de didacticiels... ;
- **une sensibilisation approfondie...** ou formation légère couvrant :
  - éveil social : connaissance des multiples aspects de l'informatique et de la télématique dans, et hors, l'école : C.A.O. (Conception Assistée par Ordinateur), robotique, traitement de texte, banques de données... (manipulations ; visites) ;
  - éveil technologique : structure d'un ordinateur ; transmission de l'information ; principes de fonctionnement de la télématique, etc. ;
  - éveil « logistique » : algorithmique ; lisibilité, segmentation, procédures ; modification des fichiers ; LOGO ; information sur les langages-auteur ;



## UN MODULE DE SENSIBILISATION A L'INFORMATIQUE

Le C.A.T.E.N.<sup>(a)</sup> a réalisé un module de sensibilisation à l'informatique qu'il met à la disposition de tous publics demandeurs d'une première information sur les utilisations possibles de l'informatique et de la télématique à des fins de formation et d'information.

### Les objectifs visés

- Donner une idée de ce qu'est « la démarche informatique ».
- Donner le minimum d'informations de base permettant une lecture de documents publics et des prospectus commerciaux relatifs à la micro-informatique et à la télématique.
- Donner les éléments de base permettant de formuler avec plus d'à-propos une demande de formation plus étendue à l'informatique.
- Donner des points de repère sur l'intégration éventuelle de l'informatique à un projet pédagogique.
- Mettre en œuvre des matériels informatiques et faire pratiquer divers logiciels en vue d'une exploration ultérieure autonome.

### Les modalités de fonctionnement :

- Un « accompagnateur », qui n'est pas une personne-ressource en informatique, est présent pour organiser les séances de travail pour chaque groupe de 16 personnes et installer le matériel.
- A la disposition de ces groupes de 16 personnes :
  - du matériel (1 micro-ordinateur Micral de la gamme lycées ou Léanord ou Logabax; 1 micro-ordinateur TO7 et son téléviseur; 1 terminal Minitel; 1 magnétoscope VHS et son téléviseur);
  - des bandes vidéo (pour certains ateliers);
  - des documents écrits (pour le travail en groupe, et pour un approfondissement personnel);
  - des logiciels de démonstration (variables suivant le public: enseignement, jeux, simulations, gestion de fichiers).
- Ces personnes sont invitées, en 12 heures, à travailler soit en groupe général (démarche informatique et ordinateur — dont jeu de rôle —, débat sur informatique et société), soit en quatre ateliers de quatre personnes où chacun approche le matériel: fonctionnement d'un ordinateur et langage, diverses formes d'E.A.O., télématique, approche Logo.

a) C.A.T.E.N.: Centre d'Etudes, de Recherches et d'Applications des Technologies Nouvelles pour la formation et l'information; implanté dans les locaux du Centre National d'Enseignement par Correspondance (C.N.E.C.), 7, rue du Clos Courtel, 35050 Rennes Cedex.

- éveil et apprentissage : didacticiels existants (étude et évaluation) ; appropriation de concepts ;
- **des modules plus spécifiques**, liés à une expérimentation (50 h) ; par exemple :
  - programmation (avec produit final) ;
  - base de données (avec arborescence finale) ;
  - langages-auteur ;
  - éveil à la programmation (pour l'école élémentaire) ;
  - articulation discipline — informatique ;
  - organisation nouvelle dans l'établissement ;
  - l'ordinateur dans une classe unique ;
  - évaluation de logiciels.

Un tel type de formation peut s'adresser à tout enseignant de l'école élémentaire au lycée (avec quelques variantes suivant les publics) ; il permet de ne pas s'enfermer dès le départ dans une option qui serait perçue comme la seule, et d'avoir ensuite, la possibilité, en connaissance de cause, de choisir (ou de proposer) des formations modulaires en fonction de ses goûts.

A propos de la **formation des formateurs** (dite parfois formation approfondie) assurée en un an dans des centres implantés en milieu universitaire<sup>(98)</sup>, une place non négligeable devrait être faite aux techniques d'animation de groupes d'adultes, de transmission du savoir qui sortent un peu des schémas scolaires classiques.

Par ailleurs, il serait important qu'en fin de cette année de stage, les formateurs aient une vue aussi claire que possible des multiples aspects et potentialités actuelles et futures des technologies nouvelles, informatique et télématique, robotique, conception assistée par ordinateur, traitement de texte, banques de données, vidéodisque,...

Cette ouverture sur l'environnement actuel et futur donnerait aux formateurs une bonne motivation à modifier les contenus des stages qu'ils auront à encadrer par la suite.

Car on est souvent frappé par la disproportion qui peut exister entre l'énergie dépensée par les formateurs dans les établissements et les activités pédagogiques qui subsistent quelques mois après !

---

(98) En 1984-1985, comme en 1983-1984, environ 500 personnels de l'Éducation Nationale ont suivi une formation d'un an dans une vingtaine de centres universitaires ; ces personnes, au terme de leur stage, ont normalement pour tâche de former les enseignants à l'utilisation de l'informatique dans les établissements équipés (toutes disciplines, et enseignements professionnels) ; elles doivent aussi « être capables de mener une réflexion [...] conduisant à la conception de logiciels [...], enseigner l'informatique dans les classes où cette option est créée, contribuer aux expérimentations... ». Voir p. 149.

## Les formations continues proposées par l'Institution :

Dès le début de l'introduction de l'informatique dans l'enseignement (cf. circulaire de mai 1970 citée plus haut), deux types de formation ont été mis en place :

- une formation « approfondie », en vue de « *former dans l'Éducation Nationale un ensemble de compétences* » ;
- une formation parfois dite légère, parfois dite de « 4 fois 3 jours » ou « de 100 heures » en vue de « *former les enseignants à l'informatique dans les établissements équipés (lycées, L.E.P. et collèges)* ».

Ce système, en 1984-1985 est toujours en vigueur. Des directives générales sont énoncées par le ministère et des moyens débloqués, mais la désignation des cinq cents stagiaires annuels se fait au niveau rectoral<sup>(99)</sup> ; l'encadrement de ces stages est assuré par des universitaires et des enseignants du Second degré. Quant aux actions de « formation légère », qui ont touché en 1983-1984 vingt mille enseignants (autant que de 1981 à 1983), elles sont organisées au niveau de chaque académie, en principe par la Mission Académique de Formation des Personnels de l'Éducation Nationale (M.A.F.P.E.N.) ; tout un chacun peut en prendre connaissance dans les Plans Académiques de Formation (P.A.F.). Les données risquent de changer avec le plan « Informatique pour tous ».

En dehors de ces deux formations institutionnelles existent quelques formations plus spécifiques (pour l'enseignement du B.T.S d'informatique), et une multitude de formations — sensibilisations — initiations... organisées par les Instituts de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques (I.R.E.M.), les Centres Régionaux de Documentation Pédagogique (C.R.D.P.), des écoles ou universités d'été ou d'automne, des clubs variés, les centres X2000, les émissions télévisées,...

### LISEZ LE B.O.E.N.

Dans le Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale paraît chaque année (vers février) la liste officielle des universités d'été avec tous les renseignements voulus sur chacune d'elle, le public concerné, le recrutement, etc. Il paraît également le programme des actions de formation continue d'initiative nationale des différentes directions pédagogiques ministérielles (exemple : numéro spécial 3 du 26.07.84 pour l'année 1984-1985).

(99) Il existe en principe, dans chaque rectorat, un *délégué aux technologies nouvelles*.



## LES CENTRES DE FORMATION APPROFONDIE

- En principe un tel centre devrait être mis en place dans chaque académie.
- En général une vingtaine de stagiaires par centre, à temps complet, pendant une année scolaire <sup>(a)</sup>.
- La responsabilité de chaque centre est donnée à une université; l'encadrement est assuré par des universitaires et des formateurs du secondaire.

- Il existe un cadre national définissant les objectifs et les enseignements à assurer, mais ce cadre est davantage indicatif qu'impératif.

Il y a en effet d'assez grandes disparités suivant les centres:

- dans l'encadrement (répartition des tâches entre universitaires et formateurs du secondaire);
- dans les contenus suivant la spécialisation des différents « encadreurs »;
- dans la finalité même de la formation: formation de formateurs? animateurs? professeurs de l'option informatique?...

Donc pas de réelle unité malgré des réunions des chefs de centre et des formateurs à l'initiative du D.A.P.E.D. <sup>(b)</sup> (Département des Actions Pédagogiques en Développement, Direction des lycées).

- Dans la grande majorité des centres, l'aspect didactique et pédagogique passe au second plan, la formation étant plus axée sur l'informatique générale, l'algorithmique, les langages et les structures, ce qui fait qu'à la sortie de ces stages les nouveaux formateurs se considèrent davantage « informaticiens » qu'enseignants.
- Un projet est demandé à chaque stagiaire, projet qu'il doit soutenir en fin d'année.
- Indépendamment des besoins en formation dans les écoles, collèges et lycées il y a un besoin important de « formés lourds » au niveau des S.T.I. (Sciences et Techniques Industrielles). Or très peu de centres sont capables d'assurer cette formation actuellement.

a) A signaler que, pour l'année 1985-1986, certains centres proposent uniquement des stages de 3 mois avec, à la sortie, le titre d'« animateur des applications pédagogiques de l'informatique » ou de « professeur-formateur en informatique pédagogique » suivant les pré-requis et les contenus.

b) Le DAPED a été supprimé en 1984-85.

Bref, les formations existent et se multiplient à travers le pays, dans les établissements, à tous les niveaux de l'enseignement... et chacun devrait pouvoir, au risque d'être désécurisé — parfois dépassé — par ces nouveaux outils, trouver la piste de la formation qui lui convient, ou du moins trouver la première étape de cette formation.

Chacun devrait aussi accepter, — et demander ! — que l'accent ne soit pas exclusivement mis, comme c'est encore trop souvent le cas, que ce soit en formation de formateur ou en formation plus légère, sur l'informatique elle-même, le matériel, les langages, les algorithmes, en délaissant l'aspect pédagogique. C'est une attitude sécurisante pour tout le monde, encadreurs et encadrés, mais elle ne règle pas les contenus des activités pédagogiques, à support informatique, dans les classes ! Certains centres universitaires<sup>(100)</sup>, d'ailleurs, ont compris qu'à côté d'une formation essentiellement technique il était nécessaire de prendre en compte le domaine didactico-pédagogique... au risque d'ailleurs de déplaire fortement à certains stagiaires venus là pour se repaître d'algorithmes et de langages divers.

**Un exemple de formation continue d'instituteurs** qui pourrait être un exemple de formation continue « légère » de tout enseignant, avec quelques variantes.

Pour l'année 1984-1985, cinq stages de deux semaines ont été mis en place à l'école normale de Rennes pour la formation continue des instituteurs. Ces stages de formation légère s'adressent à des instituteurs déjà sensibilisés (approche personnelle, ou sensibilisation au Centre Régional de Documentation Pédagogique, ou suivi du « module de sensibilisation » mis au point par le C.A.T.E.N. (déjà cité).

Pour chacun de ces stages, les objectifs ont été :

- donner un aperçu des différentes utilisations de l'informatique dans l'école et hors de l'école ;
- rendre l'instituteur capable d'utiliser les multiples possibilités de la télématique (bases de données arborescentes, accèss par mots clés...) ;
- rendre l'instituteur capable d'analyser et d'évaluer un didacticiel déjà construit ;
- rendre l'instituteur capable de mettre au point et d'animer une « séquence pédagogique Logo » ;
- rendre l'instituteur capable de réaliser un projet d'ordre graphique ;
- donner un aperçu du fonctionnement interne de la machine.

De plus un stage de spécialisation est prévu (2 semaines), stage LOGO débouchant sur la formulation d'un projet d'utilisation dans la classe.

---

(100) Voir annexe à ce chapitre.

## LA FORMATION DES INSTITUTEURS

Elle passe par les écoles normales et dépend énormément des inspections académiques qui gèrent le personnel enseignant dans les écoles.

Il y a donc une grande diversité suivant les départements.

La direction des écoles a fortement hiérarchisé cette formation en formant des équipes (une école normale par académie) à l'université de Paris VI, pendant 6 semaines, ces équipes formant ensuite les professeurs des autres écoles normales, chargés ensuite de former les instituteurs...

Alors qu'un professeur «de base» de collège, de L.E.P., de lycée peut devenir formateur après un an dans un centre universitaire, il semble bien que jusqu'en 1985, et à de rares exceptions près, un instituteur ne puisse recevoir une telle formation réservée aux professeurs d'écoles normales ou aux Conseillers pédagogiques auprès des écoles normales.

Et pourtant il est très important que l'introduction de l'informatique dans les écoles soit une réussite, car c'est là que se décide très souvent l'avenir des enfants et c'est là que l'enseignant a toute la souplesse voulue dans sa classe pour utiliser le matériel dans le cadre d'un éveil à l'informatique.

Il faut noter que la Direction des écoles recommandait que priorité soit donnée aux instituteurs de CM dans les stages d'initiation à l'informatique organisés pendant les vacances de printemps et d'été 1985, dans le cadre du plan «Informatique pour tous»!

## À L'AGRÉGATION DE MATHÉMATIQUES

Paru au B.O. n° 24: le programme et l'organisation de l'agrégation de mathématiques session 1985 (note du 7 juin 1984).

Dans ce programme, celui de l'option: «Mathématiques de l'Informatique».

Les pré-requis:

1. on suppose connues les notions générales de structure et de fonctionnement des ordinateurs;
2. on supposera de la part des candidats une connaissance de base de la programmation et du langage PASCAL...

Suit le programme de cette composition, avec les techniques de base, l'algorithmique, les langages, la calculabilité, sans oublier sémantique et logique.

## LES FORMATIONS INITIALES

Actuellement, une partie des nouveaux enseignants, qu'ils soient instituteurs ou professeurs, arrive dans la vie professionnelle en ayant eu un contact plus ou moins significatif avec l'informatique.

L'équipement progressif des écoles normales, des centres de formation P.E.G.C., des Centres Pédagogiques Régionaux (C.P.R.), des Écoles Normales Nationales d'Apprentissage (E.N.N.A.),... en matériel de micro-informatique, permettra de développer les formations initiales soit sous forme d'unités de formation avec examen, soit sous forme de stages contenus dans cette formation. De plus en plus d'étudiants, dans les disciplines scientifiques surtout, qui se destinent à l'enseignement sortent maintenant de l'université après un contact significatif avec l'informatique, soit au niveau du DEUG, soit au niveau maîtrise; une nouvelle option est proposée à compter de 1985 à l'agrégation: « mathématiques de l'informatique ».

La variété des formations dispensées, dépendant d'ailleurs principalement de la variété des encadreurs de ces formations, ne permet pas de donner une vue précise de ce que recouvre une formation initiale, tant dans ses contenus que dans sa durée. Et il est encore trop tôt pour tirer un bilan de ces formations initiales qui se mettent en place petit à petit, un peu partout, de la maternelle à l'université... Il y a une distance importante entre l'apprentissage systématisé de l'algorithmique et/ou du L.S.E. ou d'un autre langage particulier « en soi » et la formation-réflexion pédagogique sur la constitution et l'utilisation des bases de données ou la mise au point d'une séquence-élèves avec évaluation...

### Deux exemples :

Pris dans cette grande variété de formations initiales, voici deux exemples, non nécessairement significatifs :

- à l'école normale de Versailles, avec des extraits d'un premier bilan (Jeanne BOLON et Yves CLAVIER);
- au Centre Pédagogique Régional de Rennes, avec un programme de formation de quatre fois deux jours (Jacques CARPENTIER et Marie-Cécile JOLIFFE).

### A l'école normale de Versailles (année 1983-1984).

Dans le cadre du Diplôme d'Enseignement Universitaire Général Enseignement du Premier Degré (dit D.E.U.G. Instituteurs), — piloté par des universitaires —, avec pour but de donner l'occasion de creuser un domaine et de consolider des méthodes de travail intellectuel, il a été

proposé aux normaliens un enseignement «informatique» d'une centaine d'heures.

### • Les intentions

Montrer l'utilisation de deux langages différents, LOGO et L.S.E. Pourquoi ce choix ? LOGO, parce que des expérimentations ont montré que des élèves de CM avaient facilement accès à ce langage, que l'utilisation de la tortue graphique provoquait des apprentissages intéressants en géométrie, que la structuration des problèmes pouvait être introduite progressivement ; L.S.E. pour donner aux normaliens les moyens d'adapter les logiciels existants avec l'avantage, précieux pour les débutants, du contrôle syntaxique des lignes de programme et de la structuration des programmes (procédures).

Initialement prévue de durées identiques (50 heures LOGO puis 50 heures L.S.E.) la répartition a été bousculée par suite de non livraison du LOGO TO 7 et finalement ont été «programmées» 70 heures de L.S.E puis 30 heures de LOGO.

### • L'apprentissage du L.S.E.

Deux périodes y ont été consacrées :

1. Deux groupes travaillant chacun deux après-midi (1 h de cours ou recherche papier-crayon, 2 h machine), deux heures de libre-service en plus.

Évaluation comptant pour l'attribution du D.E.U.G. enseignement du 1<sup>er</sup> degré :

- dossier complet de programmation (50 % de la note finale) ;
  - épreuve individuelle écrite, en temps limité, avec documents (50 % de la note finale).
2. Mise au point d'un projet personnalisé (difficile à évaluer) avec explication de l'algorithme.

### • En LOGO :

Initialement il était prévu un travail plus proche de l'environnement scolaire. Mais la livraison tardive de LOGO a fait que le déroulement de cette période a été semblable à celle sur L.S.E : cours, recherche crayon-papier, libre-service.

Comme pour L.S.E., l'évaluation a consisté en un dossier de programmation et une épreuve individuelle écrite en temps limité avec documents.

### • Un premier bilan

Les normaliens ont probablement appris en cette petite centaine d'heures à brancher un appareil, mettre une disquette, faire quelques tests pour vérifier si un programme «tourne». Ils ont eu l'occasion de prendre conscience que les algorithmes de résolution étaient rarement uniques et que les avantages d'un langage pouvaient être différents de ceux d'un autre.

Les épreuves individuelles ont sans doute fait la part trop belle aux mathématiques, mais ceci était dû aux formateurs mathématiciens d'origine et devrait changer avec leur diversification.

L'apport géométrique de LOGO n'est pas à négliger, tant est faible la culture des bacheliers en ce domaine.

Il a manqué d'examiner les répercussions possibles de l'informatique à l'école élémentaire, d'étudier des didacticiels existants, de conduire des séquences de classe en utilisant l'informatique.

Ceci ne pourra avoir lieu qu'à deux conditions :

- modifier l'équilibre des 100 heures, en consacrant une partie non négligeable à cette partie pédagogique ;
- disposer d'un réseau d'instituteurs utilisateurs d'informatique dans le cadre de leur enseignement<sup>(101)</sup>.

### **Au Centre Pédagogique Régional (C.P.R.) de Rennes**

(année 1983-1984)

Il a été proposé une « formation » de quatre fois deux jours.

**Objectif général :** donner aux futurs professeurs une ouverture suffisamment large sur l'environnement informatique en les sensibilisant à l'utilisation des technologies nouvelles dans le contexte scolaire et extra-scolaire.

#### **Contenu :**

- Module de sensibilisation du CATEN<sup>(102)</sup> ;
- Enseignement Assisté par Ordinateur :
  - utilisation de l'E.A.O. par les professeurs avec acquisition d'un savoir-faire élémentaire ;
  - regard sur l'utilisation de l'E.A.O. par les élèves dans une classe ;
  - analyse d'un problème simple en vue de sa programmation sur machine (problème-algorithme-programmation dans un langage-exécution) ;
- Principe général de fonctionnement d'une base de données à partir de l'utilisation d'un projecteur de diapositives piloté par un micro-ordinateur ;
- Visite d'un service hors Éducation nationale (Crédit Agricole) ;
- Mise en œuvre d'un projet collectif ;
- Évaluation.

#### **Bilan de cette mini-formation**

Le regroupement des stagiaires du C.P.R., toutes disciplines confondues, a été un élément moteur de la réussite de ce stage.

---

(101) Ce réseau est actuellement en voie de constitution à la suite de stages concentrés sur des circonscriptions particulières.

(102) Voir encadré page 146.

Ces « quatre fois deux jours » ont permis de sensibiliser les stagiaires à quelques problèmes posés par l'introduction de l'ordinateur dans l'enseignement et à l'utilisation des technologies nouvelles dans le domaine extra scolaire.

C'était l'objectif initial et ce tour d'horizon, rapide mais assez complet, a été pédagogiquement plus enrichissant qu'une simple initiation à BASIC ou LSE ; le module de sensibilisation du CATEN (2 jours) a dès le départ permis cette variété.

Cette variété a été confortée ensuite :

- par quelques savoir-faire sur le transfert des informations entre disquette et unité centrale (stockage, rappel, modifications, suppressions, renommage...);
- par l'observation d'élèves de collège sur une séquence LOGO et quelques logiciels ;
- par l'analyse d'un problème à partir du document élaboré par une équipe de l'IREM de Paris-Nord ;
- par la présentation et le fonctionnement d'une base de données. (ARGUS), par arborescence, mots clés ou mixte.

La visite du service régional du Crédit Agricole de Rennes a ouvert le stage vers l'extérieur avec des bandes vidéo suivies de discussions fructueuses sur les DAB (distributeurs automatiques de billets), l'évolution des cartes à mémoire, la place de plus en plus importante de l'ordinateur et des terminaux, les nouveaux services informatiques et télématiques.

Un point négatif : faute de temps (8 jours c'est quand même un peu court !), le projet initial d'élaborer en commun un scénario pédagogique avec diapositives piloté par micro-ordinateur n'a pu se réaliser.

Enfin il faut signaler que la présence de deux animateurs a grandement facilité les contacts avec les stagiaires, avec interventions plus rapides et personnalisées auprès des groupes « en difficulté ».

## **Annexe 1 :**

### **RÉFLEXION SUR UNE FORMATION DES PROFESSEURS DU SECOND DEGRÉ A L'INFORMATIQUE PÉDAGOGIQUE**

*Extraits d'un texte élaboré par Alain DUREY et Charles de MARGERIE,  
École Normale Supérieure de Saint-Cloud, à partir du travail collectif des  
enseignants du stage « lourd » de l'année 1982/1983 au C.R.A.I.P. de Saint-Cloud.*

**Il s'agit de répondre à la question centrale suivante :**

Quelle(s) compétence(s) doit-on faire acquérir ou maîtriser à de futurs formateurs en informatique appliquée au champ éducatif ?

**Cette question en amène une deuxième :**

Quelle(s) compétence(s) ces formateurs doivent-ils faire acquérir ou maîtriser à leurs collègues restés enseignants ?

**Une première hypothèse de travail est :**

Au service de la pédagogie le rôle de l'ordinateur ne se ramène pas à celui, étriqué, qui lui a été dévolu historiquement, comme par héritage naturel, par les théories de l'enseignement programmé (cf. SKINNER, CROWDER et les autres).

**Puis vient une deuxième (conséquence de la première ?)**

Ne pas confondre l'enseignement de l'informatique et la formation à l'informatique pédagogique.

### **Comment définir l'informatique pédagogique ?**

Ce sont tous les types d'utilisation auxquels l'ordinateur peut se prêter dans une situation pédagogique. Ainsi il peut être, tour à tour, outil central, outil auxiliaire, mémoire, machine à programmer, machine à enseigner, organe de commande, etc.

C'est aussi un instrument de laboratoire, un objet pour « penser avec », un outil de gestion, un pilote multi-média... et non uniquement une machine à tester, à contrôler, à répéter, rôle quasiment dominant jusqu'à ce jour.

Les tenants de l'informatique pédagogique, ce sont les présupposés, les hypothèses, les méthodes, les théories qui la fondent (conceptions behavioristes, psychologie cognitive de PIAGET pour LOGO, notions de modèles, de simulation, d'interactivité...).

Ce sont aussi les objets dont on dispose : langages évolués, langages-auteur, interfaces...

Les aboutissants, ce sont les possibilités de connaître, de maîtriser divers types de réalisations concrètes, afin d'en évaluer l'utilité et l'efficacité.



Une formation à l'informatique pédagogique... doit reposer sur le tryptique méthodologique : connaître, apprécier, agir  
à quoi correspond le tryptique d'objectifs : utilisateur, auteur, formateur  
qui peuvent constituer chacun un point final d'une formation à l'informatique pédagogique.

*L'utilisateur* : comme tout autre support d'enseignement un didacticiel est un objet pédagogique qui ne saurait échapper à une évaluation, et l'utilisateur doit y être préparé.

*Le formateur* : il doit posséder une grande compétence dans un large domaine pédagogique :

- savoir enseigner l'informatique pédagogique et développer les capacités du futur utilisateur ;
- savoir initier à la « science informatique » et maîtriser la didactique spécifique de cette seconde discipline ;
- être rôdé aux méthodes de formation des adultes... et en particulier des adultes enseignants.

*L'auteur* : être auteur de didacticiels, c'est d'abord mettre en œuvre une compétence pédagogique qui permette de s'interroger sur les apports de l'informatique dans telle ou telle situation pédagogique, de façon à obtenir autre chose que ce que l'on obtenait avec des outils anciens.

## **D'où des propositions pour une formation d'un an à l'informatique pédagogique**

... organisée autour de trois grandes questions :

- à quoi peut servir l'informatique en pédagogie ? ;
- la pédagogie est-elle informatisable ?
- l'ordinateur est-il une machine à communiquer ?

... avec, comme exemple de contenus :

*Pratique (18 h)* : théorisation de l'expérience par les stagiaires, par des « pédagogues informatisés », par des spécialistes des disciplines.

*Regards (30 h)* : familiarisation avec les pratiques d'évaluation de didacticiels, comment regarder un didacticiel, qu'y regarder ?

Avec quatre parties :

Radioscopie : observation, analyse, évaluation d'un didacticiel (grilles, fiches...);

Reportage : observation du produit sur le terrain de la classe ;

Lisibilité : en quoi le didacticiel autorise la communication pédagogique ?

Machine-Élève-Professeur : recherche de situations autres que celles où c'est toujours le professeur qui nourrit la machine.

*Enseignement programmé (24 h)* : c'est quand même à connaître... Réalisation d'un module de type crowdérien pour comparer les logiques pédagogiques et informatiques.

*Ordinateur, outil de laboratoire (9 h) :*

- présentation, à l'aide d'exemples, des différents types d'utilisation pédagogique de l'ordinateur ;
- connaître les problématiques de base : les pédagogies actives, les grandeurs et leur mesure, traitement des données numériques, modélisation-simulation.

*LOGO (12 h) :* connaître les principes et les méthodes d'une autre utilisation de l'informatique pour l'apprentissage.

*Traitement des données (12 h) :* langage spécialisé, organisation, structuration et manipulation des fichiers.

*Informatique générale (66 h) :* traiter, dans la mesure du possible, les problèmes pédagogiques en liaison avec les autres thèmes :

- architecture logique des ordinateurs et étude critique de l'approche pédagogique de cette initiation à l'architecture ;
- architecture logique des systèmes d'exploitation et pratique complète du CPM ;
- algorithmique : analyse descendante - réalisation d'un didacticiel crowdérien ;
- structure de données ;
- réalisation de programmes de calcul en liaison avec l'ordinateur outil de laboratoire ;
- traitement des données.

*Structure des langages formels (9 h) :* améliorer la maîtrise de l'outil informatique et résoudre les problèmes pédagogiques posés par les notions de récursivité, paramètres de procédures, structures de données... en se plaçant du point de vue de l'implémenteur d'un système et non de l'utilisateur.

*Langages (Libre service) :* une demi-journée par semaine en auto-apprentissage des langages LSE, BASIC, PASCAL, LISP, PROLOG, ASSEMBLEUR, avec fiches d'auto-évaluation et soutien possible aux stagiaires en difficulté.

*Langages d'auteurs (21 h) :* utiliser quelques langages et déboucher sur les systèmes experts.

*Structure des langues naturelles (9 h) :* essayer de comprendre les fondements de la communication avec l'ordinateur.

*Intelligence artificielle (12 h) :* partir de la conception la plus primaire de l'analyse de réponses et très progressivement développer une problématique de l'intelligence artificielle.

*L'image (6 h) :* aspect informatique et pédagogique ; images numériques et analogiques, lecture et écriture, traitement et classement.

*Réalisation de projets de fin d'année.*

**L'encadrement des stagiaires** (cours et travaux pratiques) se ferait par des informaticiens, un électronicien, un physicien, deux linguistes «informatisés», deux professeurs du second degré «informatisés».

## Annexe 2 :

### I.P.T. OU « INFORMATIQUE POUR TOUS »

Lancé à grand renfort de publicité le 25 janvier 1985 par le Premier ministre M. FABIUS, ce plan I.P.T. accélère considérablement l'équipement des établissements scolaires publics, de l'école à l'université : ce qui était prévu à l'horizon 1988 sera mis en place fin 1985.

- **Les objectifs officiels :**

- initier à l'outil informatique tous les élèves (11 millions dans les établissements publics) *« afin de permettre une meilleure égalité des chances »* ;
- ouvrir cet outil informatique à tous les citoyens : le matériel, les logiciels seront à la disposition du public (accords avec les collectivités locales et les associations) ;
- former 110 000 enseignants, hors du temps scolaire.

- **Le coût :** deux milliards de francs

- environ 400 MF sur le budget Éducation Nationale pour les formations, les dépenses de fonctionnement et les logiciels ;
- environ 1600 MF, financés par le ministère des PTT et un prêt du Fonds Industriel de Modernisation pour le matériel.

- **120 000 micro-ordinateurs supplémentaires en 1985**

- un « équipement de base » dans 33 000 écoles ; en fait un TO7-70 ou EXL 100 avec télévision couleur, lecteur de cassettes et logiciels ;
- un « atelier informatique » dans chaque université, chaque lycée, chaque collège et dans 10 000 écoles. Les configurations de ces ateliers seront, soit 8 micro-ordinateurs de type semi-professionnel pour les universités et lycées, soit du type nanoréseau (6 micro-ordinateurs MO5 reliés à une tête de réseau de type semi-professionnel).  
Une imprimante est prévue dans chaque atelier.

- **Les formations :**

- 106 500 enseignants devaient recevoir une « formation » de 6 jours (50 heures) avant fin 1985, en dehors du temps scolaire. Ces enseignants se répartissant en :
- 80 000 personnels des écoles
  - 23 000 personnels des collèges
  - 3 500 personnels des lycées

De plus 800 enseignants de l'enseignement supérieur suivront un stage de 300 heures, toujours hors temps scolaire.

Ces formations ont commencé pendant les vacances de Pâques, se poursuivent durant les vacances d'été et se terminent aux vacances de la Toussaint 85.

● **Les logiciels** : 500 logiciels disponibles à la rentrée 85

- par adaptation de logiciels existants ;
- par un concours de logiciels dans chaque académie afin de mettre rapidement à la disposition de tous de nouveaux produits.

Un Groupement d'Intérêt Public (G.I.P.) regroupant des partenaires publics, privés et du monde associatif devrait rassembler sur un catalogue unique des « logiciels soumis à un label de qualité ».

Voilà rapidement résumé ce plan I.P.T.

Si on peut y trouver des points positifs (les matériels fournis pour les stages étaient opérationnels, les nouveaux nanoréseaux sont très performants, les logiciels fournis sont intéressants...) on peut cependant regretter que les attributions des nanoréseaux dans les écoles aient parfois été faites de façon administrative, sans tenir compte de la motivation et du passé des équipes pédagogiques.

Par ailleurs, ce matériel arrivant massivement dans les établissements ne suffira pas à modifier fondamentalement l'enseignement : il y a les structures, il y a le suivi des formations, il y a les programmes, il y a la circulation de logiciels adaptés...

**Opération I.P.T. à suivre de près...**

**Responsables académiques "Informatique pour tous" (octobre 1985)**

ACADÉMIE	NOM DU RESPONSABLE	ADRESSE	N° DE TÉLÉPHONE*
Aix-Marseille	M. Patrick Debu (M. Pierre Jullien)	Délégué aux Technologies Nouvelles Rectorat d'Aix-Marseille Place Lucien-Paye 13621 Aix-en-Provence Cedex	42.38.10.14
Amiens	M. Claude Delahoche	Rectorat d'Amiens B.P. 2609 - 518, rue Saint-Fuscien 80026 Amiens Cedex	22.45.13.82 22.89.11.91 (poste 008)
Antilles-Guyane	M. Marie-Jeanne	Inspection Pédagogique Régionale de Sciences Physiques B.P. 681 - 97208 Fort-de-France Cedex	19.596.71.84.77
Besançon	M. Pilato	Rectorat - Secrétariat Général 10, rue de la Convention 25000 Besançon	81.82.80.78
Caen	M. Bernard Colinet	Inspection Académique 11, rue de la Chancellerie 50009 Saint-Lô Cedex	33.57.89.88
Clermont-Ferrand	M.P.-L. Hennequin	Rectorat - Mission A.F.P.E.N. 34, avenue Carnot 63000 Clermont-Ferrand	73.92.97.32
Corse	M. Joseph Cesari	Rectorat Av. Noël-Franchini - B.P. 501 20000 Ajaccio	95.21.44.66
Créteil	M. J. P. Salaun	Annexe du Rectorat - Cité Administrative Route de Choisy - 94000 Créteil	42.07.60.22 p. 25 43.77.12.71 p. 466

ACADÉMIE	NOM DU RESPONSABLE	ADRESSE	N° DE TÉLÉPHONE*
Dijon	M. Guyot	Rectorat - Mission A.F.P.E.N. 51, rue Monge - 21034 Dijon Cedex	80.41.81.14
Grenoble	M. Pigetvieux	Rectorat 7, place Bir-Hakeim - 38000 Grenoble	76.44.82.56 76.54.00.45 p. 15
Lille	M. Joseph Losfeld	C.U.E.E.P. 11, rue Auguste-Angellier 59046 Lille Cedex	20.52.54.24
Limoges	Mme Moreau	Rectorat - 1 bis, rue de Larègle 87031 Limoges Cedex	55.77.00.24
Lyon	M. J.-M. Braemer	Mission Académique à la Formation 47, rue Philippe-Lassalle - 69004 Lyon	78.29.69.70
Montpellier	M. Ch. Jeanbrau	Rectorat - Bureau des I.P.R. 31, rue de l'Université 34000 Montpellier	67.63.90.10
Nantes	M. Renaudet M. Coutin	Rectorat Secrétaire Général 44072 Nantes Cedex	40.74.10.10 p. 126 40.29.25.67
Nancy-Metz	M. Bernard Barbereau	Rectorat - C.O. N° 13 54035 Nancy Cedex	83.96.40.67
Orléans-Tours	M. J.-C. Goix (M. Rémy Charpentier)	Rectorat 21, rue Saint-Étienne 45043 Orléans Cedex	38.42.03.06 p. 524 - p. 463
Nice	M. Peronne	Rectorat 53, avenue Cap-de-Croix 06081 Nice Cedex	93.81.71.91
Poitiers	M. Raymond Vogel	Rectorat - 5, cité de la Traverse 86022 Poitiers Cedex	49.88.27.46 49.88.29.84
Paris	M. Jean Lemerle	M.A.F.P.E.N. 47, rue des Écoles - 75005 Paris	43.29.12.13 p. 3258 - p. 3760
Rennes	M. Claude Pineau	Rectorat 96, rue d'Antrain - 35040 Rennes Cedex	99.36.48.13
Reims	M. Pierre Lorenzato	Rectorat 1, rue Navier - 51084 Reims Cedex	26.04.62.20 26.85.96.00
Rouen	M. Yves Celanire	Rectorat 25, rue de Fontenelle 76037 Rouen Cedex	35.89.23.14
Strasbourg	M. Philippe Fortsmann	Rectorat - Secrétariat Général 6, rue de la Toussaint 67081 Strasbourg Cedex	88.23.37.23
Toulouse	Mme Mailhos	M.A.F.P.E.N. - Point Rencontre 79, route d'Espagne - 31300 Toulouse	61.40.80.92
Versailles	Mme Caron	Rectorat - D.A.E. - R.P. 11/43 78011 Versailles Cedex	39.51.00.00 p. 4650
La Réunion	M. Berrard M. Le Carpentier	Cellule Informatique Lycée Leconte-de-Lisle-Butor 97400 Saint-Denis	19.262.21.89.23

ORDINATEUR  
DE LA 9<sup>e</sup> GÉNÉRATION



## CHAPITRE 5

# Demain, c'est déjà aujourd'hui...

Parle-t-on d'utilisation de l'informatique dans l'enseignement que s'installent des images de micro-ordinateurs et de manipulations de cassettes ou disquettes sur lesquelles est précieusement enregistrée la liste des ordres que chacun fait exécuter à sa machine : c'est le même programme, recopié sur autant de cassettes ou disquettes qu'il y a de micro-ordinateurs-postes de travail lorsque l'enseignant souhaite faire travailler un groupe d'élèves.

Pourtant, quelques produits, logiciels, connexions ou liaisons fonctionnent déjà qui font éclater ce type d'utilisation en local et dont on peut penser qu'ils seront plus ou moins généralisables dans les années qui viennent et modifieront les perspectives d'utilisation de l'ordinateur.

Pourtant, se développent des langages d'un autre type, capables de faire des ordinateurs des machines « artificiellement intelligentes », et non plus de simples exécutants d'ordres préalablement définis et enregistrés.

## **DANS CE CHAPITRE :**

**Faire appel à distance aux ressources d'un ordinateur : télé-informatique et télématique :**

- à partir d'un appareil grand public, le Minitel : recherche d'informations, messagerie électronique et mise en commun de connaissances, le système Télémédiathèque, exercices accessibles à partir de Minitel ; les recherches autour de la télématique (apport du son, modification du Minitel) ;
- à partir d'un micro-ordinateur : téléchargement, échanges de programmes, réseaux de micro-ordinateurs.

**Faire appel à des images stockées sur disque et accessibles individuellement :** le vidéodisque piloté par micro-ordinateur.

**Faire fonctionner autrement un micro-ordinateur :** intelligence artificielle et systèmes-experts :

- PROLOG, un exemple de langage de l'intelligence artificielle ;
- l'Enseignement Intelligemment Assisté par ordinateur (E.I.A.O).

**Annexe :** systèmes experts et E.I.A.O. : possibilités et limites.



## TELE INFORMATIQUE ET TELEMATIQUE<sup>(103)</sup>

Si le premier de ces mots n'est peut-être pas très familier, le second s'étale de plus en plus souvent dans les colonnes des journaux ; il est question d'abonnés au téléphone Rennais qui vont rendre leurs **Minitel** <sup>(104)</sup> pour protester contre les nouvelles taxations téléphoniques, de l'ouverture, par des quotidiens régionaux ou non, de services d'informations générales et locales accessibles informatiquement ; la C.A.M.I.F. et d'autres sociétés de vente par correspondance reçoivent les commandes à partir du **Minitel**...

Il s'agit, pour la **téléinformatique** comme pour la **télématique**, de l'association de l'informatique et des télécommunications : dès lors qu'est assurée la transmission des signaux — en particulier grâce au réseau téléphonique —, les équipements informatiques peuvent communiquer entre eux, ce qui multiplie leurs possibilités pour des utilisations de plus en plus décentralisées, les rend accessibles à tous.

Certes, il n'a pas fallu attendre ces dernières années pour utiliser à distance un ordinateur. Ainsi, certains centres de calcul universitaires font appel depuis longtemps, au moins pour d'importants traitements, au « gros » ordinateur d'un autre centre universitaire ou d'un Centre Interuniversitaire de Traitement Informatique ; les données sur lesquelles travailler et les instructions sont saisies et mémorisées sur place ; elles sont ensuite transmises <sup>(105)</sup> par ligne téléphonique à l'ordinateur qui effectue le traitement souhaité puis restitue les résultats, toujours au travers de la ligne téléphonique et d'un équipement terminal ad-hoc, en général une imprimante. Mais dans un tel type de liaison, la ligne téléphonique en question est, en général, une ligne téléphonique spécialisée, et l'équipement terminal local bien spécifique.

De même, il y a longtemps que des ordinateurs communiquent entre eux : par exemple, lors d'un vol spatial, des ordinateurs échangent en permanence des données, avec vérification par l'un d'entre eux, ou chacun, des calculs faits par les autres.

---

(103) Contraction, comme « téléinformatique » de « télécommunications » et « informatique », « télématique » est un mot inventé par Simon NORA et Alain MINC dans leur rapport sur l'informatisation de la société (janvier 78) pour englober la téléinformatique et ses conséquences (services nouveaux développés par les télécommunications).

(104) Appareil installé par les télécommunications pour consultation de l'annuaire électronique ; voir plus loin.

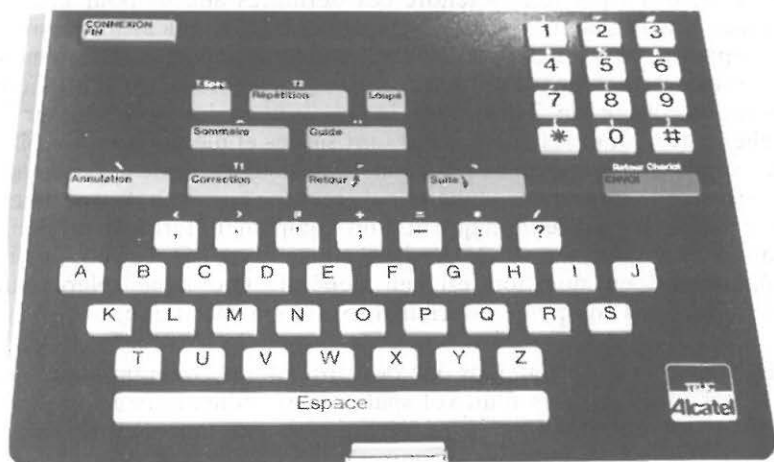
(105) La mémorisation préalable permet une transmission rapide, à un rythme compatible avec les possibilités des réseaux de transmission et de l'ordinateur concerné ; la frappe au clavier des données est, en effet, excessivement lente par rapport à ces possibilités.

## LE TERMINAL TÉLÉMATIQUE MINITEL 1

Il se branche directement sur la prise téléphonique, à la place du combiné qui, lui, se raccorde sur le Minitel.

Il associe un écran de visualisation noir et blanc à un clavier alpha-numérique et n'offre aucune possibilité de traitement local : ce n'est pas un ordinateur. L'écran permet la réception des informations ou résultats émanant de l'ordinateur auquel on fait appel (affichage des messages par « page-écran »).

Le clavier, avec ses touches (lettres, chiffres, symboles de ponctuation) permet l'émission de messages vers l'ordinateur ; le clavier comporte, par ailleurs, quelques touches-fonctions qui émettent vers l'ordinateur des ordres précis et facilitent le dialogue. Certaines de ces touches fonctions sont d'ailleurs communes à tous les matériels informatiques : touche ENVOI déclenchant l'émission, vers l'ordinateur sur lequel on est connecté, des « données » — ordres ou informations — tapées au clavier et provisoirement mémorisées dans le terminal ; touches CORRECTION et ANNULATION annulant la prise en compte soit du dernier caractère tapé au clavier, soit du message complet ; d'autres touches-fonctions sont spécialement adaptées à la norme utilisée pour la présentation des informations en pages-écran (norme Vidéotex, employée par exemple pour l'annuaire électronique).



La direction générale des télécommunications a commandé 600 000 terminaux Minitel à trois sociétés : Télec (CIT-Alcatel), Matra et TRT ; elle en installe 2 000 par jour<sup>(a)</sup>, avec pour objectif 6 millions à la fin de 1986. En moyenne, on estime qu'émanent de chacun des Minitel installés deux appels de dix minutes par semaine.

(a) Cette installation est gratuite pour les abonnés résidant dans une région où les P.T.T. ouvrent le service « annuaire électronique » ; pour tous les autres abonnés, la location d'un Minitel est possible au prix de 85 francs par mois pour la version élémentaire (tarifs été 1984). Le coût des consultations est en sus.

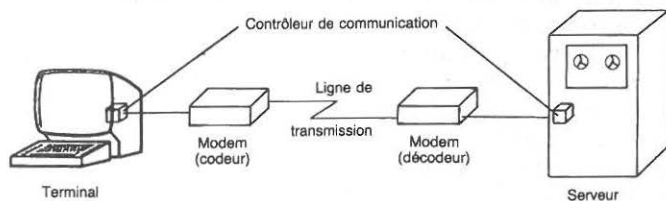
Désormais, si le mot nouveau «télématique» met l'accent sur les télécommunications plus que le faisait «téléinformatique», c'est qu'on peut utiliser le réseau téléphonique ordinaire, les combinés téléphoniques ordinaires et des appareils grand public — les Minitel — installés par les télécommunications pour la consultation de l'annuaire électronique. La direction générale des télécommunications est, en effet, très directement concernée par la télématique puisque, ayant le monopole des moyens de transport de «l'information», elle a dû adapter son réseau aux exigences du transport d'une «information» codée numériquement pour les besoins de l'informatique<sup>(106)</sup> et non plus en sons; parallèlement, elle a développé des produits et des services nouveaux dans les centres de recherche du Centre National d'Études des Télécommunications (C.N.E.T.), produits et services progressivement proposés au grand public: annuaire électronique, service vidéotex Télétel<sup>(107)</sup>, messagerie électronique, télécopie, paiement électronique...

#### Une liaison téléinformatique :

Elle fait intervenir, aux deux extrémités, des équipements informatiques capables d'émettre et de recevoir des informations codées numériquement. Elle est calquée sur la banale liaison de deux abonnés en communication téléphonique. Elle comporte ainsi trois grandes phases :

émission - transmission - réception.

Le réseau de transmission le plus souvent utilisé est le réseau téléphonique ordinaire. Mais ce réseau a été conçu pour acheminer des signaux analogiques, ceux de la voix humaine; par suite, les signaux numériques émis par les équipements informatiques terminaux doivent être transformés en signaux type «son»<sup>(108)</sup> au départ; et à l'arrivée, l'opération inverse<sup>(109)</sup> doit être effectuée. Ces conversions sont assurées par des appareils spécifiques, appelés **modems**, qui peuvent être intégrés dans le terminal (c'est le cas du Minitel) ou autonomes et donc à connecter (par exemple, modem acoustique). Le modem à adopter dans chaque cas dépend de l'équipement terminal choisi<sup>(110)</sup> et du réseau de transmission adopté<sup>(111)</sup>, lorsque celui-ci n'est pas le réseau téléphonique ordinaire.



(106) Les systèmes informatiques ne travaillent qu'à partir de signaux binaires; les bits 0 et 1 sont codés suivant deux fréquences, différentes bien sûr !

(107) Voir note 114.

(108) On appelle cette opération la modulation.

(109) Il s'agit de la démodulation; d'où le nom MO-DEM de l'appareil.

(110) Le modem doit être capable de moduler tous les bits émis.

(111) Le débit de réseau (exprimé en bits par seconde: voir glossaire) doit être supérieur à celui du terminal émetteur. Le réseau Télex transmet à moins de 200 bit/s, le réseau téléphonique entre 300 et 2400; le réseau TRANSPAC permet 48 000 bit/s et on peut atteindre plus (des «concentrateurs» regroupent le trafic arrivant de terminaux lents et permettent de mieux utiliser les capacités des réseaux, comme TRANSPAC, et celles des ordinateurs terminaux).

Bien d'autres mises en cohérence sont à assurer dans ces échanges avec un ordinateur, mises en cohérence qui sont assurées par les contrôleurs de communication (matériels et logiciels d'interfaçage). Ainsi, la transmission se fait en général en série, c'est-à-dire par variation de la tension d'un seul fil en fonction de la valeur des bits constituant les caractères : se pose alors le problème de la synchronisation des rythmes d'émission et de réception ; les équipements terminaux doivent échanger des signaux comme « **prêt à émettre** », « **prêt à recevoir** », « **émission terminée** »... ; il faut mettre en place des procédures de correction et de détection des erreurs <sup>(112)</sup>. L'organisation des messages à acheminer et de la transmission se fait, en général, suivant des standards internationaux ou des normes <sup>(113)</sup>.

Parmi ces normes, la norme française Vidéotex régit l'organisation et la transmission d'informations alphanumériques et semi-graphiques qui s'affichent en « pages-écrans » de 24 lignes comportant 40 caractères chacune ; le Minitel étant un terminal vidéotex <sup>(114)</sup>, on ne peut se connecter, à partir de lui, que sur des ordinateurs qui possèdent des programmes-interfaces vidéotex. Il est par ailleurs possible de transformer un micro-ordinateur, par exemple un TO 70 de Thomson, en terminal vidéotex, grâce à une « extension télématique » qui assure l'interface avec le réseau téléphonique et un logiciel (la cartouche TELETEL) qui traduit la norme vidéotex en code machine ; à noter que ce logiciel permet également d'effectuer une mémorisation, sur disquette, cassette ou papier, des pages-écrans reçues.

## Dans l'enseignement, avec un Minitel

Pour beaucoup, la télématique est synonyme d'annuaire électronique.

Il est vrai que, depuis la décision prise en 1978 de remplacer progressivement l'annuaire papier des abonnés au téléphone par une version informatique <sup>(115)</sup>, c'est pour les besoins de ce service que les télécommunications installent gratuitement des terminaux Minitel chez les particuliers ; d'ailleurs, consciente du fait que c'est sur ce service que se forgera l'acceptation de la télématique par le public, la direction générale des télécommunications a fait réaliser de nombreuses études préalables à la construction d'un système d'une grande complexité et un logiciel très performant assure la recherche des coordonnées d'un particulier ou d'une raison sociale ; une analyse phonétique des indications fournies par l'abonné demandeur permet même de mener la recherche en cas d'orthographe incertaine <sup>(116)</sup>.

Mais avec un terminal Minitel, on peut faire bien autre chose que rechercher des renseignements téléphoniques !

---

(112) Il est courant d'avoir entre 1 bit sur 10 000 et 1 bit sur 1 000 000 qui est erroné, soit par parasitage électromagnétique soit par perte.

(113) Par exemple (cf. chapitre 2) les standards V24 ou RS 232 C pour la transmission série.

(114) On appelle TÉLÉTEL, en France, le vidéotex interactif, où l'utilisateur commande l'affichage de telle ou telle page-écran ; on le distingue du vidéotex diffusé, par voie hertzienne ou câble (appelé ANTIOPE), où l'utilisateur ne peut choisir, s'il possède un décodeur spécial, qu'un ensemble de pages-écrans.

(115) Il était prévu que la version complète, pour l'ensemble des abonnés résidant en France, serait terminée fin 1984.

(116) Il est proposé au demandeur d'élargir la recherche à une orthographe voisine.

## ACCÈS AUX INFORMATIONS D'UN SERVICE TÉLÉTEL

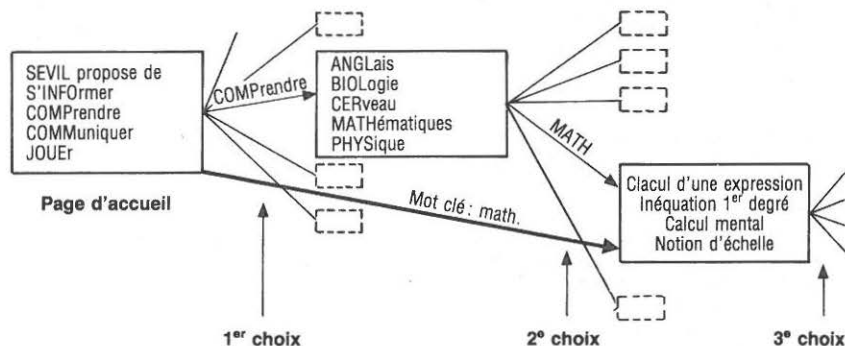
Selon les services, plusieurs moyens sont utilisés pour permettre à l'utilisateur d'accéder à l'information qu'il recherche, c'est-à-dire d'obtenir l'affichage sur son écran de visualisation d'une certaine page-écran, ou d'un ensemble de telles pages :

- **les choix successifs ou recherche arborescente** : le service présente un menu qui propose plusieurs choix ; et l'utilisateur arrive à l'information recherchée de menu en menu, c'est-à-dire par choix successifs ;
- **l'accès direct par mot-clé** : le service indique à l'utilisateur une liste de mots-clés qui permettent d'accéder plus directement à l'information souhaitée ; le cheminement se poursuit souvent par choix successifs ;
- **le choix multi-critère** : le service présente à l'utilisateur une grille où diverses rubriques sont à remplir ; l'ordinateur procède alors à un tri sur les réponses fournies<sup>(a)</sup> et envoie à l'utilisateur l'information correspondant à sa demande — information qui peut d'ailleurs être : « aucun élément de la banque ne répond à votre demande ».

Tout service présente une « page d'accueil Télétel : » c'est celle qui s'affiche lorsque l'utilisateur se branche sur le service ; elle indique la marche à suivre pour accéder aux renseignements recherchés ; par ailleurs, toute page-écran comporte les consignes permettant d'avoir accès aux écrans suivants : l'ordinateur-serveur est programmé en conséquence, et seul le respect de ces consignes permet de provoquer l'affichage de la suite.

(a) C'est le principe de fonctionnement de l'annuaire électronique.

Exemple : accès par choix successifs ou mots clés  
(l'entrée sur le serveur SEVIL du Musée de La Villette-Paris jusqu'en 1985)



(Pour appeler SEVIL : n° d'appel 36.14.91.66 ;  
service demandé : SEVIL)

Exemple d'accès par choix multicritère :  
Une demande de renseignements à l'annuaire électronique

```

RECHERCHE
PAR NOM
OU PAR RUBRIQUE

NOM: MARTIN.....
RUBRIQUE: .....
LOCALITE: RENNES.....
facultatif
DEPARTEMENT: 35.....
ADRESSE: .....
PRENOM: .....

Comment formuler
la demande      → GUIDE

Les services
de l'annuaire    → SOMMAIRE

NUMEROS D'URGENCE → RETOUR
  
```

## La recherche d'informations

La recherche d'informations, à laquelle on peut rattacher par exemple les commandes à la C.A.M.I.F., reste l'utilisation la plus fréquente ; de nombreux fonds documentaires<sup>(117)</sup> sont enregistrés dans les mémoires périphériques de stockage d'ordinateurs, appelés **ordinateurs serveurs** pour la circonstance, et des logiciels appropriés<sup>(118)</sup> permettent de renvoyer à l'utilisateur, en général sur son écran, le renseignement qu'il souhaite après analyse de ses réponses (mots-clés, ou réponses à des propositions de choix successifs, ou réponses simultanées sur plusieurs rubriques).

Dès 1982, dans le cadre d'une opération pilote menée par la direction générale des télécommunications en région parisienne<sup>(119)</sup>, les élèves

(117) On les appelle **banques de données** (voir glossaire) ; l'éventail offert au grand public est déjà très large : horaires SNCF, essais comparatifs du Particulier ou de l'Institut National de la Consommation, informations de Pariscope, du Parisien Libéré... ; le serveur Télésystèmes-Questel développe l'aspect Vidéotex.

(118) On a alors affaire à une **base de données** (voir glossaire).

(119) Expérience TÉLÉTEL à Vélizy-Versailles-Jouy-en-Josas ; compte rendu de l'expérimentation au Collège Maryse-Bastie par Patrick GUIHOT (I.N.R.P.) cf. « Éducation et Informatique », n° 15 (mars-avril 83).

d'un collège ont utilisé les informations fournies sur un même sujet — par exemple, le chômage des jeunes — par divers services (ministère du travail, syndicats...); ils ont ainsi pu constater que les résultats déduits de ces informations d'origines différentes ne sont pas nécessairement les mêmes... et s'interroger sur l'objectivité de l'information!

De nombreuses informations administratives sont désormais disponibles, à l'initiative de divers organismes officiels, sur les métiers, la scolarité, l'enseignement par correspondance ou, en tenant compte des spécificités régionales, l'organisation scolaire et les stages de formation continue. Un peu partout se constituent, souvent à partir du travail de classes, de mini-bases de données historiques, géographiques, économiques et sociales, locales, à usage éducatif: la liste serait longue de ces banques et bases dressées par les Centres d'Information et d'Orientation (C.I.O.) d'une région ou des enseignants qui se sont passionnés, avec leurs élèves, sur les métiers de la mer ou la flore d'une montagne...

## LE COÛT D'UNE CONSULTATION TÉLÉMATIQUE

Deux postes interviennent:

- le coût du service et du travail effectué par l'ordinateur du centre serveur;
  - le coût de la communication et de la transmission des informations<sup>(a)</sup>.
- Tous deux font intervenir le temps de connexion.

**Trois modes de tarification** sont en usage<sup>(b)</sup>, au choix du producteur qui construit la base ou le service; ils sont reconnaissables au numéro d'appel téléphonique à composer pour se connecter sur le réseau Transpac et accéder au centre serveur; les numéros d'accès des différents services sont indiqués dans l'*Annuaire des services Télétel*, distribué par les P.T.T. (5, rue Émile-Baudoin, 91308 Massy cedex):

- taxation «au demandé» (n° d'appel: 36.13.91.55): l'utilisateur n'acquiesce qu'une taxe de base; ces services sont souvent accessibles par «mot de passe», attribué sur abonnement;
- taxation «au demandeur» (n° d'appel: 36.14.91.66): l'utilisateur paie une taxe de base toutes les deux minutes et bénéficie des réductions tarifaires en fonction de l'horaire, prévues pour les communications téléphoniques;
- taxation «kiosque» (n° d'appel: 36.15.91.77): l'utilisateur paie une taxe de base toutes les 45 secondes (mêmes réductions tarifaires que pour les communications téléphoniques); ces services sont, en général, proposés par des organes de presse.

(a) Le nombre de caractères transmis par seconde est pratiquement égal à 1/10 du débit d'information en bit/s.

(b) Situation à l'automne 1984.

D'autres expériences se développent. Ainsi à l'École Nationale Supérieure des Télécommunications (E.N.S.T.), les élèves ont à leur disposition un «catalogue informatisé» des notions contenues dans leurs



cours<sup>(120)</sup> : il leur suffit de taper au clavier de leur Minitel le nom d'une notion pour obtenir l'affichage de la définition ou l'énoncé du théorème, dont ils peuvent d'ailleurs demander ensuite l'affichage de la démonstration ; dès la fin 1984, tous les Français possesseurs d'un terminal Minitel devaient pouvoir consulter le système ORTHOTEL, dont la réalisation a été décidée en avril 1980, et qui a été expérimenté sur le réseau GRÉTEL des « Dernières Nouvelles d'Alsace » : il s'agit d'une banque de données orthographiques et grammaticales — « *un dictionnaire des difficultés de la langue française consultable à domicile ou au bureau* »<sup>(121)</sup> qui traite actuellement 15 000 mots et 550 conjugaisons complètes — ; il faut noter que le recours à l'informatique a permis d'enregistrer les diverses graphies envisageables pour un même mot : biftec, biftek, beefteak, bisteck, et autres variantes sont reconnus et renvoient l'affichage de l'orthographe licite ainsi que les précisions prévues pour ledit article. Le journal *Le Monde* dans son numéro du 7 novembre 1984 annonçait la future ouverture de plusieurs banques de données, en cours de constitution à son initiative : articles publiés dans le journal par appel d'un des mots figurant dans le texte, renseignements sur l'élite dirigeante soviétique, institutions et vie politique françaises.

**Deux bases de données en mathématiques** sont, en 1984, en cours de constitution et expérimentation à partir du travail d'un groupe IREM de Rennes/C.A.T.E.N.<sup>(122)</sup>, dans le cadre de la réalisation de produits informatisés sous la houlette du Centre National de Documentation Pédagogique (C.N.D.P.).

Destinée aux enseignants, la première banque, EXOMA<sup>(123)</sup> est un ensemble de textes d'exercices répertoriés par rapport aux notions, stades et objectifs d'apprentissage ; ainsi, à chaque exercice, sont associés des descripteurs qui spécifient la notion<sup>(124)</sup> sur laquelle il porte, le niveau d'acquisition<sup>(125)</sup> auquel sa complexité le situe, le type prépondérant d'activité<sup>(126)</sup> qu'il induit et la classe d'âge<sup>(127)</sup> du public auquel l'exercice s'adresse de manière privilégiée. L'équipe conceptrice a voulu mettre à la disposition des enseignants un outil leur permettant de choisir rapidement des exercices adaptés à chaque élève et de

(120) Sur ce système, baptisé SAVANT, étaient disponibles en 1983, pour 11 cours, 1 500 écrans et 600 mots (voir « Éducation et Informatique » n° 15, mars-avril 83).

(121) Voir *Le Monde* des 27-28 mai 1984.

(122) Références du C.A.T.E.N. données chapitre 4, page 146.

(123) Elle est gérée par le logiciel ARGUS, sous L.S.E. ; elle devrait être chargée sur Mini 6 et accessible par Minitel ; elle tourne aussi sur Micral 80-22, SIL'Z et LX 529 (sorties écran et imprimante).

(124) Seul le descripteur « Proportion » existe (200 exercices) en novembre 1984.

(125) Descripteurs retenus : connaissance du fait spécifique, analyse de faits et transposition, compréhension des relations et structures, synthèse et créativité, critique et évaluation.

(126) Descripteurs retenus pour les types d'activité : heuristique, traductif, classificatoire, calculatoire, logique, prédictif, critique, réinvestissement.

(127) Descripteurs retenus : moins de 12 ans ; entre 12 et 16 ans ; plus de 16 ans.



consacrer le temps ainsi libéré aux vraies difficultés individuelles de chacun.

Cette banque est utilisée dans une deuxième banque pour l'évaluation autonome, EVAMA, qui doit permettre aux élèves de «s'évaluer» sur les exercices d'EXOMA, un logiciel prenant en compte les résultats partiels ; la banque EVAMA est en cours de constitution, après examen, puis classement, des réponses faites par des élèves aux exercices proposés. EVAMA pourra également, à plus long terme, servir de base pour constituer un programme orienté vers le travail autonome (OTOMA).

titre: DIX NB  
énoncé:

Voici dix nombres:

12 14 15 16 17 18 19 20 21 22

Place ces dix nombres dans le tableau ci-dessous:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(x1/4)

clef:PROPORTIONNALITE-HEURISTIQUE

## La messagerie électronique et la mise en commun de connaissances sur un même sujet.

C'est un autre service offert par la télématique et dont le principe technique est simple : chaque utilisateur potentiel de la messagerie électronique est identifié par un code permettant de lui affecter des espaces-mémoire de l'ordinateur-serveur où sont enregistrés les messages qui lui sont destinés ; il peut, à tout instant, consulter sa « boîte aux lettres », c'est-à-dire demander à l'ordinateur l'affichage sur son écran Minitel des messages qui ont été mémorisés à son intention ; il peut éliminer de ladite boîte-aux-lettres, après lecture, certains, ou la totalité, de ces messages ; il peut aussi envoyer à tout instant, des messages à un, ou plusieurs, utilisateur(s) de la messagerie : on devine l'intérêt de cette procédure qui évite à l'expéditeur les fastidieuses opérations de duplication et assure la quasi instantanéité de la diffusion. Mais les messages échangés sont brefs, eu égard au coût de la communication par exemple !

Deux expériences d'utilisation originale du système de messagerie électronique sont actuellement en cours, avec l'aide de l'Agence de l'Informatique (A.D.I.), expériences hors du système éducatif proprement dit, mais qui ouvrent des pistes fort intéressantes. L'une est menée par l'Association des Maires de Grandes Villes de France (A.M.G.V.F.) autour du système O.R.E.D.I.C.<sup>(128)</sup> : il s'agit d'un « échange d'expériences » et de « préoccupations » où une ville s'adresse à une autre pour lui demander conseil ou répondre à une question ; par ailleurs, chaque municipalité alimente un fonds documentaire avec le compte rendu d'expériences qu'elle juge utile, a priori, de transmettre aux autres.

L'autre messagerie relie les missions locales pour l'insertion sociale et professionnelle des jeunes en difficulté ; elles essaient, ainsi, de valoriser l'acquis des expériences de chacune et de s'entraider. Les espaces-mémoire de l'ordinateur-serveur ne sont pas affectés aux différentes missions — pas de boîtes aux lettres nominatives ! — mais à des dossiers : logement, formation, emploi, milieu rural, coopération... ; chaque dossier est pris plus spécialement en charge par une mission qui ventile les messages en sous-dossiers plus précis et assure le suivi de l'actualité ; il ne reste plus, à chaque mission, au moment où elle est confrontée à un problème sur le terrain, qu'à consulter le dossier correspondant : c'est ainsi qu'une mission, en Bourgogne, a trouvé, en provenance de Béthune, la réponse à une question relative à un bilan de santé.

### Le système Télémédiathèque de Bordeaux

Documentation, messagerie... ces services, et d'autres, sont proposés par le système Télémédiathèque en cours de développement par le

**télémédiathèque**  
**GIRONDE**

<b>LE JOURNAL</b>	<b>LES JEUX</b>
DES ECOLES ..... 1	DES POISSONS ..... 7
	ROBOTIX ..... 8
<b>LA DOCUMENTATION</b>	CHAPERON ROUGE ..... 9
PAR AUTEUR ..... 3	LE VILLAGE ..... 10
PAR MOTS-CLES ..... 4	LES COLONNES ..... 11
<b>LA REVISIONS</b>	<b>LA MESSAGERIE</b>
LA GRAMMAIRE ..... 5	POUR EHETTRE ..... 12
L'ORTHOGRAPHE ..... 6	LES RECEPTIONS ..... 13
	MESSAGES EMIS ..... 14
	MESSAGES RECUS ..... 15
<b>TAPEZ LE N° +</b>	
<b>LA RESERVATION</b>	<b>→ Pour confirmer 16</b>

(128) La première phase d'essai a eu lieu entre mai et décembre 83 avec les municipalités de Metz, Montbéliard, Lyon et Le Mans.

Centre Régional de Documentation Pédagogique (C.R.D.P.) de Bordeaux. A l'origine, le système se voulait essentiellement documentaire et visait un public bien déterminé : celui des écoles élémentaires, enseignants et élèves. Si le public n'a pas changé<sup>(129)</sup>, les fonctions assurées se sont peu à peu complétées dans la dynamique de la pratique : c'est ainsi que ce système, toujours expérimental (il a été ouvert à la rentrée 1982-1983), se trouve présenter une large palette des utilisations possibles de la télématique dans la classe. L'utilisateur, qui se branche sur le service, reçoit plusieurs propositions qui s'articulent suivant quatre axes : information, documentation, instruction et communication.

Information ? Par des choix successifs, il peut accéder d'abord aux cinq rubriques du journal, à la production duquel participent les élèves, puis aux diverses pages de chacune ; les renseignements administratifs proposés sont à rattacher à la fonction d'information.

Documentation ? Il est possible de rechercher, dans la bibliothèque, à partir de mots-clés dont la liste peut être obtenue à l'écran, tel ou tel document, d'en consulter un résumé analytique, voire de s'assurer de sa disponibilité et d'en faire la réservation : c'est dire que les fonctions assurées par le centre serveur vont jusqu'à la gestion du stock documentaire et des prêts...

Communication ? Les élèves des diverses écoles ne communiquent pas entre eux uniquement par pages de journal interposées ; ils échangent, par exemple, d'une école à l'autre, des dessins réalisés sur des terminaux spécialisés de composition d'écrans, après confection de maquettes sur des grilles-papier... et ils se familiarisent, au travers de ce système de communication horizontale entre élèves, avec la technique de la messagerie électronique.

Enfin, exploitant et explorant les possibilités de l'outil télématique comme aide à la compréhension et à l'apprentissage, le système Télémédiathèque offre des jeux éducatifs faisant une grande part au graphisme et des exercices de révision.

## **Des exercices accessibles à partir d'un Minitel**

Les élèves bordelais ne sont pas les seuls à avoir accès, à partir d'un Minitel, à des banques d'exercices d'enseignement. De 1982 à 1985, le serveur SEVIL du Musée de la Villette à Paris a offert, à titre expérimental, quelques exercices — très peu —, souvent après rappels de cours ou même exposé des notions, en Anglais, Biologie, Mathématiques et Physique ainsi que tout un ensemble relatif au cerveau (un « cours » d'anatomie assez complet, avec illustrations, une bibliographie, et des mots croisés) ; certains de ces exercices ont été adaptés par

---

(129) Une attention particulière a été portée pour que contenus, organisation et langages soient accessibles aux élèves de l'école élémentaire.



Un serveur Mini 6

l'Institut National de Recherche Pédagogique à partir de logiciels réalisés dans le cadre de l'expérience des 58 lycées. Quant à la société DIDAO, elle proposait déjà, dans le cadre de l'expérimentation TÉLÉTEL, à Vélizy<sup>(130)</sup> des exercices de calcul; désormais, tout possesseur d'un Minitel en France peut suivre un « cours de mathématiques contemporaines destiné aux élèves du Second Cycle et adultes » (logique, théorie des ensembles, fonctions, probabilités, statistiques) et un cours de Basic; sont annoncés un cours de grammaire et un autre « arithmétique et problèmes »; le service est payant: par exemple, pour le cours de mathématiques contemporaines, l'utilisateur souscrit un abonnement de 28 heures<sup>(131)</sup> et reçoit en échange une clé d'accès au programme, un crédit de 28 heures de connexion sur l'ordinateur-serveur, accessible 24 heures sur 24 pendant six mois, et un livret d'accompagnement de 100 pages permettant de préparer son travail avant la pratique sur écran.

Ces expériences montrent l'irruption de la télématique dans l'enseignement à distance ou le travail individualisé à domicile; mais elles en

(130) Voir note 119.

(131) Coût en novembre 1984: 550 francs TTC. L'annuaire officiel des services Télétel de décembre 1983 mentionne, à la rubrique Éducation et Enseignement, une autre société: TEL École (et précise: forfait minimal de 4 heures, d'avance tarifées à 1,125 francs la minute); 2 heures d'essai pour 160 francs. Cet annuaire contient 184 noms de services proposés, dans les diverses rubriques.

montrent aussi les limites, dont la relative pauvreté du dialogue et la nécessité de rester connecté à l'ordinateur-serveur pendant tout le temps de l'exercice, puisque analyse des réponses et renvoi des messages ou pages-écrans suivantes en fonction de celles-ci se font à partir du serveur; cette longue connexion entraîne un coût relativement élevé pour l'utilisateur et l'accaparement d'une des entrées du serveur.

C'est pour pallier ces inconvénients que tout naturellement se développent plusieurs voies de recherche : association du son au message télématique dans l'audiovidéographie interactive ou par le « Minitel Intelligent et Parlant » (M.I.P.), téléchargement des programmes — c'est-à-dire chargement de programmes mémorisés à distance — pour les faire exécuter sur place, ce qui exige de disposer, non plus du Minitel 1 dépourvu de toute capacité de traitement, mais d'un véritable micro-ordinateur.

### **Des recherches autour de la télématique : l'apport du son (audiovidéographie interactive, M.I.P.)**

Il ne s'agit, ici, que de mentionner deux pistes de recherche, dont il est difficile de mesurer actuellement les développements possibles dans l'avenir.

L'une est menée au Centre Commun d'Études de Télédiffusion et Télécommunications (C.C.E.T.T.) à Rennes par le département Évaluation de l'acceptabilité des services : il s'agit de **l'audiovidéographie interactive**, association du son au vidéotex interactif qui, lui, permet de présenter à l'utilisateur, sur un écran de visualisation, des messages alphanumériques et graphiques. Actuellement, il s'agit d'un produit de laboratoire<sup>(132)</sup> à partir duquel l'équipe conceptrice veut évaluer divers facteurs (influence d'un message sonore sur la lecture de l'écran, de certains types de sons sur l'apprentissage des actions à effectuer par l'utilisateur...) et explorer les difficultés de production de documents avec ce nouveau système, en particulier au niveau de la cohérence pour la partie visuelle comme pour la partie sonore, quel que soit le cheminement de l'utilisateur. En vue de ces évaluations, trois applications en audiovidéographie ont été développées, en collaboration avec l'Institut National de l'Audiovisuel : un cours d'anglais<sup>(133)</sup>, un jeu policier « BUG MALDONE contre l'étrangleur » où le traitement est différent suivant que le joueur répond correctement ou non à une question dans un temps limité, un jeu pour enfants « les aventures de

---

(132) Système COLIMASON, permettant la COmmunication par L'IMage et le SON, faisant appel à un ensemble de matériels, dont un T 1600 sur lequel tournent les programmes de gestion de bases de données — images, sons — et d'enchaînements simultanés d'écrans et de sons.

(133) Décomposé en trois parties : test de compréhension, leçon de grammaire, leçon de vocabulaire.

COCO », histoire d'un crocodile dont l'utilisateur construit le scénario en choisissant les événements parmi un certain nombre de propositions.

L'autre recherche est menée par la société Téléc-Alcatel qui fabrique déjà des Minitel 1. Pour garder la structure du Minitel agréé par les Télécommunications, Téléc-Alcatel a imaginé de développer à l'extérieur une mini-chaîne informatique<sup>(134)</sup> transformant le Minitel 1 en Minitel Intelligent et Parlant (M.I.P.) ; son objectif est clair : promouvoir le téléchargement pour lequel le Centre Commun d'Études de Télédiffusion et Télécommunications (C.C.E.T.T.), déjà cité, travaille à la définition d'une norme garantissant l'indépendance par rapport au serveur. D'autres sociétés travaillent à mettre au point des systèmes équivalents, transformant le Minitel en micro-ordinateur capable de communiquer avec tous les serveurs vidéotex.

## **Dans l'enseignement, avec des micro-ordinateurs connectés**

De plus en plus, l'utilisation autonome des micro-ordinateurs, surtout avec un public scolaire, révèle des limites ; deux sont évidentes pour quiconque s'est approché d'un micro-ordinateur : difficulté d'avoir une bibliothèque de logiciels disponibles sur place, lenteur possible du chargement d'un programme mémorisé sur une cassette. Des pistes s'ouvrent aujourd'hui qui risquent de modifier profondément le visage de certaines utilisations de l'informatique dans les classes : le téléchargement, les échanges à distance entre micro-ordinateurs, les réseaux de micro-ordinateurs.

### **Le téléchargement**

Il n'en est qu'au stade expérimental en France, alors qu'aux États-Unis une douzaine d'entreprises se sont spécialisées dans le téléchargement et qu'en Grande-Bretagne le service d'échange des programmes de micro-informatique est l'un des plus populaires de ceux offerts par le service vidéotex PRESTEL<sup>(135)</sup>.

Pourtant, Le Monde des 27-28 mai 1984 annonçait que la société E.M.B. (European Media Business) allait, à la fin du mois, ouvrir à titre expérimental une banque de vingt logiciels gratuits et d'une dizaine d'autres payants<sup>(136)</sup>, accessible sur simple appel téléphonique ; cette société a eu l'idée, pour assurer l'interconnexion entre le micro-ordinateur et le réseau téléphonique, de prévoir l'utilisation du modem incorporé dans le Minitel 1 et de développer une interface qui assure la

---

(134) Unité centrale collant au maximum au micro-ordinateur IBM-PC ; Basic fourni ; est prévu le développement d'un module graphique et de modules vocaux, synthèse et reconnaissance de la parole.

(135) Équivalent du service français TÉLÉTEL... mais les normes sont différentes !

(136) Le Monde annonce un coût de 40 F contre 120 F en moyenne pour une cassette.



communication avec la banque<sup>(137)</sup>, réduisant de beaucoup le coût<sup>(138)</sup> de cette interconnexion ; cette expérimentation devrait intéresser, plus encore que les fabricants de matériels (on parle de ZX81 et Spectrum Oric, TO 70 et Apple), ceux de logiciels ; mais pour l'instant, seul Hachette Jeunesse s'est engagé aux côtés d'E.M.B.

## Les échanges de programmes

Il est techniquement possible d'échanger des programmes entre deux micro-ordinateurs, à distance. Par exemple, en 1983-1984, une expérience s'est déroulée entre trois écoles de Bretagne de « caractères » différents : ZUP (zone à urbaniser en priorité) de la périphérie de Rennes, commune rurale des Côtes-du-Nord et commune du bassin de Rennes ; un programme stocké sur une disquette dans une des écoles peut être recopié directement sur une disquette dans une autre école, via le réseau téléphonique commuté ordinaire : il suffit de disposer dans chaque école d'un micro-ordinateur, du logiciel d'échange, d'un modem... et d'un téléphone. Les enfants (cours moyen) ont rapidement assimilé le processus de connexion et d'envoi de programmes ; et c'est ainsi que des programmes divers, des informations sur les classes, des écritures communes d'histoires ont pu s'échanger.

Ces liaisons point à point, si elles peuvent constituer une correspondance scolaire où le dialogue peut être quasi instantané, ne peuvent cependant supplanter les correspondances classiques entre deux écoles, ne serait-ce que pour des raisons de coût<sup>(139)</sup>, parfois pour des raisons de fiabilité (s'il n'y a pas contrôle des caractères reçus) ; de plus, la rigidité du protocole de connexion peut peser lourdement sur la souplesse nécessaire à ce type d'échanges.

Une autre possibilité d'échange, plus souple, plus complète et de meilleure fiabilité est offerte par une sorte de télémessagerie manipulant non pas des messages, mais des programmes et des fichiers ; il ne s'agit donc pas de télé-édition et téléchargement comme dans le cas du système proposé par E.M.B. et décrit plus haut.

Le système VAGUEMESTRE est un de ces systèmes. C'est un logiciel d'échange généralisé de programmes et données entre micro-ordinateurs de l'Éducation Nationale, par l'intermédiaire de l'ordinateur MULTICS du Centre Inter-universitaire de Calcul de Bretagne (C.I.C.B.). Chaque abonné à ce service dispose d'une « boîte à lettres » sur le MULTICS ; il prépare son « courrier » sur son micro-ordinateur (programmes, fichiers, textes...) ; il transmet ce courrier, en indiquant les abonnés destinataires, via le réseau TRANSPAC, par appel

---

(137) Revoir éventuellement la présentation d'une liaison téléinformatique, plus haut.

(138) Cette interface coûterait 550 F T.T.C. alors qu'un modem autonome coûterait entre 1 500 et 3 500 F.

(139) C'est une communication téléphonique ordinaire entre deux abonnés, donc coût dépendant de la durée et de la distance.

téléphonique de MULTICS ; le programme VAGUEMESTRE sur MULTICS met dans la boîte à lettres de chacun le « courrier » qui lui est destiné, pendant les heures creuses de la nuit où les coûts sont réduits ; chaque abonné dispose d'un programme qui lit le contenu de sa boîte aux lettres et le transfère sur ses disquettes.

L'accent a été mis sur la fiabilité des échanges (d'où garantie notamment du téléchargement des programmes), l'économie du procédé (temps de connexion très courts, l'ordinateur MULTICS jouant simplement le rôle de plaque tournante) et sur la souplesse d'utilisation (l'utilisateur travaille de manière locale, avec ses outils habituels : utilitaires de saisie, traitement de texte...).

### Des réseaux locaux de micro-ordinateurs

C'est une autre possibilité pour minimiser les manipulations (et duplications !) de disquettes et autres cassettes sur un site équipé de plusieurs micro-ordinateurs.

On utilise les ressources (stockage, imprimante) d'un micro-ordinateur, qui devient pour la circonstance la tête du réseau, pour alimenter les autres<sup>(140)</sup> avec différentes possibilités d'échanges et de chargement :



Un nanoréseau (1984)

Tête du réseau  
(Sil'z)

Un poste de travail  
(TO 7)

- la tête du réseau peut imposer un logiciel à un, ou plusieurs, micro-ordinateur(s) poste(s) de travail ;
- un micro-ordinateur peut charger, depuis la tête du réseau, un logiciel ; il peut aussi émettre, vers cette tête du réseau, un logiciel, qui y sera stocké sur disquette ou imprimé à l'aide de l'imprimante ;

(140) Jusqu'à 30 postes possibles de travail, sur les réseaux du type de ceux installés dans le cadre de l'opération « Informatique pour Tous » (les sites sont équipés avec 6).



- un micro-ordinateur peut échanger avec un autre poste de travail un logiciel ou une image écran.

Tous ces transferts de logiciels se font très rapidement, quasi instantanément ; ils sont évidemment gérés par logiciel. Les premiers « nano-réseaux » fonctionnant sur matériels Éducation Nationale ont été commercialisés au début de l'année 1984, mais ils avaient été expérimentés depuis 1982 par le C.U.E.E.P. (Centre Université Économie Éducation Permanente) de Lille, à l'origine du produit, dans ses actions de formation ; des écoles commencent à les utiliser. Par ailleurs, dans le cadre de l'opération « Informatique pour tous », il est prévu l'installation de tels réseaux dans un certain nombre d'ateliers, avec pour tête de réseau un micro-ordinateur dit de « la 4<sup>e</sup> tranche E.N. ». Les premières versions commercialisées ont révélé des difficultés au niveau de la transmission des fichiers-données ; sans doute d'autres apparaîtront avec les nouvelles têtes de réseau. Il est pourtant indispensable que ces produits aient les mêmes fonctions qu'un poste autonome (langage, compatibilité des logiciels) et les avantages spécifiques de la ressource commune et de l'échange direct entre micro-ordinateurs. Sont encore plus intéressants un stockage commun important (disque dur offrant plusieurs millions d'octets disponibles) et possibilité d'éclatement de l'implantation des postes de travail, grâce, par exemple, à des fiches de connexion dans chaque classe d'un établissement.

## VERS L'UTILISATION INTERACTIVE DE L'IMAGE : LE VIDÉODISQUE

On a longtemps entendu les enseignants réclamer des possibilités graphiques pour les ordinateurs qui équipent les classes (affichage à l'écran, langage) ; on les a vus, laborieusement au début, illustrer les séquences d'enseignement, coupler dialogue à l'écran et projection de diapositives ou déroulement de la bande d'un magnétophone... D'autres perspectives s'ouvrent avec le vidéodisque : grande capacité de stockage d'images et de sons associés, interactivité, possibilité d'accès direct très rapide<sup>(141)</sup> à une image précise ou à une séquence d'images, fiabilité de la conservation. Il s'agit donc d'une banque d'images et de sons, analogue aux banques de données constituées sur disques et disquettes des micro-ordinateurs. Par ailleurs, la possibilité d'incruster sur l'image fournie par le disque textes ou graphismes créés par l'ordinateur, la possibilité de proposer plusieurs pistes son sur une même séquence

---

(141) Sur une bande — audio, vidéo, informatique (c'est-à-dire avec enregistrement de programmes et données) — l'accès ne peut être que séquentiel : pour atteindre un point précis, il faut dérouler — éventuellement après réembobinage — la portion qui précède ; sur un disque, l'accès à une piste, ou un secteur, est direct.

d'images, celle d'accélérer ou de ralentir le défilement des images, ou présenter des images fixes... permettent de multiplier les utilisations possibles d'une même séquence d'images ; mais le coût d'un lecteur de vidéodisque est encore dissuasif.

## UN VIDÉODISQUE

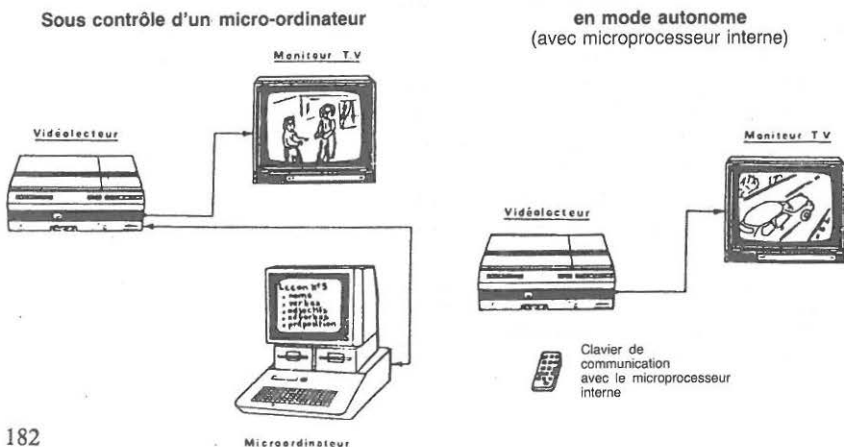
Sur un tel disque, de 33 cm, sont gravés les signaux qui permettent de reproduire des images vidéo sur un écran de télévision : on peut ainsi disposer de 36 minutes à 3 heures d'images suivant qu'on a affaire à un disque simple ou double face (dans ce cas, le lecteur a deux têtes de lecture) et que sont stockées 1 ou 4 images par piste (un disque comporte environ 50 000 pistes et on affiche traditionnellement vingt-cinq images par seconde en vidéo) ; une ou deux pistes « son » sont associées à une piste « images ».

Comme pour les disques audio, **on rencontre deux technologies** : dans les disques « **ordinaires** », la matière plastique conductrice du disque constitue une des armatures d'un condensateur, dont l'autre armature est la tête de lecture et le signal émis traduit le niveau de la première armature ; pour les disques « **compacts** » à lecture optique, la surface réfléchissante, semée de micro-cuvettes, reçoit le faisceau laser émis par la tête de lecture, et le signal émis traduit l'intensité de la lumière réfléchie qui révèle la présence ou l'absence d'une micro-cuvette ; ces disques sont inusables puisque la tête de lecture ne repose jamais sur un sillon.

**Le lecteur de vidéodisque** transmet ces signaux au récepteur T.V. soit par le canal de l'antenne, soit par celui d'une prise péritélévision qui évite alors le décodage par le tuner. En général, ce lecteur offre la possibilité d'afficher en image fixe l'une quelconque des images enregistrées (repérée par le numéro ou le secteur de sa piste ; temps d'accès inférieur à 5 secondes) et de démarrer l'affichage en un point choisi.

Certains lecteurs comportent un micro-processeur 1 K de mémoire permettant d'exécuter un programme de gestion des images enregistré alors sur le vidéodisque (cf. vidéodisque « The Puzzle of Tacoma Narrows bridge Collapse » réalisé par Robert FULLER à l'Université de NEBRASKA-U.S.A., didacticiel de Physique).

### Schémas d'utilisation d'un vidéodisque



## Quelques expérimentations actuelles en France :

Depuis plusieurs années, à l'Institut National de la Recherche Pédagogique (I.N.R.P.), Bernard DUBREUIL étudie les quelques réalisations de vidéodisques à l'étranger, met au point des logiciels permettant de piloter ce nouveau périphérique de micro-ordinateur qu'est un lecteur de vidéodisque.

Parmi les réalisations françaises, citons la banque d'images réalisée au département Moyen Âge de la Bibliothèque Sainte-Geneviève à Paris. Enluminures et documents très fragiles, accès réservé à un tout petit nombre... Le département proposait, il y a quelques années, une collection de trois mille quatre cents diapositives; désormais, les reproductions de toutes ces enluminures sont stockées sur un vidéodisque et associées à une banque de données sur micro-ordinateur: il est donc possible de procéder à des recherches multi-critères quasi instantanées (80 thèmes, 1 000 sujets) et d'accéder à une image, dont on peut d'ailleurs ensuite obtenir un zoom sur certains détails, à partir de mots-clés.

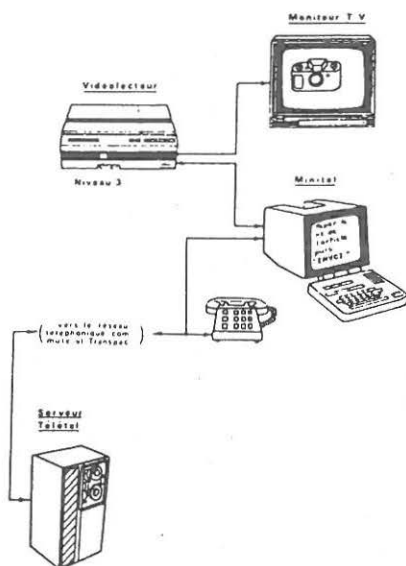
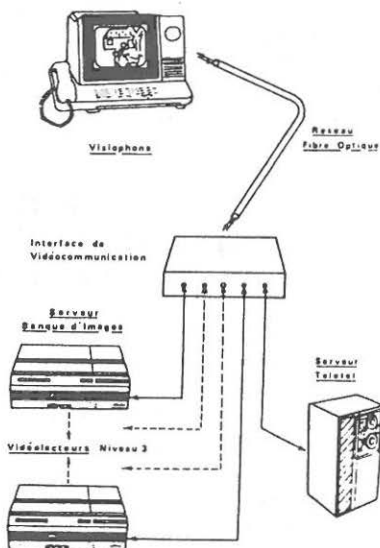


Schéma d'utilisation d'un vidéodisque sous contrôle télématique



Id. en mode « téléconsultation » (expérimentation Biarritz)

Le Centre mondial de l'informatique de Paris a, quant à lui, fait appel aux possibilités d'un vidéodisque pour un cours d'apprentissage de premiers secours en cas d'accident: telle ou telle séquence d'images se déroule en fonction du choix ou de la réponse de l'utilisateur aux

questions qui ponctuent le cours, lequel débute par la présentation de cinq cas-types d'accidents ; à tout instant, l'utilisateur peut faire appel à un glossaire de mots techniques, revenir en arrière, arrêter sur une image, ralentir ou accélérer.

La C.A.M.I.F.<sup>(142)</sup> prépare les années 90 avec l'expérience qu'elle commence à développer à Biarritz, parallèlement à l'expérimentation des fibres optiques et visiophone faite par les Télécommunications : le vidéodisque remplace le catalogue papier (les pages «Conseils» relatifs au choix d'un type de produits ne sont pas oubliées !) et la commande peut être directement enregistrée sur le serveur de la C.A.M.I.F.

## Quel avenir ?

En 1985, la réalisation de la banque d'images du vidéodisque coûte très cher (10 MF) ; il en est de même du lecteur de vidéodisque dont la partie mécanique est moins sophistiquée que celle d'un magnétoscope (elle est analogue à celle d'un tourne-disques) ; il est certain qu'une production en grand nombre, aussi bien au niveau du pressage des vidéodisques que de la fabrication des lecteurs (et les composants électroniques sont de moins en moins coûteux), entraînerait une chute spectaculaire des prix ; à côté d'une utilisation grand public (films, clips vidéo avec une qualité d'images bien supérieure à celle actuellement offerte), on peut imaginer des utilisations importantes à des fins éducatives par appel à ces banques d'images interactives.

## VERS L'E.I.A.O ENSEIGNEMENT INTELLIGEMENT ASSISTÉ PAR ORDINATEUR

Née il y a maintenant un quart de siècle, l'Intelligence Artificielle a longtemps piétiné et on a pu se demander un moment si on ne s'était pas engagé dans une impasse totale. Il s'agissait ni plus ni moins de construire des modèles informatiques ayant des comportements intelligents, de la même façon que les Physiciens utilisent des modèles mathématiques abstraits pour décrire les phénomènes naturels.

Depuis quelques années, cependant, on a vu apparaître une des premières applications concrètes de ces recherches avec la mise au point de «Systèmes-Experts», ou «Systèmes à Base de Connaissances», de plus en plus nombreux, d'une efficacité croissante, dans les domaines aussi variés que le diagnostic médical, la prospection minière, la conception de gammes de fabrication, la planification de manipulation génétique ou la résolution des intégrales...

---

(142) C.A.M.I.F. : Coopérative des Adhérents de la Mutuelle Instituteurs de France.

Ces systèmes complexes sont maintenant appelés à se développer dans tous les domaines, y compris celui de l'enseignement<sup>(143)</sup>, et vont bouleverser notre vision actuelle des ordinateurs, machines stupides ne sachant faire qu'une chose : exécuter des programmes préalablement enregistrés dans sa mémoire décrivant une succession d'opérations portant sur des données (informations numériques ou autres), elles aussi stockées en mémoire.

Les Japonais l'ont si bien compris qu'en 1981 ils ont lancé un vaste programme de recherche sur les ordinateurs de 5<sup>e</sup> génération, l'objectif étant de mettre au point pour la prochaine décennie des machines spécialisées dans le traitement des connaissances.

Il ne faudrait pas cependant oublier les États-Unis : ce sont eux qui, dès 1956 ont amorcé la course à l'Intelligence Artificielle dans leurs Universités de Stanford, Boston et Yale avec le langage symbolique LISP, eux qui ont mis au point les tout premiers systèmes experts vers 1965, et qui ont donc acquis dans ces domaines un savoir-faire difficile à égaler actuellement.



(143) Avec cependant de redoutables problèmes non complètement résolus pour le moment (voir Annexe de ce chapitre).

En Europe, aux côtés de la Grande-Bretagne, la France tient une place honorable avec de nombreuses équipes de recherche en Intelligence Artificielle: I.N.R.I.A., C.N.R.S.<sup>(144)</sup>, Universités (Aix-Marseille, Grenoble, Nancy...), et BULL, C.G.E.<sup>(145)</sup>... PROLOG (comme PROgrammation LOGique), langage d'origine française, né il y a une dizaine d'années à la Faculté des Sciences de Luminy à Marseille, a d'ailleurs fortement inspiré le programme japonais et ses créateurs viennent de fonder une entreprise pour développer le langage d'Intelligence Artificielle et l'implanter sur les micro-ordinateurs 16 bits.

## SYSTÈMES-EXPERTS

Ils sont utilisés pour traiter des problèmes pour lesquels aucun algorithme de résolution n'est disponible.

Un système-expert, comme son nom l'indique, est capable de se comporter «intelligemment» comme un expert d'un domaine bien spécialisé.

C'est pourquoi, pour le moment, ils ne sont utilisables que dans des cas bien précis, bien délimités, pour lesquels les connaissances d'un expert peuvent être intégrés à l'ordinateur.

**Base de connaissances:** elle contient des données relatives au cas étudié, des faits relatifs au problème, des règles d'inférence permettant d'opérer des déductions intéressantes. Les faits et les règles sont déclarés dans un ordre quelconque qui ne préjuge en rien la façon dont seront utilisées ces informations.

**Moteur d'inférence:** c'est le mécanisme d'exploitation chargé d'utiliser les connaissances de la base pour résoudre le problème posé et répondre à toute question.

Il existe une séparation très nette entre la base de connaissances et les procédures chargées de l'exploiter: ceci est une caractéristique essentielle des systèmes-experts qui permet une grande souplesse de mise au point du système.

C'est ce principe qui permettra la mise au point des ordinateurs de 5<sup>e</sup> génération vers 1990, avec la possibilité d'intégrer un million de faits et plus (actuellement quelques centaines) dans la base de connaissances.

### **Quelques systèmes-experts actuellement opérationnels:**

- évaluation de gisements de minerai, potentiels de sites géologiques;
- prospection pétrolière;
- diagnostic de maladie (hypertension, diabète...) et aide à la prescription de médicaments;
- recherche de pannes de moteur;
- conseils dans les opérations fiscales.

(144) Déjà cités: Institut National de Recherche en Informatique et Automatique et Centre National de Recherche Scientifique.

(145) Fabricants d'ordinateurs.

## LA 5<sup>e</sup> GÉNÉRATION D'ORDINATEURS <sup>(a)</sup>

**Les quatre premières générations**, depuis 1943, se définissent par rapport à leur technologie centrale; à chaque génération, on a diminué considérablement leur taille tout en augmentant leurs performances.

Ce furent d'abord les tubes à vide (1<sup>re</sup> génération), puis les transistors (2<sup>e</sup> génération), puis les circuits intégrés (3<sup>e</sup> génération), enfin les micro-processeurs V.L.S.I. (very large scale intégration; 4<sup>e</sup> génération).

Cette quatrième génération dominera les années 80. Toutes ces générations sont en fait conçues sur le principe de la machine de Von Neumann et se composent d'une unité centrale de traitement (contrôleur d'exécution de programmes), d'une mémoire et d'appareils d'entrée-sortie.

Cette architecture reste limitée en vitesse de traitement car ces machines n'exécutent qu'une seule instruction à la fois et sur une seule donnée, selon un mode séquentiel, avec les contraintes de la fréquence maximale supportable par les portes logiques du circuit processeur (100 mégaflops, c'est-à-dire 100 millions d'opérations en virgule flottante par seconde sur les super-ordinateurs actuels).

**Les ordinateurs de 5<sup>e</sup> génération** modifieront considérablement les données actuelles:

- l'architecture même: recours systématique à des architectures dites parallèles, soit instruction unique à des données multiples, soit instruction multiple sur plusieurs données;
- les composants: augmentation de la rapidité;
- les langages: il sera possible de manier les relations symbolisées et pas seulement des objets symbolisés (nombres, mots).

Cette 5<sup>e</sup> génération se distinguera donc fondamentalement des quatre premières, tant par sa technologie que par sa conception et sa fonction. Japonais et Américains visent pour 1990 une vitesse de calcul théorique de 10 000 mégaflops.

De plus, et c'est au moins aussi important, ces nouvelles machines recevront le nom de «systèmes informatiques de traitement de la connaissance», appellation qui marque bien le passage du simple traitement des données, comme c'est le cas actuellement, au traitement intelligent de la connaissance. Ces machines seront spécialement créées pour des fonctions faisant appel à l'Intelligence Artificielle.

---

(a) Cf. «La cinquième génération, le pari de l'intelligence artificielle à l'aube du xxi<sup>e</sup> siècle» d'Edward FEIGENBAUM et Pamela MC CORDUCK. Inter Édition Paris.

## PROLOG, un exemple de langage de l'intelligence artificielle

PROLOG... encore un nouveau langage ! Et pourtant, des langages de programmation, il n'en manque pas !

Depuis les débuts de l'informatique, on en a inventé des centaines et des centaines, dont certains avaient, et ont encore, une renommée mondiale.

Mais PROLOG est un langage qui s'écarte complètement du peloton des FORTRAN, COBOL, L.S.E., PASCAL et autres BASIC...

Dans un langage de programmation classique, un programme est la retranscription d'un algorithme, c'est-à-dire d'une méthode de résolution d'un certain type de problèmes.

Au contraire, un programme écrit en PROLOG ne fait qu'énoncer un **ensemble de faits** pertinents sur un domaine, sous la forme d'une série de **règles** qui font davantage penser aux axiomes des mathématiques qu'à des ordres donnés à une machine.

Ces règles, une fois « rentrées » dans l'ordinateur, sont ensuite exploitées par un système de déduction, la **machine PROLOG**, capable de répondre à toute question dont la réponse est logiquement déductible des connaissances fournies au préalable.

Cette machine PROLOG est pour le moment simulée par un programme, mais elle aura bientôt un existence matérielle dans le cadre de travaux sur les ordinateurs de 5<sup>e</sup> génération.

Les caractéristiques de PROLOG en font un langage particulièrement adapté aux problèmes relevant de l'Intelligence Artificielle, et en particulier aux systèmes-experts.

La différence essentielle entre un langage de programmation classique et un langage comme PROLOG est que, dans le premier cas, on a le tryptique « UN problème — UN algorithme — UN programme », alors que dans le second, le programme permet de résoudre différents problèmes sans contenir de méthode de résolution : on déclare un certain nombre de faits concernant une problématique et la machine PROLOG met en œuvre un mécanisme d'**inférence logique** pour chercher la réponse à **toute question posée**.

### Un exemple simple :

Dans un langage classique, le programmeur indiquerait par exemple l'algorithme suivant :

soustraire la date de naissance de la date du jour pour obtenir l'âge, puis, si celui-ci est inférieur à 18, déduire 30 % du tarif pour obtenir le prix, sinon...

En PROLOG, ce même programmeur **déclarera** les faits :

- le prix pour les mineurs est égal au tarif diminué de 30 % ;
  - les mineurs sont des personnes dont l'âge est inférieur à 18 ;
  - l'âge d'une personne est la différence entre la date du jour et sa date de naissance...
- dans cet ordre ou dans un autre, sous une forme cependant un peu plus éloignée du langage courant.



Il n'est pas question de développer ici ce langage qui demande une pratique importante pour être complètement assimilé, et cela d'autant plus qu'il perturbe les habitudes algorithmiques classiques : les connaissances sont représentées sous forme d'arbres qui décrivent les faits ; les programmes sont des ensembles de règles, chacune énonçant une proposition qui introduit un élément d'information sur le sujet ; le « résultat » est le produit d'une question.

Nous avons choisi d'illustrer ce type de langage par un exemple d'utilisation de PROLOG, extrait d'un article d'Alain COLME-RAUER, professeur d'informatique à la faculté des sciences de Luminy à Marseille, paru dans le bulletin « La Recherche » n° 158 (septembre 1984).

### Résolution de problème

Ce programme met bien en évidence les avantages de PROLOG comme langage adapté à la résolution de problèmes. Il s'agit de résoudre un casse-tête arithmétique consistant à attribuer aux variables « S », « E », « N », « D », « M », « O », « R » et « Y » des chiffres tous différents, de telle sorte que l'addition « SEND + MORE = MONEY » soit juste. Pour cela, on introduit les quatre reports « r<sub>1</sub> », « r<sub>2</sub> », « r<sub>3</sub> » et « r<sub>4</sub> », éventuellement nuls, qui sont à ajouter à chaque colonne de la figure B. La description du problème mettant en œuvre des listes, on utilise la notation « pointée ». La liste « suite (a, suite (b, suite (c, suite (d, vide)))) », s'écrit ainsi « a · b · c · d · vide ».

$$\begin{array}{r} \text{A)} \quad \begin{array}{r} \text{S E N D} \\ + \text{M O R E} \\ \hline \text{M O N E Y} \end{array} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{B)} \quad \begin{array}{r} \text{r}_1 \text{ r}_2 \text{ r}_3 \text{ r}_4 \\ \text{S E N D} \\ + \text{M O R E} \\ \hline \text{M O N E Y} \end{array} \end{array}$$

C) solution (S.E.N.D,M.O.R.E,M.O.N.E.Y.) →  
 sans-répétition (S.E.N.D.M.O.R.Y. vide)  
 admissible (r<sub>1</sub>, 0, 0, M, 0)  
 admissible (r<sub>2</sub>, S, M, O, r<sub>1</sub>)  
 admissible (r<sub>3</sub>, E, O, N, r<sub>2</sub>)  
 admissible (r<sub>4</sub>, N, R, E, r<sub>3</sub>)  
 admissible (0, D, E, Y, r<sub>4</sub>)  
 { S ≠ 0, M ≠ 0 };

admissible (0, u<sub>1</sub>, u<sub>2</sub>, u<sub>3</sub>, r) →  
 plus (0 · u<sub>1</sub>, 0 · u<sub>2</sub>, r · u<sub>3</sub>);  
 admissible (1, u<sub>1</sub>, u<sub>2</sub>, u<sub>3</sub>, r) →  
 plus (0 · u<sub>1</sub>, 0 · u<sub>2</sub>, x)  
 plus-un (x, r · u<sub>3</sub>);

D) sans-répétition (vide) → ;  
 sans-répétition (u · ℓ) →  
 hors de (u, ℓ),  
 sans-répétition (ℓ);

hors-de (u, vide) → ;  
 hors-de (u, v · ℓ);  
 hors de (u, ℓ),  
 u ≠ v };

E)  
 plus (0.0, x, x) →  
 inférieur-à-vingt (x);  
 plus (x', y, z') →  
 plus-un (x, x')  
 plus (x, y, z)  
 plus-un (z, z');  
 inférieur-à-vingt (0.0) → ;

plus-un (0.0, 0.1) → ;  
 plus-un (0.1, 0.2) → ;  
 plus-un (0.2, 0.3) → ;  
 plus-un (0.3, 0.4) → ;  
 plus-un (0.4, 0.5) → ;  
 plus-un (0.5, 0.6) → ;  
 plus-un (0.6, 0.7) → ;  
 plus-un (0.7, 0.8) → ;  
 plus-un (0.8, 0.9) → ;  
 plus-un (0.9, 1.0) → ;  
 plus-un (1.0, 1.1) → ;

inférieur-à-vingt (y) →  
plus-un (x, y);

plus-un (1.1, 1.2) →;  
plus-un (1.2, 1.3) →;  
plus-un (1.3, 1.4) →;  
plus-un (1.4, 1.5) →;  
plus-un (1.5, 1.6) →;  
plus-un (1.6, 1.7) →;  
plus-un (1.7, 1.8) →;  
plus-un (1.8, 1.9) →;

F) solution (x, y, z)?

(x = 9.5.6.7, y = 1.0.8.5, z = 1.0.6.5.2)

9 567  
+ 1 085  
-----  
10 652

Le programme est composé de trois parties : C, D et E. En E, est programmée la table d'addition élémentaire jusqu'à 20, que doit apprendre par cœur tout élève de l'école primaire ; la machine, quant à elle, devra la recalculer constamment, puisqu'elle ne sait qu'ajouter 1. On devine que « plus (x, y, z) » signifie «  $x + y = z$  », chaque nombre étant représenté par deux chiffres séparés par un point.

En D, on définit ce qu'est une suite sans répétition ; on notera que la dernière règle de D, comme le permet PROLOG, contient effectivement une contrainte. En C, on exprime que pour calculer la solution, il faut affecter à la suite de lettres « S, E, N, D, M, O, R, Y » des valeurs toutes différentes, et que dans chacune des cinq colonnes de l'addition, une relation appelée « admissible » doit être satisfaite entre le report à ajouter, les trois lettres de la colonne et le report précédent. Cette relation est elle-même définie à partir de la relation « plus » et de la relation « plus-un ». Le fait que les nombres « SEND », « MORE » et « MONEY » ne doivent pas commencer par le chiffre 0 est exprimé sous forme d'une contrainte dans la première règle de C. En F, on défie la machine de nous donner les trois nombres mystérieux.

On voit ainsi que l'utilisation de ce langage introduit une gymnastique nouvelle, qui permet de conserver une vision à la fois plus fine et plus synthétique des problèmes traités.

Cette méthodologie est applicable à des domaines aussi divers que la gestion des banques de données, les interfaces homme-machine en langue naturelle, les systèmes-experts ou la conception assistée par ordinateur ; le « style » de programmation imposé par PROLOG pourrait, en fait, devenir un jour la façon naturelle d'aborder tout problème informatique.

## Et l'E.I.A.O. ?

A partir du moment où il est possible d'utiliser l'ordinateur non comme un simple outil susceptible d'exécuter, après programmation, des algorithmes préalablement déterminés, donc fermés, mais comme une machine « artificiellement intelligente », capable de prendre en compte à tout moment l'apprentissage, le raisonnement, la déduction et le cheminement d'un élève et de lui apporter l'aide qu'il faut, au moment où il faut, des pistes, des recherches nouvelles sont maintenant à définir et à expérimenter. C'est déjà commencé ici et là, en sciences de l'éducation, dans les universités, dans certains centres de formation

approfondie... avec des débuts de réalisation nécessairement limités (systèmes-experts obligent...).

C'est une entreprise de longue haleine, liée au développement du matériel, des logiciels... et de la connaissance même des apprentissages <sup>(146)</sup>.

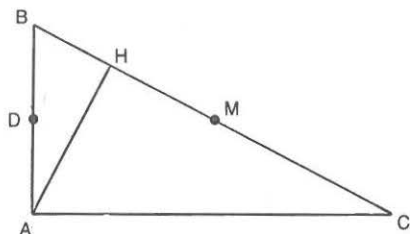
On peut cependant raisonnablement espérer que les années qui viennent verront petit à petit se concrétiser dans l'enseignement, et dans l'enseignement des mathématiques en particulier, les apports tout à fait nouveaux de l'intelligence artificielle.

Voici, rapidement résumés, deux exemples donnant une idée de certaines pistes de travail.

### Une aide à la démonstration en géométrie (4<sup>e</sup>)

Il s'agissait d'aider un élève de 4<sup>e</sup> à résoudre un problème de géométrie.

Le programme initial, écrit en MICRO-PROLOG, a été repris et modifié, avec une entrée graphique, pour passer sur Micral 90/50 en PROLOG II <sup>(147)</sup>.



#### Le problème de géométrie :

On considère un triangle ABC rectangle en A.

M et D sont les milieux respectifs des côtés BC et AB.

AH est la hauteur relative au sommet A.

Démontrer que les points D et H appartiennent au cercle de diamètre AM.

Un problème consiste, à partir d'un ensemble d'hypothèses donné et au moyen d'un ensemble de théorèmes, à obtenir une conclusion.

Le déroulement du programme s'effectue en deux temps :

1. l'élève doit montrer qu'il a bien compris les hypothèses. Pour cela on lui demande de construire à l'écran une figure qui vérifie ces hypothèses ;
2. l'élève doit démontrer la conclusion qui lui est donnée. Pour cela il procède par étapes successives. A chaque étape l'élève choisit un théorème parmi ceux qui lui sont proposés à l'écran. Il doit alors exprimer l'ensemble des conditions qu'il peut admettre pour que, en appliquant le théorème choisi et connaissant les hypothèses, on obtienne la conclusion.

Cet ensemble de conditions constitue la conclusion de l'étape suivante.

(146) Voir annexe du chapitre.

(147) Rapport de stage de Mme LE NESTOUR et M. ROUXEL, stagiaires en 1983-1984 au CREFFIB de Rennes, repris par ESTIENNEY Jean-Côme.

La démonstration est donc une démarche **ascendante**, en partant de la conclusion générale.

- Les hypothèses du problème sont données par le professeur sous la forme d'une clause PROLOG :  $ho \rightarrow$  liste des hypothèses.

Dans cet exemple une hypothèse est un prédicat d'un des types :

droit ( $x, y, z$ ) : l'angle  $x y z$  est droit en  $y$

milieu ( $x, y, z$ ) :  $x$  est milieu de  $[y z]$

cercle ( $C, O, m$ ) :  $C$  est un cercle de centre  $O$  passant par  $m$ .

Ici les hypothèses seront donc :

$ho \rightarrow$

droit (« B », « A », « C »)

droit (« A », « H », « C »)

droit (« A », « H », « B »)

milieu (« M », « B », « C »)

milieu (« D », « A », « B »)

- De la même façon (mais ce serait trop long et trop technique à expliquer ici), le professeur doit exprimer la conclusion générale du problème sous la forme :

Conclgen  $\rightarrow$  liste des propriétés à démontrer.

- Les théorèmes sont numérotés ; l'élève les désignera par leur numéro ; ces théorèmes apparaîtront sur l'écran à chaque étape de la démonstration.
- Les théorèmes : dans cet exemple, trois théorèmes sont proposés :
  1. si le triangle MNP est rectangle en P, alors P appartient au cercle de diamètre [MN] ;
  2. si deux droites sont parallèles, toute perpendiculaire à l'une est perpendiculaire à l'autre ;
  3. dans un triangle, la droite qui passe par les milieux de deux côtés est parallèle au support du troisième côté.

Ces théorèmes sont également enregistrés en PROLOG.

- Dans un premier temps il est demandé à l'élève s'il a bien compris les hypothèses du problème en construisant à l'écran une figure géométrique qui contienne les hypothèses. Il dispose pour cela d'un langage de construction : désignation d'un point, droite définie par deux points connus, droite perpendiculaire à la dernière droite décrite en passant par un point connu, projection orthogonale d'un point connu sur la dernière droite décrite, milieu d'un bi-point...

Lorsque l'élève signale qu'il pense avoir construit une figure correcte, la clause  $ho$  (les hypothèses) doit pouvoir être vérifiée.

Si c'est le cas, on passe à la démonstration proprement dite.

- Résolution du problème étape par étape.  
Avant le lancement de la première étape (étape (1)) on ajoute la clause :  
conclusion (1)  $\rightarrow$  conclusion générale du problème.

Déroulement d'une étape :

étape (i) choix d'un théorème par l'élève ;  
ajouter la clause théorème (n) ;  
lecture de la liste des conditions données par l'élève ;  
ajouter chaque condition comme un fait PROLOG ;  
l'analyse est correcte si conclusion (i) est démontrable ;  
supprimer les conditions et théorème (n) ;  
si l'analyse est correcte  
alors  
si la liste des conditions est vide  
alors Terminer  
sinon Ajouter : conclusion (i + 1) → condition (i)  
étape (i + 1)  
sinon étape (i)

• **Pour conclure... provisoirement.**

Ceci ne peut donner qu'une petite idée du programme réalisé, qui fonctionne correctement mais ne constitue encore qu'une ébauche d'un produit diffusable. Sur le fond d'abord, il n'est pas sûr que la démarche ascendante soit à employer systématiquement en géométrie et il faudrait expérimenter d'autres démarches.

Sur la forme ensuite, il serait intéressant que l'élève puisse, en cours de démonstration, construire les objets géométriques dont il a besoin, utiliser une tablette graphique pour la construction des figures, avoir à sa disposition un langage plus naturel que PROLOG pour simplifier les dialogues...

Tout ceci est envisagé dans le cadre d'une recherche à l'Institut de Recherche en Informatique et Systèmes Aléatoires (IRISA), à Rennes.

**Comprendre, résoudre et expliquer un problème** <sup>(148)</sup>  
(CE2-CM1)

Il s'est agi, dans le cadre d'un stage de Diplôme d'Études Approfondies (D.E.A.), de mettre au point un didacticiel d'arithmétique basé sur :

- la compréhension d'un énoncé de problème formulé dans le langage de la discipline objet de l'apprentissage ;
- la résolution d'un problème par la mise en évidence du raisonnement correspondant ;
- la détection des erreurs et la génération des explications correspondantes ;
- le guidage de l'élève dans le didacticiel en fonction de l'ensemble de son comportement.

(148) D'après un article de Christine FAY et Maryse QUÉRÉ, Centre de Recherche en Informatique de Nancy, paru dans le Journal de la Formation continue et de l'E.A.O. n° 174.

Ce didacticiel doit proposer aux enfants (ou attendre des enfants) des problèmes faisant appel à différentes capacités :

- des problèmes complets dont la solution est un nombre ;
- des problèmes ouverts dans lesquels les enfants doivent créer un énoncé ;
- des problèmes incomplets, dans lesquels il manque une donnée ;
- des problèmes pour lesquels on donne les opérations et pour lesquels il faut trouver une histoire ;
- des problèmes d'approximation.

Un exemple : Une bibliothèque comprend 10 rayons.  
Six rayons contiennent 35 livres chacun  
et 4 rayons contiennent 20 livres chacun.  
Trouver le nombre total de livres.

La solution d'un problème de ce type peut s'exprimer de trois façons différentes qui seront reconnues correctes :

- résultat numérique : 290 ;
- opération associée (avec résultat) :  $(35 \times 6) + (20 \times 4) = 290$  ;
- calcul (sans résultat) :  $(35 \times 6) + (20 \times 4)$ .

Les erreurs classiques d'un enfant sur ce problème :

- des erreurs de calcul (pouvant se reproduire) :
  - sur une addition simple,
  - sur une multiplication ;
- des erreurs de raisonnement :
  - proposer une opération à la place d'une autre ;
- des erreurs de lecture de l'énoncé.

### Comment est géré le dialogue avec l'enfant ?

- Si l'enfant donne la réponse numérique juste, on lui demande l'opération qu'il a faite ;
- Sinon, on accepte deux réponses fausses successives avant de reprendre le calcul niveau par niveau pour guider le raisonnement ou vérifier les calculs intermédiaires.

Voici un dialogue complet pour ce problème de la bibliothèque :

Enfant : 190  
Ordinateur : c'est faux, recompte  
E : 280  
O : c'est faux ; nous allons reprendre le raisonnement à son début.  
Il y a . . . rayons de 35 livres ?  
E : 6  
O : C'est juste.  
Il y en tout . . . livres sur ces rayons ?  
E : 210  
O : C'est correct.  
Il y a . . . rayons de 20 livres ?

E : 3  
O : C'est incorrect. Regarde ton énoncé.  
Il y a 4 rayons de 20 livres.  
Il y a en tout . . . livres sur ces rayons ?  
E : 60  
O : Non, recompte.  
E : 80  
O : Oui  
Il y a en tout . . . livres ?  
E : 290  
O : Oui  
L'opération complète était bien :  
 $(6 \times 35) + (4 \times 20) = 290$   
Tu as terminé.

### Et maintenant ?

Ici également ce travail n'est qu'une première étape dans un projet plus vaste en arithmétique qui sera une généralisation à des problèmes de structures et types différents.

## Annexe :

# SYSTÈMES EXPERTS ET E.I.A.O. : POSSIBILITÉS ET LIMITES

*D'après un article d'Évelyne CAUZINILLE-MARMÈCHE et Jacques MATHIEU, paru dans la revue « Psychologie Française ».*

Les progrès récents, tant de l'informatique que de l'intelligence artificielle que de la psychologie cognitive, permettent d'envisager de nouvelles conceptions de l'Enseignement Assisté par Ordinateur. On peut attendre de l'ordinateur qu'il prenne en charge tout un ensemble de fonctions que seul l'enseignant pouvait jusqu'alors assumer.

Une telle conception de l'E.I.A.O. (Enseignement Intelligemment Assisté par Ordinateur) pose de redoutables problèmes. Il faut en effet que le système soit lui-même capable de résoudre des problèmes extrêmement complexes, afin de pouvoir orienter et conseiller l'élève dans sa démarche. Les développements récents de la méthodologie des systèmes-experts fournissent un outil puissant pour aborder cette question (LAURIÈRE, 1982; MATHIEU, 1983). Le principe de tels systèmes est d'exprimer le savoir de l'expert sous la forme d'un ensemble de règles de production du type « condition-action ». Un « moteur » gère cet ensemble de règles. Cette méthodologie nécessite seulement que l'expert du domaine soit capable d'explicitier sa démarche en termes des actions qu'il réalise au coup par coup. A côté de ce module « expert », tout tutoriel intelligent doit inclure une autre composante fondamentale : un module « diagnostic » qui permet d'interpréter ce que fait l'élève. Ce module décrit les connaissances de celui-ci et leur évolution tout au long de la tâche. Plusieurs conceptions du diagnostic ont été proposées. Dans le cas le plus simple, le système identifie un ensemble de règles que le sujet maîtrise. Celles-ci constituent un sous-ensemble des règles du système-expert de résolution. A un second niveau, le système identifie les règles erronées, les « buggy algorithms » du sujet. Au dernier niveau enfin le système tente d'interpréter l'ensemble de la démarche du sujet : les connaissances activées, la représentation du problème élaborée par le sujet, le type de planification mis en œuvre... Enfin, un système d'E.I.A.O. comprend un module « apprentissage » qui définit le type d'intervention du système (aide, conseils, explications...), décide de leur opportunité, et gère, s'il y a lieu, la suite des exercices à proposer. On peut distinguer deux conceptions de ce module, selon le degré d'initiative laissé à l'élève ou au système. Dans le premier cas, c'est l'étudiant qui garde l'initiative de la démarche et du dialogue. Le système a pour rôle d'apporter à l'élève les informations qu'il désire obtenir, et de lui fournir éventuellement aide et conseil, sans chercher à lui imposer une autre démarche. Les domaines où de tels tutoriels ont été élaborés sont des domaines où il est difficile d'explicitier la démarche optimale : il s'agit notamment de problèmes de diagnostic. Dans le second cas, c'est le système qui dirige la démarche de l'étudiant à partir d'un ensemble de règles tutorielles. En fonction du diagnostic, le système définit les explications appropriées, et la suite d'exercices à donner. Les conceptions de l'apprentissage sous-jacentes sont généralement rudimentaires. Elles procèdent plus d'une analyse de la matière que d'une théorie des processus d'apprentissage eux-mêmes. Cependant, des développements récents laissent penser que progressivement les systèmes d'E.I.A.O. vont intégrer des processus d'acquisition de connaissances tels que l'analogie, la discrimination, la généralisation...



## 1. Proposer un environnement interactif

La « philosophie pédagogique » sous-jacente est que l'étudiant est le maître-d'œuvre de la construction de ses connaissances et doit garder l'initiative de sa démarche. C'est par la pratique qu'il acquerra une bonne stratégie et parviendra à maîtriser les règles adéquates, celles que l'expert du domaine utiliserait pour traiter les problèmes. Le système a surtout pour fonction de répondre aux demandes du sujet.

Deux systèmes sont particulièrement représentatifs de cette approche : GUIDON (SHORLIFF, F.M., 1976 ; CLANCEY, 1983a et 1983b ; CLANCEY et LETSINGER, 1981), et SOPHIE I, II, III (BROWN, BURTON et de KLEER, 1982). Dans les deux cas, le domaine de problème étudié est le diagnostic : diagnostic médical pour GUIDON, détection de pannes (dans des circuits électroniques) pour SOPHIE. Il s'agit de problèmes complexes où la stratégie de test d'hypothèses à mettre en œuvre ne peut être explicitée sous forme d'un algorithme simple. Dans ces systèmes interactifs, l'étudiant est libre de sa démarche : il peut faire les hypothèses ou les expériences qu'il veut, demander les informations qu'il souhaite... Le module « expert » est utilisé pour interpréter les hypothèses du sujet, pour juger de leur cohérence en fonction des informations disponibles, pour répondre aux questions du sujet. A certains moments précis, le système peut intervenir, notamment dans le cas où le sujet demande des informations redondantes, n'a pas fait toutes les déductions possibles, ou tire des conclusions incompatibles avec certaines données. Le système pourra alors indiquer au sujet les règles qui auraient pu être appliquées, tout en restant dans le cadre de la démarche propre de l'étudiant. Dans GUIDON, le système peut aussi, à la demande de l'étudiant « faire le point » en fournissant un résumé des informations et conclusions déjà obtenues : il joue alors le rôle d'aide-mémoire.

## 2. Faire un diagnostic de l'étudiant

A la différence des systèmes d'E.A.O. classiques qui s'appuient sur une évaluation globale de la performance des sujets (SUPPES, 1967 ; WOODS et HARLEY, 1971), les systèmes d'E.I.A.O. cherchent à faire un diagnostic précis des connaissances du sujet.

On peut distinguer plusieurs niveaux de diagnostic :

- le diagnostic consiste simplement à faire la liste des « règles » ou « habiletés » (skills) que le sujet maîtrise. Les erreurs du sujet ne sont pas interprétées ;
- le modèle du sujet inclut l'ensemble de règles, correctes et incorrectes, que le sujet est supposé utiliser ;
- le modèle du sujet concerne la stratégie de résolution : les connaissances évoquées, la représentation du problème qui a été élaborée, les processus de planification...

Le niveau de diagnostic choisi dépend évidemment du domaine de connaissance étudié, et de sa complexité, mais aussi, nous l'avons déjà noté, de l'organisation des connaissances du module « expert ». Partant du diagnostic, le système détermine ce que l'étudiant doit apprendre, et comment intervenir pour le faire progresser. Généralement, le but de l'apprentissage est le savoir-faire de l'expert, exprimé sous forme de règles.

La séquence d'apprentissage comporte trois aspects :

- une présentation de la règle que l'étudiant aurait pu employer, le plus souvent celle que l'expert utiliserait ;

- une justification concernant l'utilisation de cette règle ;
- le cas échéant, le choix des exercices à proposer.

Cette séquence dépend explicitement du diagnostic du sujet. Cet aspect est le plus avancé dans les recherches actuelles. C'est donc celui que nous privilégierons.

### 1. Identifier quelles sont les règles maîtrisées par le sujet.

En fonction des réponses données par l'étudiant, le module « diagnostic » identifie les règles (ou « skills ») supposés maîtrisées par le sujet. Ces règles constituent un sous-ensemble des règles correctes implantées dans le module « expert ». Ce n'est que par différence que le système identifie les règles que le sujet ignore.

De nombreux systèmes fonctionnent selon ce principe. Parmi eux, le système de KIMBALL (1982), dans le domaine de la résolution de problèmes complexes d'intégration, le système d'O'SHEA (1979) dans le domaine de la résolution d'équations quadratiques, WEST (de BURTON et BROWN, 1979) destiné à améliorer les stratégies des sujets dans un jeu simple (une sorte de jeu de l'oie), GUIDON (de CLANCEY, 1983) dans le domaine du diagnostic médical.

L'un des problèmes posés par les systèmes de diagnostic de ce type est que l'analyse réalisée n'a de sens que si la stratégie du sujet ne s'écarte pas trop de celle qui est exprimée dans le module « expert ».

Par ailleurs, ces systèmes de diagnostic n'identifiant que les règles correctes maîtrisées par le sujet (ou plus ou moins maîtrisées, un degré de certitude pouvant être associé au diagnostic, cf. par exemple O'SHEA, 1979), le module « tutoriel » ne peut que s'appuyer sur une organisation de la tâche, puisqu'il n'a pas accès à la stratégie propre du sujet. J. CLANCEY (1983a et 1983b) souligne la difficulté d'enseigner aux sujets des règles sans prendre en compte les heuristiques qui permettent de gérer l'accès à ces règles.

### 2. Connaître l'ensemble des règles, correctes et incorrectes, que le sujet utilise, et savoir de quelles conceptions elles proviennent.

A ce niveau, les erreurs du sujet sont interprétées comme reflétant l'utilisation de règles incorrectes (« buggy algorithms »). Ceci suppose que le système comprenne un catalogue de telles règles ou algorithmes erronés (SLEEMAN, 1982).

.....

Les problèmes posés par ce type de diagnostic sont de différents ordres.

D'abord, il est difficile de mettre au point un catalogue complet de toutes les règles erronées possibles.

Ensuite, et c'est une critique plus sérieuse, à une même réponse du sujet peuvent correspondre plusieurs règles erronées, et donc, a fortiori, à un ensemble d'erreurs peut correspondre un ensemble d'interprétations possibles. Différentes heuristiques sont utilisées par les systèmes pour limiter l'arbre des possibles. Par ailleurs, pour trancher entre les hypothèses alternatives, la solution généralement adoptée consiste à proposer des problèmes « ad hoc » qui permettent de réduire l'espace des hypothèses possibles.

Enfin, pour certains types de problèmes, il est impossible d'identifier les erreurs sans prendre en compte le plan d'ensemble du sujet (cf. MENO II de SOLOWAY et al., à paraître). C'est le cas par exemple dans les tâches de programmation où les séquences d'actions du sujet ne peuvent être interprétées indépendamment les unes des autres.

### 3. Définir la stratégie du sujet

A ce niveau de diagnostic, les systèmes tentent d'interpréter la stratégie globale du sujet : les connaissances activées en fonction des données sélectionnées dans l'énoncé, les processus de planification, l'organisation des règles de réponse. Les systèmes qui font un diagnostic à ce niveau sont encore peu nombreux.

MACSYMA Advisor (GENESERETH, 1982) dans le domaine de la manipulation d'expressions mathématiques, et PROUST (JOHNSON et SOLOWAY, 1983) dans le domaine de l'apprentissage de la programmation détectent les plans du sujet. Pour ce faire, ils disposent d'une base de plans correspondant à l'atteinte de sous-buts.

DIAGNOSER (JOHNSON et al., 1981) est un système d'aide qui fonctionne dans le domaine du diagnostic médical. La stratégie du sujet est dérivée de celle de l'expert, par modification de la valeur de certains paramètres. Les modifications de la base de connaissances de l'expert peuvent porter soit sur les connaissances elles-mêmes, organisées en schémas, soit sur le « moteur » constitué des heuristiques qui permettent de sélectionner les données pertinentes du problème, et qui contrôlent le processus de génération de test d'hypothèses.

WUSOR (GOLDSTEIN, 1979) vise à aider les étudiants dans la mise au point d'une bonne stratégie dans un jeu simple (le WUMPUS, sorte de bataille navale). Le système dispose d'un ensemble ordonné de stratégies de jeu, représentées sur un graphe génétique (« genetic graph ») qui définit les étapes vers la stratégie optimale. Chaque niveau de jeu est ainsi prédictif de certains types de coups. Au fur et à mesure que le sujet joue, le système évalue à quel niveau est le sujet, identifiant ainsi ses connaissances déclaratives et procédurales.

## Conclusion

Les différents systèmes d'E.I.A.O. présentés montrent à la fois les potentialités et les limites actuelles d'une telle approche.

Le module « diagnostic » des systèmes ne prend pas en compte l'ensemble des activités intellectuelles qui caractérisent le fonctionnement cognitif des sujets. Le diagnostic, qui repose fondamentalement sur le concept « d'habileté élémentaire », conduit à caractériser le sujet par une collection de règles, justes et fausses.

Dans leur module « tutoriel », les systèmes, faute d'une compréhension suffisante de l'étudiant, et en l'absence de théories explicites de l'apprentissage, se bornent en général à présenter et à expliquer aux sujets les règles supposées manquantes ou mal maîtrisées. Les séquences d'enseignement proposées traduisent ainsi une vue quelque peu simpliste de la construction des connaissances, envisagée comme l'empilement des règles élémentaires.

Les données actuelles de la psychologie cognitive, tant en ce qui concerne le fonctionnement cognitif des sujets, qu'en ce qui concerne les processus de construction du savoir, devraient permettre d'enrichir la conception des aides à la résolution de problèmes.

N.D.L.R. : Parmi les projets de logiciels retenus par la Direction des Lycées (DAPED) et le Centre National de Documentation Pédagogique en 1983-1984, puis en 1984-1985, l'un d'eux s'inspire de ces techniques.

# Annexes

**Annexe 1:** Un panorama des diverses utilisations pédagogiques du micro-ordinateur.

**Annexe 2:** Des outils pour l'évaluation d'un logiciel d'enseignement.

- Quelques réflexions d'un enseignant utilisateur.
- Quelques exigences pour un logiciel d'enseignement.
- Exemples de grilles d'évaluation de didacticiels.

**Annexe 3:** Catalogues et éditeurs de didacticiels.

**Annexe 4:** Quelques adresses.

**Annexe 5:** Bibliographie.

**Annexe 6:** Glossaire.

## Annexe 1 :

# UN PANORAMA DES DIVERSES UTILISATIONS PÉDAGOGIQUES DU MICRO-ORDINATEUR

*Il s'agit de la transcription d'un exposé fait par Daniel POISSON, du C.U.E.E.P. de Lille, durant l'université d'été de Calais (juillet 1984).*

### Préambule :

Il s'agit de classer, de répertorier les diverses utilisations pédagogiques du micro-ordinateur :

- en se dégageant de toute querelle de chapelle et en essayant d'avoir un regard le plus objectif possible ;
- en se plaçant dans le contexte d'utilisation d'un matériel informatique de bas de gamme (conditions objectives, actuelles dans la plupart des établissements).

Trois types de classification peuvent être proposés\* :

1. une classification selon les **finalités** ;
2. une classification selon le **contexte d'utilisation** ;
3. une classification selon la **nature des logiciels**.

### 1. Classification selon les finalités

En dehors de l'informatique utilisée comme outil de gestion on se pose ici la question de savoir

pourquoi utiliser l'ordinateur

On peut distinguer 3 finalités différentes avec, pour chacune d'entre elles, un champ d'action spécifique.

#### 1.1 Apprendre quelque chose...

C'est l'appropriation des nouvelles technologies, avec un nouveau mode d'apprentissage. Il y a un contenu à faire passer,

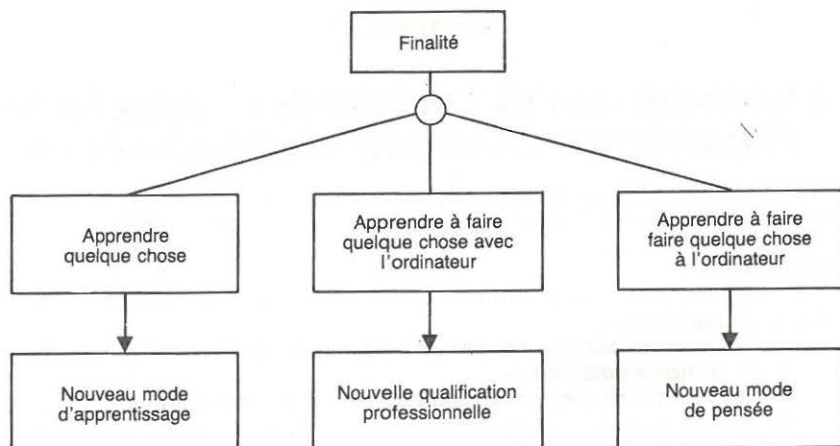
- soit un contenu bien « balisé » (à objectif pédagogique précisé) ;
- soit des comportements liés à des apprentissages.

#### 1.2 Apprendre à faire quelque chose avec...

Les nouvelles qualifications professionnelles créent la nécessité de nouveaux apprentissages. De plus en plus les postes de travail vont se retrouver en « ique » ; qu'il s'agisse de la S.N.C.F. (réservation des billets), des pharmacies (gestion des feuilles de maladie), d'organismes comme l'Institut Pasteur (lecture de groupes sanguins), des grandes surfaces (caisses informatisées à Auchan), ou de chirurgien-dentiste (prise d'empreinte au laser + ordinateur), il y a nécessité de former des utilisateurs de clavier — c'est une nouvelle culture profession-

\* N.D.R.L. : Daniel POISSON n'a pas développé deux autres pistes de classification des logiciels qui pourraient compléter cet exposé :

- suivant le **statut de l'erreur** (renvoi du développement de la pensée du formé, ...) ;
- suivant l'**objectif visé** (introduction d'une notion, révision, renforcement, évaluation, ...).



Ce champ d'action pédagogique peut être illustré de diverses façons :

- **Par exemple :** il est possible en utilisant un logiciel comme PICTOR de faire réaliser par des élèves un générique de film ou un banc titre, l'existence de certaines fonctions graphiques permettent d'aboutir à un produit fini ; la possibilité de refaire défiler les séquences de création permet en branchant une caméra de réaliser un générique. Ceci nécessite certains apprentissages et l'analyse de l'image contraint à une décomposition en séquences. On aboutit à l'arbre programmatique du dessin.
- **Autre exemple :** composition d'un journal (apprentissage de la pagination, respect du cadre imparti). L'ordinateur permet de réserver une zone à chaque poste puis, par le biais du poste-maître, il est possible de collecter les pages créées, de les sortir sur imprimante :
- On pourrait aussi citer les dépouillements d'enquêtes, le traitement de texte, les exercices de transposition de textes littéraires... les pistes de recherche restent ouvertes.

### 1.3. Apprendre à faire faire quelque chose

Ceci débouche sur un nouveau mode de pensée : il s'agit de concevoir les commandes pour machines. On assiste à une évolution de la pensée dominante : il y a quelques siècles, c'était la **réthorique** (important de « bien dire » ce qu'on avait à dire) ; a suivi l'impérialisme de l'**algèbre** (importance d'une pensée se traduisant par une formule) ; mais cette dernière est bien souvent impuissante quand on s'attaque au réel (il est souvent difficile de « mettre en équation » ou de résoudre l'équation). Actuellement ce qui tend à prédominer est la recherche, l'invention de méthodes pour trouver le résultat.

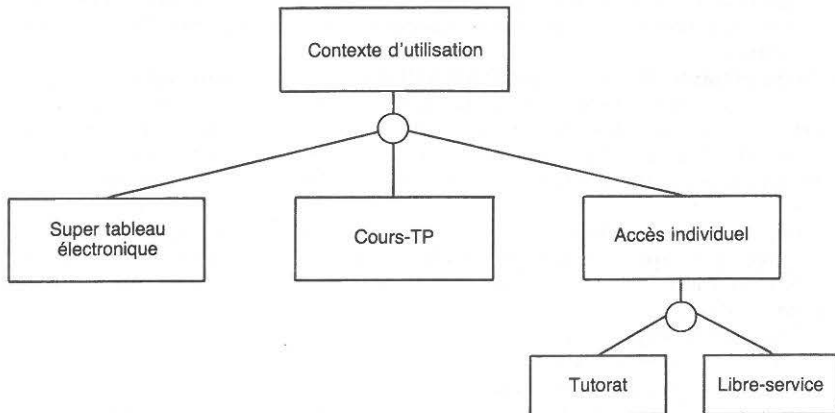
Dans ce cadre, on peut faire entrer l'esprit LOGO (ou la sauterelle de NATHAN) : le robot est capable de tester son environnement et, si je sais **correctement le questionner**, il pourra me répondre et apporter une solution au problème posé — l'essentiel est donc de savoir **comment l'interroger**. Il faut dialoguer avec la machine et ne pas se laisser dominer par cette dernière.

## 2. Classification selon le contexte d'utilisation

On se pose ici la question de savoir

Comment utiliser l'ordinateur

On peut distinguer 3 types d'utilisation possibles, le dernier se subdivisant lui-même en 2 catégories.



Il est essentiel de noter que dans ces divers contextes, à part le libre-service, la présence de l'enseignant est **indispensable**.

### 2.1. Le super tableau électronique

Un seul ordinateur est au service du groupe pour illustrer, pour communiquer. Au lieu d'utiliser d'autres media du genre rétroprojecteur ou vidéo, on prend l'image produite par l'ordinateur et cette image peut être utilisée dans un cours magistral.

Il faut bien voir qu'on met à la portée de l'enseignant toutes les technologies possibles, tous les robots concevables mais que tout ceci est piloté, **géré par l'enseignant**.

Pour illustrer ce contexte, on peut se reporter par exemple au programme PUISSANCES. Il permet de visualiser des courbes représentant divers phénomènes, l'intérêt étant de pouvoir, en paramétrant, changer rapidement de courbe.

Si on veut par exemple illustrer le phénomène de l'inflation, deux solutions sont possibles :

- ou utiliser le dessin animé, le film ; mais alors il faut recommencer une nouvelle animation si on modifie les paramètres ;
- ou utiliser le micro-ordinateur ; dans ce cas on visualise **immédiatement** l'effet du changement de paramètre.

L'intérêt d'un tel contexte pédagogique est d'amener les élèves à poser des questions.

Dans la même lignée on peut signaler des programmes comme OVULE (simulation des cycles de température) et les divers imagiciels du C.N.A.M.



## 2.2. Le cours-TP

Il y a ici alternance entre travail d'équipe, synthèses et cours magistral. Le logiciel au départ ne sert que d'animation mais il doit amener à des interactions ; là aussi le rôle de l'enseignant est primordial.

Cette méthode réservée jusqu'à présent aux sciences expérimentales voit son champ d'application s'ouvrir à d'autres disciplines grâce au micro-ordinateur.

- Par exemple en géographie à partir de bases de données on peut « expérimenter » la notion de climat, dégager des classes, des critères de classement, théoriser et revenir aux données ; la symbiose entre TP et théorie est efficace.
- **Autre exemple :** le programme PARABOLE permet de faire varier en temps réel les divers coefficients de l'équation de la parabole et d'en constater les effets sur le tracé des courbes ; à partir des observations faites à l'écran, on demandera aux élèves de formuler tous les théorèmes induits par la manipulation ; on effectuera ensuite la démonstration et enfin l'autocontrôle.

Il importe de voir le logiciel dans son contexte d'utilisation et par conséquent de **le juger par rapport aux objectifs visés**. Par exemple un programme comme PENDU permet avec des jeunes de 16-18 ans de créer des situations de communication :

- d'explication-expression ;
- d'efficacité du travail en groupe ;
- de nécessité d'expression écrite.

Ces situations répondent à l'inventaire des problèmes qui se posent pour ces 16-18 ans, à savoir :

- savent peu ;
- ne savent pas l'exprimer ;
- difficulté du passage à l'écrit ;
- problème d'insociabilité.

Un logiciel peut en cacher un autre... par exemple le logiciel POURCENT peut être utilisé dans des contextes différents en action 16-18, en CM2, en formation CAP, en action bureautique.

Ce logiciel peut en effet être utilisé pour introduire :

- la notion de multiplication ;
- la notion de surface ;
- le calcul mental sur les équivalences des fractions.

On s'aperçoit qu'il y a 3 méthodes pour évaluer le pourcentage : soit à la main, soit à la machine, soit mentalement (professionnellement seules les deux dernières sont utilisées). Le programme va permettre de voir l'effet du message donné et de fiabiliser l'acquisition des méthodes.

## 2.3 L'accès individuel

En tutorat : l'enseignant est présent mais son rôle est de donner des aides quant à la méthode de travail. A noter que l'accès individuel est indispensable quand il s'agit de calcul mental ou de lecture rapide.

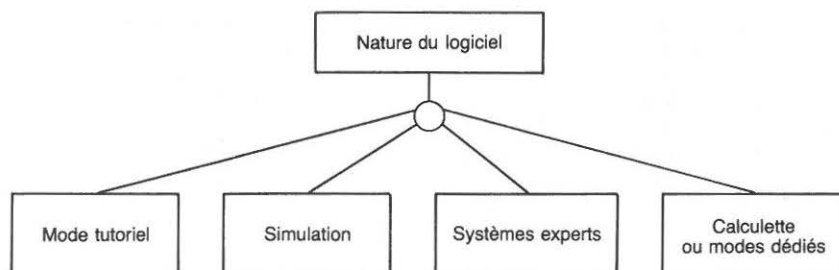


### 3. Classification selon la nature des logiciels

On se pose ici la question de savoir

quelle méthode utilise le programme

On peut ici distinguer 4 grandes catégories.



#### 3.1 Mode tutoriel

On s'inspire ici des théories de l'enseignement programmé (type SKINNER ou CROWDER) : on peut apprendre n'importe quoi à n'importe qui du moment qu'on lui trace le chemin et qu'on lui laisse le temps. Ce mode n'est pas à rejeter... il peut être très performant pour l'acquisition de connaissances **précises** à acquérir (par exemple syntaxe d'un langage comme FORTRAN ou BASIC). Il est important de veiller ici à la qualité des messages d'aide et à l'analyse des réponses. On aboutit par cette voie à la création des langages-auteur (type ARLEQUIN, PIGE, DIANE...).

#### 3.2 Simulation

La sanction est apportée ici par l'effet produit. Cette méthode peut être utilisée quand il s'agit de modèle à découvrir ou d'acquisition de geste fin.

#### 3.3 Système expert

Il fonctionne en deux temps :

- on apprend d'abord à l'ordinateur tout ce qu'on sait ;
- on lui apprend ensuite tout ce qu'il a le droit de faire.

Ce système fonctionne dans des logiciels de médecine (établissement de diagnostics), de prospection géologique. On a en quelque sorte un langage de consultation de bases de données.

#### 3.4 Mode dédié

C'est faire réaliser par l'ordinateur tous les produits pédagogiques créés avant par d'autres procédés.

## Annexe 2 :

### DES OUTILS POUR L'ÉVALUATION D'UN LOGICIEL D'ENSEIGNEMENT

*L'utilisateur potentiel d'un logiciel d'enseignement est nécessairement amené à juger de l'adéquation de celui-ci à ses besoins pédagogiques.*

*Dans les pages qui suivent sont rassemblés des documents de nature diverse qui peuvent constituer des outils lors de l'examen d'un didacticiel :*

- *quelque réflexions d'un enseignant utilisateur ;*
- *un énoncé d'exigences pour un « logiciel pédagogique sérieux » (extrait d'un document préparatoire au séminaire Européen de Marseille de décembre 1983 sur « Informatique et Enseignement ») ;*
- *des exemples de grilles d'évaluation de didacticiels.*

Sur ce thème, voir aussi : Éducation et Informatique , n° 18 (novembre-décembre 1983).

### Quelques réflexions d'un enseignant utilisateur

*Extrait d'un document reçu de notre collègue Michel JARDONNET (collège Banville, 03017 Moulins).*

#### 1. Qu'est-ce qu'un bon logiciel — un mauvais ? un petit logiciel — un gros ?

J'en entends souvent parler et, pensant pourtant disposer d'un certain recul, je n'ai jamais pu répondre.

- Un logiciel **vaut d'abord** ce que vaut l'**environnement pédagogique** que l'enseignant conçoit ;
  - donc ne pas tirer **trop vite** sur les pianoteurs ;
  - les scénarios **très simples** peuvent donc exister ; les **moins** simples aussi.
  - Gros ou petit ? j'aime mieux dire « **à large éventail d'utilisation** » ou « **ciblé** ».
- Mais petit programme n'est pas pour autant synonyme de petit travail ou de petite compétence !

#### 2. Si l'appréciation pédagogique peut différer d'un individu à l'autre, nous devons avoir des exigences unanimes sur :

- la gamme des réponses acceptées :

Un exemple :

Réponds :

$$\begin{array}{ll} (-5) + (+3) = (-2) & \text{erreur, recommence !} \\ (-5) + (+3) = -2 & \text{c'est très bien !} \end{array}$$

Vous avez sûrement eu des expériences analogues ; mais une telle mésaventure est d'autant moins... acceptable qu'il existe des outils d'analyse de réponse qui permettent de filtrer celle-ci ;

- **la gestion dynamique de la page-écran** : toujours propre, gérée par fenêtres et peu chargée ; il existe aussi des outils puissants ;

- **la perception des messages** : la question, formulée par l'auteur, peut être interprétée différemment à l'extérieur ; une seule solution : tester de façon impitoyable son produit, grâce en particulier au travail en équipe ;

- **la documentation d'accompagnement** technique, et environnement pédagogique.

Faute de quoi — un collègue le disait aux journées inter-académiques collègues à Lyon — nous ne ferons pas de l'E.A.O., mais de l'O.A.E. (c'est-à-dire de l'ordinateur assisté par enseignant).

### 3. Évaluable, quantifiable ?

Après avoir effectué un « contrôle », on peut toujours comparer à ce que l'on a obtenu avec une classe de niveau analogue qui travaille sans machine.

Pour ma part, je n'ai pas trouvé de différence significative (surprise ?).

Pourtant, il ne faut pas chercher le « plus » apporté dans le résultat immédiat, mais dans le fait que l'enfant prend davantage en main son apprentissage, décide de son rythme d'acquisition.

## Quelques exigences pour un logiciel d'enseignement

*Extrait du document préparatoire au Séminaire Européen sur « Informatique et Enseignement » (Marseille, 7-9 décembre 1983) rédigé par M.-F. DUTRE, Inspecteur de l'État, enseignements secondaire et supérieur, au titre de la Belgique (N).*

Un logiciel didactique sérieux doit se développer à partir de la pratique quotidienne de l'enseignement et ne peut être élaboré que dans le cadre d'une collaboration entre les spécialistes de la discipline concernée, des pédagogues et des informaticiens.

D'un **point de vue technique**, le logiciel doit :

1. être compatible, c'est-à-dire utilisable sur les systèmes informatiques les plus courants, donc indépendant des caractéristiques spécifiques d'un système déterminé. Dans le cas contraire, il devient impossible d'échanger le logiciel. Le système opératoire devrait de préférence être du type CP/M (programme de commande du microprocesseur) ; il s'agit d'un logiciel de commande universel qui permet d'écrire des programmes utilisables sur la plupart des micro-ordinateurs ;
2. permettre de modifier et d'adapter dans une certaine mesure par l'expérience personnelle, le logiciel et les représentations graphiques de l'information ;
3. être copiable. Il s'agit là d'une condition absolue parce que les supports magnétiques sont très vulnérables. Il est normal de ne pas utiliser les cassettes ou disquettes originales et de travailler sur des copies.

Du **point de vue didactique**, il y a une série d'exigences générales :

1. l'information doit être exacte ;
2. elle doit être adaptée au niveau des élèves ;
3. le sujet doit s'intégrer dans le programme pédagogique et correspondre aux objectifs à atteindre ;
4. les programmes doivent permettre une meilleure compréhension qu'avec d'autres moyens didactiques, ou être orientés sur des aspects que l'enseignant peut difficilement expliquer ou montrer ;
5. ils doivent être bien structurés.  
Les élèves sont d'autant plus réceptifs à l'ordinateur (dans beaucoup de cas il s'agit avant tout de vaincre la première crainte) que le logiciel éducatif utilisé leur est plus compréhensible. Il convient, par conséquent, de donner la préférence à des programmes relativement simples et transparents, qui doivent néanmoins rester efficaces ;
6. les programmes doivent être suffisamment lisibles, déchiffrables et clairs ;
7. ils doivent être « fool-proof », c'est-à-dire, qu'ils doivent tenir compte de toutes les réponses possibles de l'utilisateur (même fautives) sans que le programme soit perturbé ;
8. les programmes doivent être accompagnés d'une brochure comprenant non seulement le mode d'emploi, mais également le listage des programmes et un exposé des possibilités d'utilisation didactiques (portabilité didactique) ;
9. les programmes doivent être testés (évaluation du processus et de la production).

Le **caractère conversationnel** est important en matière de logiciel éducatif ; en d'autres termes, il doit y avoir un dialogue continu entre l'utilisateur et le système, ce dernier veillant au contrôle des fautes et à leur correction.

A cet égard, les programmes doivent répondre aux exigences suivantes :

1. le contrôle doit être fréquent ;
2. les questions doivent être claires et non ambiguës ;
3. l'exactitude, ou l'inexactitude, des réponses doit être confirmée ;
4. le degré de difficulté doit s'accroître progressivement ;
5. l'objectif (compréhension) doit être atteint en un temps limité ;
6. il doit y avoir une possibilité d'additionner les réponses exactes et fautives, de tenir compte des demandes d'aide, des temps de réponse, etc. ;
7. le programme doit être motivant.

## Exemples de grilles d'évaluation de didacticiels

*La première des deux grilles données ci-après a été élaborée par des instituteurs en stage de formation continue — en 1983-1984 —, dans le département des Yvelines. La deuxième a été élaborée par le responsable de la collection Mathématiques au D.A.P.E.D.\* en 1983-1984 pour recueillir l'avis de collègues qui testaient, avec leurs élèves, des logiciels C.N.D.P.*

---

\* Département des Actions Pédagogiques en Développement : cellule informatique de la Direction des lycées ; dissout en 1984-85.

## OBJECTIFS

ÉDITEUR  
NOTÉCE (C.A.)

pouleurs, caractères, accompagnement

monotonie, choix de l'utilisateur, etc.)

créer, pour modifier le rythme

rtinence, etc.)

PAR L'UTILISATEUR (correct)

e individuelle ou globale destinée

ONS OFFICIELLES (discipline)

### MESSAGES VISÉS À L'ÉCOLE

Report aux instruments pédagogiques

## Grille 2 : (D.A.D.E.P., Paris 1983/1984)

Réf. disquette :		ÉVALUATION	Réf. logiciel :	colonne 2
colonne 1				
Notez ce didacticiel pour chacune des caractéristiques ci-dessous en entourant le chiffre correspondant (complétez entièrement cette colonne avant de remplir la colonne 2).			Indiquez l'importance de chaque caractéristique pour ce didacticiel en entourant le chiffre approprié.	
6	Exceptionnel		Inapproprié	1
5	Très bon		Optionnel	2
4	Bon		Important	3
2	Pauvre		Critique	4
1	Très pauvre			
a	Non applicable			
b	Pas assez d'information			
c	Non qualifié pour évaluer			
		-a- Facilité du dialogue		
6	5	4	2	1
a	b	c		
		-1- Adéquation des notations utilisées	4	3
		-2- Lisibilité de l'écran	4	3
		-3- Simplicité d'utilisation	4	3
		-4- Qualité générale de la documentation	4	3
		-5- Le mode d'emploi est-il complet ?	4	3
		-b- Adéquation du programme aux objectifs retenus		
6	5	4	2	1
a	b	c		
		-1- Validité objectifs par rap. aux pg. scolaires	4	3
		-2- Adaptation du pg. à ses objectifs	4	3
		-3- Facilité d'utilisation par prof. dans sa classe	4	3
		-4- Logiciel d'application d'un cours ?	4	3
		-5- Logiciel d'introduction d'une notion ?	4	3
		-c- Support d'enseignement ; aide le prof :		
6	5	4	2	1
a	b	c		
		-1- À communiquer des principes ou des théories	4	3
		-2- À communiquer des méthodes et des techniques	4	3
		-3- À apprendre comment interpréter des résultats	4	3
		-d- Stimulation de l'intérêt de l'élève		
6	5	4	2	1
a	b	c		
		-1- Capacité à capter l'attention de l'élève	4	3
		-2- Stimulation créative de l'élève	4	3
		-3- Adaptation au travail individuel de l'élève	4	3
		-4- Contribution à la motivation de l'élève	4	3
		-e- Appréciation générale du didacticiel		
6	5	4	2	1
a	b	c		
		-1- Qualité pédagogique générale	4	3
		-2- Qualité informatique générale	4	3
		-1- Erreurs EX N° :	(Joindre le catalogue de la disquette et une description aussi exhaustive que possible des manipulations)	
		-2- Erreurs théoriques :		

## Annexe 3 :

# CATALOGUES ET ÉDITEURS DE DIDACTICIELS

### Catalogue de didacticiels

*Pour ceux qui cherchent à « alimenter » les (ou le) micro-ordinateurs de leur classe, nous signalons quatre catalogues de didacticiels.*

- **Liste des logiciels d'enseignement :** bibliothèque des logiciels diffusés par le Centre National de Documentation Pédagogique (C.N.D.P.) :

Écrire à C.R.D.P. de Poitiers  
6, rue Sainte-Catherine  
86034 Poitiers Cedex.

- **Annuaire des logiciels d'enseignement** constituant la didacthèque du C.E.S.T.A. (Centre d'Études des Systèmes et des Technologies Avancées). Environ 200 didacticiels recensés dans l'annuaire 1984, regroupés par discipline (commentaires fournis par le producteur) ; deux index permettent des recherches selon le matériel requis ou le public visé. Coût annuaire 1984 : 120 francs.

Écrire à C.E.S.T.A.  
1, rue Descartes  
75005 Paris

- **Catalogue des didacticiels 1984 :** présenté dans le n° 20 de mars-avril 1984 de la revue Éducation et Informatique ; outre la bibliothèque du C.N.D.P., une centaine de didacticiels, classés par discipline, avec descriptif (les auteurs précisent n'avoir retenu que ceux pour lesquels ils ont disposé de la documentation d'accompagnement) et langages-auteur.
- **Les logiciels d'enseignement 1985 :** présenté dans le n° 25-26 de mars-juin 1985 de la revue Éducation et Informatique.

S'adresser à Éducation et Informatique  
9, rue Méchain  
75676 Paris Cedex 14.

- «Ecole, tous les logiciels pour réussir ; notre avis sur 160 logiciels, du jardin d'enfants à l'université» : présenté dans le n° 10, d'octobre 1984, de Science et Vie Micro (S.V.M.) ; les logiciels sont classés par matière ; les critères adoptés pour évaluer les logiciels ne sont pas indiqués.

S'adresser à Science et Vie Micro  
Excelsior Publications S.A.  
5, rue de la Baume  
75008 Paris.

## Des éditeurs de logiciels

### A.D.I.

Agence de l'informatique  
Tour Fiat  
92084 PARIS LA DÉFENSE  
CEDEX 16

### ANSWARE

Tour Galliéni 2  
36, avenue Galliéni  
93175 BAGNOLET CEDEX

### C.N.D.P.

Mission à l'informatique  
Unité de logiciels d'enseignement  
10, rue Général Lasalle,  
75019 PARIS

### C.U.E.E.P.

Université des Sciences et  
Techniques de Lille  
Bâtiment 4  
59655 VILLENEUVE D'ASCQ CEDEX

### DIDAO (et DIDAO/BORDAS)

84, rue de Grenelle  
75007 PARIS

### DIDIER/SERMAP

13, rue de l'Odéon  
75006 PARIS

### ÉDICIEL - MATRA/HACHETTE

22, rue de La Boétie  
75008 PARIS

### EDIL-BELIN

8, rue Férou  
75278 PARIS CEDEX 06

### E.P.P.V. (SEVIL)

Parc de la Villette  
211, avenue J.-Jaurès  
75019 PARIS

### ERE INFORMATIQUE

27, rue de Leningrad  
75008 PARIS

### FOUCHER

128, rue de Rivoli  
75038 PARIS CEDEX 01

### HACHETTE/LICET

79, boulevard Saint-Germain  
75005 PARIS

### HATIER/SERMAP

6, rue d'Assas  
75006 PARIS

### INFOGRAMMES

10, rue Sully  
69006 LYON

### MAGNARD

122, bd Saint-Germain  
75279 PARIS CEDEX 06

### TO-TEK

SIMIV TOUR Galliéni 2  
36, avenue Galliéni  
93175 BAGNOLET CEDEX

### VIFI NATHAN

17, rue d'Uzès  
75002 PARIS



## **Annexe 4 :**

### **QUELQUES ADRESSES**

**Pour obtenir les adresses des centres de ressources**, centre de formation,... le plan d'équipement, ... de votre académie :  
Monsieur le Délégué aux Technologies Nouvelles (au Rectorat).

**Pour connaître les actions de formation** proposées dans votre académie, ou y avoir accès :

- votre IREM (liste en fin de cette annexe)
- votre M.A.F. : Monsieur le Chef de Mission  
Mission Académique de Formation des Personnels de l'Éducation Nationale (au Rectorat).

**Pour obtenir des renseignements sur la bibliothèque des logiciels du C.N.D.P.** (Centre National de Documentation Pédagogique).

C.R.D.P.

6, rue Sainte-Catherine, 86034 Poitiers.

#### **Des fabricants de matériels**

- Bull  
68, route de Versailles, 78430 Louveciennes.
- Maintenance Micral  
Bull Paris-Orsay, rue de la Réunion, 91942 Les Ulis.
- Lénord  
236, rue Sadi-Carnot, 59320 Haubourdin.
- Société Nouvelle Logabax  
27, avenue Gambetta, 92130 Issy-les-Moulineaux.
- Matra Division  
Z.A. de Courtabœuf, rue du Salado, 91940 Les Ulis.
- Thomson - SIMIV  
Tour Galliéni 2, 36, avenue Galliéni, 93175 Bagnolet Cedex.
- Jeulin  
BP 3110, 27031 Évreux Cedex.
- Exelvision  
B.P. 181, Tour Maine Montparnasse,  
75755 Paris Cedex 15.
- SMT  
22, rue Saint-Armand, 75015 Paris

### **Des organismes ou associations :**

- A.D.I. (Agence de l'Informatique)  
Tour Fiat, 92084 Paris la Défense Cedex 16.
- A.F.C.E.T. (Association Française pour la Cybernétique Économique et Technique)  
156, boulevard Péreire, 75017 Paris.
- Centre Mondial (Ressources Humaines et Informatiques)  
22, avenue Matignon, 75008 Paris.
- CESTA (Centre d'Études des Systèmes et des Technologies Avancées)  
1, rue Descartes, 75005 Paris.
- CEMAMU (Centre d'Études Mathématiques et Musicales)  
C.N.E.T. 3, avenue de la République, 92131 Issy-les-Moulineaux.
- Centre d'Information des Banques de Données et du Videotex  
11, rue du Marché Saint-Honoré, 75001 Paris.
- C.N.D.P. Mission à l'informatique  
10, rue du Général-Lasalle, 75019 Paris.
- C.U.E.E.P. (Centre Université Économie Éducation Permanente)  
Université des Sciences et des Techniques de Lille, 59655 Villeneuve-d'Ascq Cedex.
- E.N.S.T. (École Nationale Supérieure des Télécommunications)  
46, rue Barrault, 75013 Paris.
- E.P.I. (Association Enseignement Public et Informatique)  
Lycée Pierre Corneille, 78170 La Celle-Saint-Cloud.
- I.N.R.I.A. (Institut National de Recherche en Informatique et Automatique)  
Domaine de Voluceau. B.P. 105., 78153 Le Chesnay Cedex.
- I.N.R.P. (Institut National de la Recherche Pédagogique)  
29, rue d'Ulm, 75005 Paris.
- M.I.T.E.N. (Mission aux Technologies Nouvelles)  
96, boulevard Bessières, 75020 Paris.
- SICOB  
4, place Valois, 75001 Paris.
- Musée de la Villette  
211, avenue Jean-Jaurès, 75019 Paris.

### **Listes et adresses des IREM**

(Instituts de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques)

- **Besançon** : Faculté des Sciences et des Techniques, 25030 Besançon Cedex.
- **Bordeaux** : 351, cours de la Libération, 35405 Talence Cedex.
- **Brest** : Faculté des Sciences et Techniques, 6, avenue V. Le Gorgeu, 29283 Brest Cedex.
- **Caen** : I.U.T. Boulevard Maréchal-Juin, 14000 Caen.
- **Clermont-Ferrand** : B.P. 45, 63170 Aubière.
- **Dijon** : Université de Dijon, B.P. 138, 21004 Dijon Cedex.
- **Grenoble** : B.P. 41, 38402 Saint-Martin-d'Hères Cedex.
- **Lille** : Université de Lille I, B.P. 36, 59655 Villeneuve-d'Ascq Cedex.
- **Limoges** : 123, rue Albert-Thomas, 87060 Limoges Cedex.
- **Lorraine** : Université Nancy I, Faculté des Sciences, B.P. 239, 54506 Vandœuvre-les-Nancy Cedex.
- **Lyon** : Université Claude-Bernard, 43, bd du 11-Novembre 1918, 69822 Villeurbanne Cedex.

- **Marseille** : U.E.R. de Marseille-Luminy, 70, rue Léon-Lachamp, case 901, 13288 Marseille Cedex 9.
- **Montpellier** : Université des Sciences et Techniques du Languedoc, place Bataillon, 34060 Montpellier Cedex.
- **Nantes** : 2, chemin de la Houssinière, 44072 Nantes Cedex.
- **Nice** : Université de Nice. Parc Valrose, 06034 Nice Cedex.
- **Orléans** : Université, Domaine Universitaire de la Source, 45046 Orléans Cedex.
- **Paris Nord** : Université Paris Nord, Avenue J.-B. Clément, 93430 Villetaneuse.
- **Paris Sud** : Université Paris VII, 2, place Jussieu, Tour 56, 75005 Paris.
- **Picardie** : 48, rue Raspail, B.C. 619, 02100 Saint-Quentin.
- **Poitiers** : 40, avenue du Recteur-Pineau, 86022 Poitiers Cedex.
- **Reims** : Moulin de la Housse, B.P. 347, 51062 Reims Cedex.
- **Rennes** : avenue du Général-Leclerc, Rennes-Beaulieu, 35042 Rennes Cedex.
- **Rouen** : B.P. 27, 76130 Mont-Saint-Aignan.
- **Strasbourg** : 10, rue du Général Zimmer, 67084 Strasbourg Cedex.
- **Toulouse** : UERMIG - Université Paul Sabatier, 118, route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex.

## Annexe 5 :

### BIBLIOGRAPHIE

#### 1. Initiation : approche de l'ordinateur et de la programmation

- **Vivre avec la micro-informatique** : CAMIF-INFORMATION (Service de Documentation, Trévins-de-Chauray, 79039 Niort Cedex).
- **Module de sensibilisation à l'informatique** : Documentation d'accompagnement (1984) : CATEN, 7, rue du Clos-Courtél, 35000 Rennes.
- **Le micro-ordinateur à cœur ouvert** par Claude LEBON : C.R.D.P., 6, rue Sainte-Catherine, 86034 Poitiers.
- **L'ordinateur personnel : guide pratique** par Henri LILEN : S.E.C.F. Éditions Radio.
- **Micro-ordinateurs, comment ça marche** par Richard SCHOMBERG (1981) : Eyrolles (Paris).
- **L'informagique**, par Jean-Pierre PETIT (1980) : Belin (Paris).
- **Comment programmer** par Claude BARBANCE (1981) : Éditions du P.S.I. (Lagny-sur-Marne).
- **Premières leçons de programmation** par Jacques ARSAC (1980) : Cedic-Nathan (Paris).
- **Premier livre de programmation** par Odile ARSAC-MONDOU, C. BOURGEOIS-CAMESCASSE, M. GOURTRAY (1982) : Cedic-Nathan (Paris).
- **Programmation** par P. et S. RICHARD : Belin (Paris).

#### 2. Pour en savoir plus

- **Un fil d'Ariane, tome 1 : l'ordinateur à la portée de tous** par Jean-Pierre BOUHOT et Marcel PÉJU (1973) : Éditions d'Informatique (Boulogne).
- **Comprendre la micro-informatique** par Henri LILEN, Jean-Pierre NIÈRES, André POLY (1980) : classiques Hachette.
- **Les ordinateurs : structure et fonctionnement de systèmes informatiques**, par Wladimir MERCOUOFF (1980) : Cedic-Nathan (Paris).
- **Les microprocesseurs : structure et fonctionnement des circuits intégrés programmables**, par W. MERCOUOFF et F.-M. BLONDEL (1980) : Cedic-Nathan (Paris).
- **Algorithmique et structure de données** par R. MAHL et J.-C. BOUSSARD : Université de Nice, laboratoire d'Informatique.

### 3. L'approche logo

- **Jaillissement de l'esprit** par Seymour PAPERT (1981) : Éditions Flammarion (Paris).
- **Logo, des ailes pour l'esprit** par Horacio C. REGGINI (1982) : Cedic-Nathan (Paris).
- **L'ordinateur à l'école** par Gérard BOSSUET (1982) : Éditions P.U.F. (Paris).
- **L'alternative Logo** (élémentaire, Premier Cycle, Éducation spécialisée) par Michel BOURBION (1984) : Colin (Paris).
- **Initiation au langage Logo** par André ROUCHIER (1984) : C.N.D.P., 75005 Paris. Division des ventes, 29, rue d'Ulm.
- **LOGO, votre nouveau langage de programmation** par André MYX : Cedic-Nathan (Paris).

#### Des revues :

- **Bulletin LOGO N** : Journal des utilisateurs de Logo, 12, rue de la Montagne Sainte-Geneviève. 75005 Paris.
- Bulletin n° 3 de **Éducation, Télématique, Informatique** (Logo et Robotique) (sept. 1984) : LISH-CNRS, 54 boulevard Raspail, 75006 Paris.

### 4. Intelligence artificielle et systèmes experts

- **Puissance de l'ordinateur et raison de l'homme** : du jugement au calcul par Joseph WEIZENBAUM (1981) : Éditions d'Informatique (Boulogne).
- **L'intelligence artificielle, promesses et réalités** par Alain BONNET (1984) : Inter-Éditions.
- **Introduction aux systèmes experts** par M. GONDRAN (1984) : Éditions Eyrolles.
- **La 5<sup>e</sup> génération, le pari de l'intelligence artificielle à l'aube du XXI<sup>e</sup> siècle**, par E. FEIGENBAUM et P. Mc CORDUCK : Inter-Éditions.

#### Des articles de revues :

- La Recherche n° 151 (janvier 1984), 154 (avril 1984), 158 (septembre 1984).
- Sciences et Techniques n° 3 (avril 1984);
- Le Monde Informatique (avril 1984).

### 5. Problèmes généraux : l'informatique, sa place dans notre monde.

- **Le Défi informatique** par Bruno LUSSATO (1981) : Éditions Fayard (Paris).
- **Demain, la télématique**, par P. VUITTON, P. LECLERC et M. BOUVIER (1982) : La Documentation pratique, 13, galerie Vivienne, 75002 Paris.
- **L'ordinateur et le Tiers Monde ; l'Amérique latine à l'heure des choix télématiques** par Armand MATTELART et Hector SCHMULTER (1982) : La Découverte Maspéro.

● **Mémoires volées, robots, séries T.V. U.S, satellites, micro-ordinateurs, réseaux, vidéo, banques de données** par Hervé LE BOUCHER et Éric LORENZI (1979) : Éditions Ramsay (Paris).

**Et les grands rapports nationaux** (disponibles à la Documentation Française)

● J.-C. Simon : L'éducation et l'informatisation de la Société (1981), rapport au Président de la République.

● B. SCHWARZ : L'informatique et l'éducation (1981), rapport à la C.E.E.

● Y. LE CORRE et C. PAIR : L'introduction de l'informatique dans l'Éducation Nationale (1981), rapport au ministre de l'Éducation Nationale.

● M. NIVAT : Savoir et savoir-faire en informatique (1983), rapport aux ministres de l'Éducation Nationale et de l'Industrie et de la Recherche.

## **6. Terminologie des termes informatiques** (textes officiels)

● Liste des termes définis par arrêté du 22 décembre 1981 : A.D.I, Tour Fiat, Cedex 16, 92084 Paris la Défense.

● Enrichissement du vocabulaire informatique : Journal officiel 19.02.84.

## **7. Quelques revues**

● Éducation et Informatique : 18, rue Monsieur-le-Prince, 75279 Paris Cedex 06.

● Sciences et Vie Micro : Excelsior-Publications S.A., 5, rue de la Baume, 75008 Paris.

● Micro Systèmes : Société Parisienne d'Édition, 2 à 12, rue de Bellevue, 75940 Paris Cedex 19.

● Sciences et Techniques : 49, rue de la Vanne, 92120 Montrouge.

● La Recherche : 57, rue de Seine, 75280 Paris Cedex 06.

● Pour la Science (édition française de Scientific American) : 8, rue Férou, 75006 Paris.

## Annexe 6 :

### GLOSSAIRE

Réalisé principalement à partir des documents :

- Terminologie de l'informatique (A.D.I.) : liste des termes définis par arrêté du 22.12.81
- Enrichissement du vocabulaire de l'informatique (in J.O. du 19.02.84)
- Vivre avec la micro-informatique (CAMIF Information)
- L'ordinateur personnel (guide pratique) de H. LILEN (Ed. Radio)

**ACCÈS DIRECT** (random access, direct access) : Méthode utilisée principalement pour écrire ou lire des données sur des disques ou des disquettes.

C'est un mode d'écriture ou de lecture de données se faisant au moyen « d'adresses » qui repèrent leur emplacement.

**ACCÈS SÉQUENTIEL** (serial access) ; Méthode utilisée principalement pour écrire ou lire des données sur des supports magnétiques. Mode beaucoup plus lent que le précédent.

C'est un mode d'écriture ou de lecture de données effectué en suivant l'ordre pré-établi de rangement.

**ADA** : Langage évolué reprenant les idées du PASCAL en les complétant.

Le nom « ADA » a été choisi en l'honneur de la comtesse Ada LOVELACE, fille de Lord BYRON et égérie de Charles BABBAGE concepteur du premier ordinateur.

**ADRESSE** (address) : Code permettant au système de l'ordinateur de repérer l'emplacement des informations stockées en mémoire.

**ALGORITHME** (algorithm) : Suite logique des tâches à effectuer pour réaliser un travail donné en un nombre fini d'étapes. En informatique, il faut ensuite traduire cet algorithme dans un langage compréhensible par l'ordinateur.

(Cette définition est volontairement succincte, l'élaboration de définitions plus précises fait naître de véhéments débats entre spécialistes).

**APL** (A Programming Language) : Langage évolué ayant une symbolisation importante et très poussée.

**ASSEMBLEUR** : L'assembleur, ou programme d'assemblage ; effectue, par traduction, le passage d'un langage symbolique (appelé par confusion assembleur) où les opérations élémentaires sont codées à l'aide de symboles et mnémoniques, à un langage machine.

**AUTONOME** (off line) : Se dit d'un système électronique lorsqu'il fonctionne indépendamment de tout autre.

**BANQUE DE DONNÉES** (data bank) : Ensemble de données relatif à un domaine défini de connaissances et organisé pour être offert aux consultations des utilisateurs.

**BASE DE DONNÉES** (data base) : Banque de données organisée en vue de son utilisation par des programmes.

**BASIC** (Beginners All purpose Symbolic Instruction Code) : Langage de programmation « pour débutants » et « pour tous usages ». Il a été créé en 1965 par une équipe de Dartmouth College aux USA. C'est un langage évolué, simple, facile à apprendre et à comprendre ; langage non normalisé d'une machine à l'autre.

**BAUD** : Unité de mesure permettant d'exprimer le nombre de bits par seconde échangés entre deux systèmes informatiques.

**BIT** (Binary digiT) : Information représentée par un symbole pouvant avoir deux états, généralement notés 0 et 1, associés aux deux états d'un dispositif.

**BOGUE** (bug) : Défaut de conception ou de réalisation se manifestant par des anomalies de fonctionnement.

**BUREAUTIQUE** : Ensemble des techniques et des moyens tendant à automatiser les activités de bureau et principalement le traitement et la communication de la parole, de l'écrit et de l'image.

**BUS** : Connexion multiple permettant la distribution de signaux à des groupes différents de circuits électroniques.

**C.A.O.** (Conception Assistée par Ordinateur) : Ensemble des techniques et des moyens tendant à automatiser les activités de conception (en général de produits industriels).

**CAPACITÉ MÉMOIRE** : Nombre d'octets susceptibles d'être enregistrés dans la mémoire. En général, l'unité utilisée est le Kilo-octets (Ko).  
Attention ! 1 Ko vaut 1 024 octets ( $1\ 024 = 2^{10}$ ).

**CARTOUCHE** : Partie amovible de mémoire morte d'un ordinateur.

**CASSETTE** : Cassette magnétique où sont enregistrées des données informatiques.

**CHAÎNE DE CARACTÈRES** (string) : Suite de caractères (signes typographiques : lettres, chiffres, signes opératoires, signes de ponctuation, etc.).

**CIRCUIT INTÉGRÉ** : Il contient la plaquette de silicium de quelques millimètres de côté qui regroupe plusieurs centaines de composants électroniques fabriqués en même temps que leurs liaisons, ce qui supprime les connexions.

**CLAVIER** : Périphérique d'entrée contenant un clavier de machine à écrire complété de quelques touches de fonctions spécifiques à l'informatique.

**COBOL** (Common Business Oriented Language) : Langage évolué tourné vers la gestion.

**COMMANDE** : Consigne immédiatement exécutable par l'ordinateur.

**COMPILATEUR** (compiler) : C'est un programme de traduction, écrit pour une machine donnée et un langage de programmation évolué donné. Le compilateur reçoit un « programme-source » (en fait un texte) écrit dans le langage de programmation évolué et produit la traduction de ce texte en un « programme-objet » écrit dans le langage de la machine.

**CONVERSATIONNEL** : Le mode conversationnel est le mode de traitement de l'information utilisant un dialogue avec l'utilisateur.

**CP/M** (Control Program/Monitor) : Système d'exploitation pour diriger l'utilisation des disques ou disquettes le plus répandu. (Ce n'est pas le système d'exploitation ayant le plus de qualités!).

**D BASE II** : Programme de gestion de base de données ; progiciel utilisable sur beaucoup de micro-ordinateurs.

**DÉBOGUER** : Éliminer des bogues.

**DIDACTICIEL** : Progiciel spécialisé pour l'enseignement.

**DISQUE** (magnetic disk) : Disque rigide recouvert d'une couche magnétique où sont enregistrées des données.

**DISQUETTE** (floppy disk) : Disque souple de dimension et de capacité réduites.

**DONNÉE** (data) : Représentation d'une information sous une forme conventionnelle destinée à faciliter son traitement.



**DOS** (Disk Operating System) : Tout système d'exploitation qui dirige un disque ou une disquette (CP/M est un DOS).

**ÉCRAN** : Périphérique de sortie utilisant en général un écran cathodique ou un ensemble de plaques à cristaux liquides.

**ÉDITEUR** : Progiciel permettant de modifier le texte sur l'écran en modifiant aussi la source qui est dans la mémoire centrale.

**EN LIGNE** (on line) : Se dit d'un matériel lorsqu'il fonctionne en relation directe avec un ordinateur.

**FORTRAN** (FORMula TRANslation language) : Premier langage évolué à vocation scientifique. (La première version date de 1954 par IBM).

**HORLOGE** : Système qui délivre des impulsions stables dans le temps pour cadencer le travail de l'ensemble des composants d'un ordinateur. Ses impulsions sont délivrées en général par les vibrations d'un quartz.

**IEEE** : Protocole de liaison en parallèle entre deux systèmes informatiques.

**IMPRIMANTE** : Périphérique de sortie du type machine à écrire.

**INCRÉMENT** : Quantité dont on augmente la valeur d'une variable à chaque phase de l'exécution d'un programme.

**INFOGRAPHIE** : Application de l'informatique à la représentation graphique et au traitement de l'image.

**INFORMATION** : Élément de connaissance susceptible d'être représenté à l'aide de conventions pour être conservé, traité ou communiqué.

**INSTRUCTION** : Consigne exprimée dans un programme.

**INTERACTIF** : Se dit d'un programme dont le scénario dépend des actions de la personne qui utilise ce programme. Un didacticiel est généralement interactif.

**INTERFACE** : Jonction entre deux matériels ou logiciels leur permettant d'échanger des informations par l'adoption des règles communes, physiques ou logiques.

**INTERPRÉTEUR** : Programme d'exécution qui prend successivement chaque instruction d'un programme en langage évolué, la traduit en langage machine et l'exécute.

**KILO** : Le Kilo vaut 1 024 en informatique ( $1\,024 = 2^{10}$ ).

**LISP** : Langage créé en 1960 qui préfigure les langages de «l'intelligence artificielle».

**LANGAGE** (language) : Ensemble des règles syntaxiques et de codes permettant de programmer.

**LISTAGE** (listing) : Document produit par une imprimante.

**LISTER** (to list) : Action permettant le listage.

**LOGICIEL** (software) : Ensemble des programmes, procédés et règles relatifs au fonctionnement d'un ensemble de traitement de l'information.

**LSE** (Langage Symbolique d'Enseignement) : Langage de programmation créé par une équipe de l'École Supérieure d'Électricité en 1971. Il est axé sur l'enseignement.

**LUDICIEL** : Progiciel ludique.

**MAINTENANCE** : Ensemble d'actions tendant à prévenir ou à corriger les dégradations d'un matériel afin de maintenir ou de rétablir sa conformité aux spécifications (se dit aussi d'un logiciel, malgré l'avis défavorable du ministère de l'Industrie et de la Recherche du 19.02.84).

**MATÉRIEL** (hardware) : Ensemble des éléments employés pour le traitement de données.

**MÉMOIRE** (storage memory) : Organe qui permet l'enregistrement, la conservation et la restitution de données.

**MÉMOIRE CENTRALE** : Ensemble des mémoires contenues dans l'ordinateur.

**MEMOIRE DE MASSE** (mass storage): Mémoire externe de très grande capacité (disques, bandes).

**MÉMOIRE MORTE** (Read Only Memory), abréviation: MEM (ROM): Mémoire dont le contenu ne peut être modifié par l'unité centrale sur consigne de l'utilisateur.

**MÉMOIRE TAMPON** (buffer): Partie de mémoire permettant le stockage temporaire de données entre deux organes informatiques (ex: mémoire tampon entre le clavier et la mémoire centrale).

**MÉMOIRE VIVE** (Random Access Memory), abréviation: MEV (RAM): Mémoire dont le contenu peut être modifié par l'unité centrale.

**MICROPROCESSEUR**: Processeur miniaturisé dont tous les éléments sont rassemblés en un seul circuit intégré.

**MICROPROGRAMME** (firmware) ou routine: Ensemble ordonné d'instructions enregistrées en mémoire centrale et dont l'exécution permet celle d'une instruction non câblée ou d'une fonction programmée.

**MINITEL**: Terminal familial spécialisé pour utiliser le réseau Télétel.

**MODEM** (MODulateur - DEModulateur): Périphérique permettant de transmettre les données informatiques par l'intermédiaire du réseau téléphonique.

**MULTIPROGRAMMATION** (multiprogramming): Technique d'exploitation permettant l'exécution imbriquée de plusieurs programmes menés de front.

**NUMÉRIQUE** (digital): Se dit, par opposition à analogique, de la représentation de données ou de grandeurs physiques au moyen de caractères ou de code binaire. Se dit aussi des systèmes ou procédés employant ce mode de représentation discrète.

**OCTET**: Suite de huit éléments binaires.

**ORDINATEUR** (computer): Équipement informatique de traitement automatique de données comprenant les organes nécessaires à son fonctionnement autonome.

**PASCAL**: Langage évolué créé par Nicklaus WIRTH en 1968. Nom donné en hommage à Blaise PASCAL.

**PÉRIPHÉRIQUE**: Organe en liaison avec un ordinateur (ex: clavier, écran, table traçante, lecteur de disquettes, crayon optique, etc.).

**PHOTOSTYLE** (light pen) ou crayon optique: Dispositif d'entrée que l'opérateur pointe directement sur l'écran de visualisation.

**POINTEUR** (pointer): Donnée permettant de retrouver l'adresse d'un groupe de données.

**PORTABILITÉ**: Se dit d'un programme, logiciel ou progiciel. C'est l'aptitude de celui-ci à être utilisé sur des systèmes informatiques de types différents.

**PROCESSEUR** (processor): Organe destiné, dans un ordinateur ou une autre machine, à interpréter et exécuter des instructions.

**BI, TRI, MULTI-PROCESSEUR**: Se dit d'un ordinateur ayant deux, trois ou plusieurs processeurs centraux (en général un micro-ordinateur est un mono-processeur et un mini-ordinateur est un multi-processeur).

**PROGICIEL** (package): Ensemble de programmes conçu pour être fourni à des utilisateurs en vue d'une même application (ex: un ensemble de programmes pour la comptabilité d'une entreprise).

**PROGRAMME**: Suite ordonnée d'instructions codées dont l'exécution par un ordinateur conduit à la résolution d'un type de problèmes.

**RÉSEAU**: Ensemble de lignes de transmissions et de matériels chargés des fonctions de transmission, permettant à de nombreuses stations terminales de se communiquer l'information.

**ROBOTIQUE** : Ensemble des études et des techniques de conception et de mise en œuvre des robots effectuant des tâches déterminées en s'adaptant à leur environnement.

**RS232** : Protocole de liaison série entre deux systèmes informatiques (spécification américaine).

**SERVEUR** : Système informatique permettant à un utilisateur de consulter ou d'utiliser une ou plusieurs banques de données.

**SIMULATION** : Programme permettant de fournir des réponses en lieu et place d'un processus matériel (programme simulant une expérience de physique).

**SYSTÈME D'EXPLOITATION** (operating system) : Logiciel gérant un ordinateur, lui assurant ses « savoir-faire » élémentaires.

**SYSTÈME DE GESTION DE BASE DE DONNÉES** (data base management system), abréviation SGBD (DBMS) : Pour une base de données, logiciel permettant d'introduire les données, de les mettre à jour et d'y accéder.

**TABLEUR** : Progiciel de création et de manipulation interactives de tableaux numériques visualisés.

**TÉLÉMATIQUE** : Ensemble des services de nature ou d'origine informatique pouvant être fournis à travers un réseau de télécommunications.

**TÉLÉTEL** : Système vidéotex interactif français.

**TÉLÉTRAITEMENT** (teleprocessing) : Mode de traitement selon lequel les données sont émises ou reçues par des terminaux éloignés de l'ordinateur.

**TEMPS RÉEL** (real time) : Mode de traitement qui permet l'admission des données à un instant quelconque et l'obtention immédiate des résultats.

**TERMINAL** : Appareil permettant l'accès à distance à un système informatique.

**TIRAGE** (hard copy) : Document graphique résultant du transfert sur un support permanent d'une image ou d'un texte représenté sur un écran de visualisation.

**TRANSPAC** : Réseau permettant de transmettre par paquets des informations numériques à distance avec gestion de ces paquets.

**TUTORIEL** : Se dit d'un didacticiel, qui suit une progression de l'élève en mode conversationnel. Les réponses de l'élève sont analysées et la suite proposée de questions dépend des réponses reçues.

**UNITÉ LOGIQUE ET ARITHMÉTIQUE** (arithmetic logic unity), abréviation : ULA (ALU) : Élément du processeur qui effectue les opérations logiques et arithmétiques portant sur des données venant de la mémoire.

**UTILITAIRES** : Ensemble de programmes fournis aux usagers qui permettent de réaliser un certain nombre de tâches de base.

**VIDÉOTEX** : Ensemble de normes qui permettent de dialoguer entre un ordinateur et un terminal au moyen du réseau de télécommunication. Ces normes ont pour objet essentiel de préciser les codes des caractères qui apparaissent sur l'écran. **TÉLÉTEL** est un système vidéotex.

**VISICALC** : Progiciel de comptabilité qui a été implanté sur de nombreux micro-ordinateurs.

**VISU** (display device) ou écran de visualisation : Périphérique permettant la représentation visuelle et non permanente d'informations.

**VISUALISER** (to display) : Inscrire les résultats d'un traitement sur un visu.

**WORDSTAR** : Progiciel de traitement de texte qui a été implanté sur de nombreux micro-ordinateurs.



# MOTS

## vous connaissez ?

7 fascicules  
plus de 50 rubriques  
(angles, approximation, ensemble, équation,  
proportionnalité...)

*Le dernier fascicule paru est consacré à  
angle, symétrie, orientation, phase,  
angle-de-couples, repérages.*

### MOTS

*n'est ni un dictionnaire, ni un lexique,  
ni un manuel*

### MOTS

*présente les réflexions d'une équipe à propos  
de mots ou de phrases couramment employés*

### MOTS

*est vraiment l'ouvrage qui vous manque !*

ISBN 2-902-680-37-6

Imprimerie VAUDREY - LYON  
N° d'édition 30690  
Dépôt légal décembre 1985