

3

L'INFORMATIQUE DANS NOS CLASSES

Une expérience d'introduction de l'informatique à l'école élémentaire

*par R. MAURIN, Ecole Lafayette,
et P. MIELE, Ecole Normale, Le Puy*

Juin 1982,

L'école Lafayette, au Puy, est l'une des premières en France à avoir acheté un micro-ordinateur.

Si l'introduction de l'informatique dans le secondaire remonte déjà à une décennie (expérience des 58 lycées) et se développe (opération 10 000 micros), on n'en parle à propos de l'école élémentaire que depuis guère plus d'un an.

Sont à l'ordre du jour :

- l'équipement des Ecoles Normales en micro-ordinateurs.
- l'amorce d'une large réflexion sur le rôle, la place, la forme que pourrait avoir l'informatique dans l'élémentaire en posant conjointement le problème de la formation des maîtres.
- l'expérimentation qui n'est encore aujourd'hui qu'à sa phase exploratoire mais qui s'oriente simultanément dans des voies multiples.

Nous avons, au Puy, modestement exploré deux voies, et le compte-rendu ci-après ne traduira peut-être que le tâtonnement incertain de ses auteurs.

Première voie :

Essais d'utilisation du micro-ordinateur comme outil technologique dans la pratique quotidienne de la classe.

Quel rôle pourraient jouer des micro-ordinateurs dans une classe ou une école élémentaire ? Nous avons, à travers des essais très ponctuels, essayé d'inventorier différents créneaux d'utilisation ; les programmes réalisés par nous ne l'ont pas toujours été avec une intention d'utilisation précise au départ.

1 - Des jeux pour activités de club ou de loisir éducatif

Exemple : jeu du mot mystérieux (l'ordinateur ou le meneur de jeu choisit un mot qu'il faut deviner en ne connaissant que sa longueur. A chaque essai, l'ordinateur donne le nombre de lettres correctes).

Nous avons utilisé ce programme pour une familiarisation des enfants avec la machine.

2 - L'ordinateur répétiteur

Exemples : • table de multiplication (interroge sur la table)
• nombre décimal mystérieux (sous forme de jeu, pousse à l'acquisition de l'ordre dans les décimaux).

Ce type de programmes simples à réaliser, car très centrés, permet le renforcement de mécanismes, phase nécessaire mais fastidieuse pour le maître, et que la machine peut prendre en charge infatigablement.

Une présentation astucieuse peut susciter l'intérêt de l'enfant et la sanction donnée par la machine n'a pas la charge affective de celle du maître.

3 - Aide à la découverte d'une notion

Exemple : proportionnalité (petit programme dessinant les points correspondant aux couples de nombres entrés ; amène des remarques sur l'alignement et les propriétés des couples correspondants).

4 - Aide à l'expression

Exemple : "Cadavre exquis"

5 - Banque de savoir à consulter ou banque d'exercices

Exemple : Conjugaison. Ce programme conjugue les verbes usuels ou interroge sur la conjugaison.

Utilisé au cours d'une "leçon" sur le subjonctif présent, les enfants ont interrogé l'ordinateur et fait des remarques.

Sans doute n'avons-nous pas couvert l'ensemble des directions possibles. M. QUÉRÉ, dans sa thèse de doctorat d'état, propose une classification des utilisations de l'ordinateur à des fins pédagogiques qui peut servir de cadre de référence.

Notre réflexion a surtout eu pour objet d'essayer d'entrevoir :

— *la spécificité de l'outil* : la tendance à faire faire par la machine ce qu'on sait déjà faire par l'utilisation du tableau, des manuels ou de fiches, est grande. Les idées de programmes permettant à la machine de faire ce qu'on ne sait pas ou qu'on ne peut pas faire "à la main" sont moins foisonnantes car elles supposent des remises en question...

On sent, en effet, sur des exemples ponctuels, limités, ce que l'ordinateur pourrait apporter au niveau didactique dans une démarche d'apprentissage par situation-problèmes. Mais cela pose le problème de la conception de ces didacticiels en même temps que de l'organisation de situations pédagogiques dans laquelle l'ordinateur serait intégré.

— *l'organisation de la classe*, d'une façon plus générale, pour que l'outil soit "rentable" et ne reste pas un gadget et au-delà, l'organisation de l'école pour le plein emploi de l'appareil.

Il y a pour cela lieu de développer toutes les directions d'utilisation, pour que l'ordinateur puisse rendre le maximum de services possibles, mais il faut encore que le maître pense son organisation et ses démarches en l'intégrant.

Cet outil pourrait également être un facteur de transformation des relations à l'intérieur d'une école en suscitant un travail d'équipe au niveau des maîtres pour une utilisation cohérente.

On mesure aussi (mais ce n'est pas en contradiction !) l'intérêt tout particulier de cet outil dans une "classe unique" (plusieurs cours dans une même classe) où l'organisation du travail est déjà, et par nécessité, adaptée à l'utilisation d'un ordinateur.

Il nous apparaît bien clairement (et il n'est pas évident que ce soit si trivial !) que la réalisation de logiciels d'enseignement suppose la définition préalable de la (ou les) stratégie(s) dans laquelle (lesquelles) il pourra être utilisé. Cela pose, notamment, le problème de l'utilisation de logiciels écrits par d'autres.

Deuxième voie :

L'élève programme l'ordinateur

Nos objectifs :

Utiliser l'ordinateur et quelques instructions en BASIC (car nos machines disposent de BASIC), pour mettre dans une perspective informatique différents problèmes habituellement proposés à l'école élémentaire.

A propos de ces problèmes, il s'agit de conduire les élèves à décomposer en tâches élémentaires les différentes étapes de leur résolution.

En aucun cas, il ne s'agit d'apprendre un langage de programmation aux élèves.

Déroulement :

Quinze séances d'environ une heure trente étalées sur six mois.

Les enfants sont répartis en équipes de trois ou quatre. Les équipes ont accès aux machines à tour de rôle.

Contenu des séances de travail :

1ère séance - Familiarisation avec le matériel par utilisation de programmes.

- ils apprennent très vite les commandes usuelles.

- *démythification* : les enfants ont posé des questions sur le pouvoir magique de l'ordinateur ; ils ont trouvé eux-mêmes les réponses au cours des séances suivantes (il se trompe quand on se trompe, il ne sait rien par lui-même) jusqu'à comprendre, lors de l'étude des premiers petits programmes, qu'il ne peut faire que ce qu'on a programmé.

2ème séance - Analyse d'un programme (qui calcule le produit de 2 nombres)

Le listing est mis en parallèle avec le déroulement.

On découvre le rôle des instructions (INPUT - PRINT - GOTO - END). Les variables sont interprétées comme le nom de "boîtes-mémoire" dans lesquelles l'ordinateur stocke les nombres.

Modification du programme

- on change l'opération
- on place plusieurs opérations
- on rajoute des textes à afficher...

Programme réalisant la somme de 3 nombres

Programme réalisant le produit de 3 nombres.

3ème et 4ème séances - Programme donnant le périmètre d'un rectangle puis le périmètre et l'aire de diverses figures planes simples, amenant à la

recherche des formules de calcul et des données à entrer. On compare les programmes des différentes équipes dans lesquelles l'ordre des entrées, ou celui des calculs, diffèrent.

5ème séance - "La note du marchand des quatre saisons"

Un marchand des 4 saisons vend des bananes à 8 F le kg, des poires à 6,40 F le kg, des pommes à 8,50 F le kg et des mandarines à 6 F le kg. Il veut obtenir par ordinateur le total à payer par ses clients.

Les enfants sont amenés à rechercher ce qui manque pour faire le calcul : les quantités achetées par le client.

Pour établir la méthode de calcul, beaucoup d'entre eux essaient sur un exemple.

L'habitude prise précédemment leur fait remplacer les quantités inconnues par des lettres.

Certains utilisent une seule formule, d'autres décomposent en 5 étapes.

6ème et 7ème séances - "La facture d'électricité"

Une facture d'E.D.F. est remise aux enfants. Il faut rédiger un programme pour automatiser le calcul.

La résolution du problème a été longue car il a fallu d'abord comprendre "comment ça marche". D'où résolution d'abord sur des exemples.

Difficultés également à repérer les données fixes (*taux*) et les données variables (*relevés*).

Une fois explicité l'algorithme sous-jacent dans la présentation même de la facture, nous avons saisi l'occasion d'insister sur les 3 parties : **DONNEES - TRAITEMENT - RESULTATS**, que bien sûr on retrouve ensuite dans les programmes.

ELECTRICITÉ DE FRANCE									
Date de la facture : 17/11/1981					M. MAURIN Roger 25, route d'Allègre 43350 SAINT-PAULIEN				
Relevé des compteurs		Consommation	1ère Tranche		2 ^e Tranche		Consommation	Abonnement	TOTAL
ANCIEN	NOUVEAU	en KWH	Prix	KWH	Prix	KWH	en F.		
47178	49233	2955			19,36	2055	397,85	647,91	1 245,76
65349	67141	1792	33,34	1792			597,43		597,43
MONTANT HORS TAXES									1 843,21
← ... ENTRÉES ... → ← ... CALCULS ... → → ... SORTIE ... →									

8ème séance - Jeu de rôles : l'ordinateur "en bois" (Annexe I)

A permis de renforcer les notions de variables et d'affectation, de mieux comprendre, pour certains, le fonctionnement de l'instruction INPUT X, et pour tous, d'avoir une image très simpliste mais concrète du fonctionnement de la machine à l'exécution d'un programme.

9ème séance - Introduction de variables alphanumériques et de la structure alternative.

Les variables alphanumériques sont introduites pour permettre le mode conversationnel et ne pas rester dans les seuls calculs. Mais nous n'avons pas l'intention de développer le traitement des chaînes de caractères !

Les enfants admettent que les "boîtes mémoires" destinées à recevoir des mots aient leur nom terminé par \$ et que les mots soient encadrés par des " ".

Nous avons introduit l'alternative et son expression BASIC : IF... THEN... ELSE... à partir d'une mini-conversation avec deux issues suivant la réponse de l'enfant.

10ème séance - Course en taxi

Programme calculant la somme à payer connaissant les tarifs de nuit et de jour, et sachant qu'une taxe fixe est à inclure.

Il y a donc 2 "formules" suivant qu'il s'agit du jour ou de la nuit et donc l'emploi de l'alternative. Les enfants écrivent :

50 IF R\$ = "JOUR" THEN S = a + b₁*k ELSE S = a + b₂*k
sauf un groupe qui écrit :

```
50 IF R$ = "JOUR" THEN GOTO 60 ELSE GOTO 70
60 S = a + b1*k
70 S = a + b2*k
```

A l'exécution de cette 2^e version, on s'aperçoit de l'erreur et l'équipe découvre elle-même la raison (il faut ajouter : 65 GOTO 80)

11ème séance - Ecrire un programme pour que :

L'ordinateur demande 2 nombres, calcule le produit, puis demande le produit et indique si la réponse est juste ou fausse.

12ème séance - Ecrire un programme du jeu suivant

Un nombre est choisi entre 0 et 20, il faut le deviner en proposant des nombres, la réponse ne pouvant être que "plus petit", "plus grand", ou "exact".

Nous indiquons comment l'ordinateur peut choisir au hasard un nombre entre 0 et 20.

Construction en commun de l'algorithme.

Ecriture du programme
(nous fournissons l'instruction : $Z = \text{RND}(20)$).

13ème séance - Découverte du quadrillage de l'écran

L'instruction SET (x,y) allume un point sur l'écran.

Exploration : • les limites de l'écran (tranches de nombres utilisables)
• le mode de repérage.

14ème séance - Tracé d'un segment (horizontal ou vertical) - ITÉRATION

On utilise une suite d'instructions SET dans lesquelles un des nombres est fixe et l'autre augmente de 1.

Introduction de la boucle "FOR... TO... NEXT". En réponse à l'idée de répétition.

15ème séance - Tracé de segments, d'un rectangle

Après avoir préparé sur papier quadrillé leur projet, les enfants utilisent une boucle pour chaque segment — et leur programme est une succession de boucles.

Mais il y a eu utilisation mécanique et non pas véritable compréhension de cette structure sur laquelle nous n'avons pas eu le temps de travailler plus.

A l'issue de cet ensemble de séances, qui consistait pour nous en une exploration de possibles plus qu'en une expérimentation dans les règles, nous n'avons pas prévu d'évaluation plus précise que celle que nous avons pu faire en continu, en observant les difficultés des enfants devant les exercices proposés.

Il n'est donc pas possible de tirer des conclusions sérieuses sur les comportements acquis ou non acquis, susceptibles de transferts ou non.

On peut néanmoins en avoir une idée en lisant les solutions rédigées par quelques enfants à propos d'un problème posé vers la fin de l'année en dehors de toute préoccupation de programmation, les enfants ayant à leur disposition leur calculette habituelle (Annexe II).

Nous pouvons également nous permettre les observations suivantes :

• Les mots BASIC ne provoquent aucune gêne chez les enfants qui les emploient comme des conventions.

Il semble même que, ces mots n'ayant pas pour eux d'autre signification que celle qu'ils apprennent en même temps, cela fasse un obstacle de moins vers l'acquisition de la "chose désignée" qui est l'objectif.

— Le fonctionnement de l'instruction INPUT semble poser quelques problèmes de compréhension que nous avons aussi constatés chez les adultes. Pourquoi ?

— Si au cours des toutes premières séances nous avons l'impression que tous les enfants découvraient avec la même vivacité ce nouveau "domaine", les différences sont réapparues assez vite à 2 niveaux :

- celui de l'analyse du problème pour en déduire une organisation du traitement.
- celui de l'expression. L'expression dans la langue naturelle elle-même qui engendre des incompréhensions, mais qui provoque aussi des difficultés à s'exprimer en BASIC. Par exemple : "messages en BASIC" incomplets (sans parler des particularités de syntaxes, sur lesquelles nous n'avons pas insisté).

— Enfin tous les enfants ont été enthousiasmés par ces activités et on pourra lire quelques exemplaires de textes qu'ils ont rédigés, à notre demande, pour donner leurs impressions. (Annexe III)

Bibliographie

Maryse QUERE, *Thèse de doctorat d'Etat*. Université de Nancy.

LOGO - IREM de Clermont-Ferrand, *Une autre voie...*

J.-P. PETIT, *L'Informagique*. Belin.

Education et Informatique. Spécial élémentaire n° 10, avril 1982, cite d'autres expérimentations.

Des revues : — *L'ordinateur de poche*

— *L'ordinateur individuel*

Annexe I

"L'ORDINATEUR EN BOIS"

Simuler le fonctionnement de l'ordinateur au cours de l'exécution d'un programme a été l'objet de cette activité : il s'agit d'un jeu où les enfants tiennent le rôle des principaux "organes" de la machine :

- un "clavier" délivre les messages (commandes, données), qui sont écrits sur des morceaux de papier.
- la "mémoire centrale" est tenue par une équipe qui dispose de boîtes sur lesquelles on inscrira leur nom, et dans lesquelles on déposera les valeurs (écrites sur les papiers) ; si la valeur contenue dans une boîte-mémoire doit être communiquée à un autre organe (affichage, calcul, ...) le message à transmettre sera une copie de cette valeur.
- le "centre de calcul" est une équipe munie de papier et crayons et aussi d'additionneuses !
- l'écran est un tableau de feuilles où des enfants écrivent ou collent les messages à afficher et "tournent les pages" ;
- une équipe déroule le programme écrit en gros sur une affiche enroulée, pointe l'instruction à exécuter et donne l'ordre correspondant ;
- enfin, un enfant transporte les informations entre les différents organes : c'est le "bus" (les enfants ayant retenu ce mot prononcé par inadvertance !)

Ce jeu a d'abord été improvisé à la fin d'une séance à partir d'un petit programme qui venait d'être mis au point.

Discussions sur l'ordre et le sens de circulation des informations entre les organes, sur les mémoires (boîte ↔ nom ↔ contenu), ont été très riches et ce jeu a sans doute aidé beaucoup d'enfants à comprendre l'emploi des variables, le fonctionnement de l'affectation et les calculs des expressions faisant intervenir les variables.

Nous avons alors demandé aux enfants de recommencer ce jeu la semaine suivante, mais cette fois, dans le studio-vidéo de l'École Normale et en observant un minimum de discipline pour permettre l'enregistrement.

("L'ordinateur de l'École Lafayette" — Bande vidéo N & B — 20 mm — Ecole Normale, LE PUY).

Annexe II

Énoncé : Ayant fait un choix au libre service, un client se présente à la caisse.

“J’ai acheté 2 kg de sucre à 2,20 F le kg, 2 boîtes de petits pois à 6,25 F la boîte, et 3 paquets de lessive dont le prix n’est pas marqué.

— Cela ne fait rien dit la caissière, je connais les prix. Voilà, cela fait 41,75 F.

— Ce n’est pas possible ! dit le client.

La caissière refait la fiche : “Excusez-moi, je m’étais trompée”.

Comment le client a-t-il pu savoir que le compte n’était pas juste puisqu’il ne connaissait pas les prix ?

Quelques solutions d’élèves :

$$(2,20 \times 2) + (2 \times 6,25) + (3 \times c) = x$$

$$(2,20 \times 2) + (2 \times 6,25) = y$$

$$y = 16,90$$

$$41,75 - 16,90 = B \quad B = 24,85$$

$$B \div 3 = z$$

$$z = 8,28333\dots$$

$$2,20 \times 2 = A$$

$$6,25 \times 2 = B$$

$$A + B = C$$

$$41,75 - C = D$$

$$D \div 3 = E$$

Le paquet coûte E

Le client dit que ce n’est pas possible car il n’existe pas des prix comme ça.

$$A = 4,4$$

$$B = 12,5$$

$$C = 16,9$$

$$D = 24,85$$

$$E = 8,28333\dots$$

$$\begin{aligned} 2,20 \times 2 &= X \\ 6,25 \times 2 &= Y \\ 41,75 - (X + Y) &= Z \\ Z : 3 &= A \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X &= 4,4 \\ Y &= 12,5 \\ Z &= 24,85 \\ A &= 8,283333 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2,20 \times 2 &= X \\ 6,25 \times 2 &= Y \\ X + Y &= Z \\ Z - 41,75 &= A \end{aligned}$$

A est le prix des 3 paquets de fer que
le client a fait ses opérations dans sa
tête

$$\begin{aligned} X &= 4,4 \\ Y &= 12,5 \\ Z &= 16,9 \\ A &= 24,85 \end{aligned}$$

Annexe III

Lucrèce 24 juin
Étienne

L'informatique m'a bien intéressé.
J'aime bien quand on fait des jeux et
quand on fait du dessin.
Parfois, je mets longtemps pour
trouver les virgules et les parenthèses ^{mais je ne}
j'aime pas très bien quand on fait de la
conjugaison, mais qu'on aime bien l'
informatique.

Lucrèce

Lucrèce 24 juin

J'aime bien l'informatique. Je pré-
fère même l'appareil que faire des
programmes. Et que j'aime, c'est
quand on a fait et tape mais pro-
pre, on découvre si il est juste ou faux.
Je préfère l'informatique aux autres
matières. Seules, l'éducation physique
et le travail manuel sont des mati-
ères que j'aime autant que l'informa-
tique. Je pense que ça doit plaire à
tout le monde. Il faut continuer!

Lucrèce 24 juin

Thérèse

J'ai bien aimé faire de l'informatique. Ce
qui m'a plu, c'est les dessins, les programmes.
J'aime mieux faire des exercices de conjugaison
et de mathématiques sur l'ordinateur que sur le
cubier. J'ai appris beaucoup de mots pour
faire fonctionner les ordinateurs. L'année
prochaine, j'aime bien ^{venir} à l'école pour
continuer à faire de l'informatique, si il y
a un club.

Annexe IV

PETIT GUIDE DES MOTS BASIC UTILISÉS

INPUT X signifie : affecter à la variable X une valeur tapée au clavier. Cette instruction provoque l'affichage à l'écran de "?", et l'attente de l'introduction, par l'utilisateur, de cette valeur.

PRINT X signifie : afficher à l'écran la valeur de la variable X.

GOTO n est l'instruction de branchement : l'exécution se poursuit à la ligne de numéro n.

END est l'instruction de fin de programme.

IF... THEN... ELSE... est l'instruction de choix SI... ALORS... SINON...

FOR... TO... NEXT est l'instruction permettant la répétition d'un bloc d'instructions, un nombre déterminé de fois. Elle fait intervenir une variable qui s'incrémente après chaque répétition :

<pre>FOR I = 1 TO N NEXT I</pre>	} qui traduit	<pre>Pour I variant de 1 à N, faire :</pre>
---------------------------------------	---------------	--

BASIC permet des traitements numériques, mais aussi des traitements de chaînes de caractères. Les identificateurs des variables chaînes doivent être terminés par le signe \$ (exemple : X\$ = "texte").