

POUR INTRODUIRE
A L'INGENIERIE DIDACTIQUE
A COMPOSANTE INFORMATIQUE

Rapport sur l'université d'été N° 20

Luminy - 10 JUILLET 1985

par **Yves-Chevallard**

avec la collaboration de

Henri Capell, Michel Faramia et Michèle Faramia



Publication de l'IREM de Marseille

N° 2

1985

POUR INTRODUIRE
A L'INGENIERIE DIDACTIQUE
A COMPOSANTS INFORMATIQUE

POUR INTRODUIRE
A L'INGENIERIE DIDACTIQUE
A COMPOSANTS INFORMATIQUE

Yves Chevallard

Henri Capell
Michel Faramia
Michèle Faramia

Publications de l'IREM d'Aix-Marseille

Copyright 1985, IREM d'LAIX-Marseille

PREFACE

Le développement actuel de ce que l'on est convenu d'appeler l'"informatique pédagogique" constitue un fait bien digne d'attention. En attendant les analyses qu'un nécessaire recul rendra bientôt possibles, il est pourtant indispensable dès aujourd'hui, à qui veut agir, de prendre du champ, et de situer l'action envisagée dans un réseau de significations qui excède toujours les intentions délibérées des acteurs.

On a ainsi proclamé très vite -- trop vite sans doute -- que l'"informatique" allait bouleverser le fonctionnement traditionnel de l'école. A propos de moyens techniques neufs ou, comme on dit improprement, d'une "technologie" nouvelle, on s'est engouffré, en ignorant les leçons d'un passé encore proche (il faut songer ici aux promesses non tenues de l'audiovisuel), sur de vastes boulevards du progrès, dont quelques-uns sont vraisemblablement des impasses.

Car il convient de le souligner: le bilan de cette "révolution" - dont on nous promet qu'elle changera jusqu'à nos façons de penser - est jusqu'à présent fort mince. Concernant l'enseignement proprement dit ce qui se passe et ce que l'on peut observer dans les classes, on ne voit pas que les choses aient notablement changé. Comme on pouvait le prévoir, et contre la première volonté de beaucoup de ses zéloteurs, l'informatique s'introduit aujourd'hui dans les classes comme... matière d'enseignement. Qu'on s'en réjouisse ou qu'on le déplore, c'est l'acquis le plus sûr de la période. De même qu'il y a des professeurs de mathématiques et des cours de mathématiques, il y a et il y aura des professeurs d'informatique et des cours d'informatique. Exemple de ces évolutions que l'on sait le système d'enseignement capable d'intégrer sans grand effort: il est fait pour cela, si l'on peut dire.

L'effluve le plus net de la "révolution informatique" doit pourtant être situé ailleurs; il constitue un merveilleux exemple de ce que certains auteurs anglais du XVIII^e siècle ont appelé "the law of unintended consequences". La mise en relation de l'informatique et du système scolaire a provoqué une véritable commotion culturelle, non dans la classe, mais bien dans la salle des professeurs, qui s'est brusque-

ment vidée de quelques-uns de ses éléments les plus actifs. Quelques dizaines d'enseignants d'abord, qui allaient vite se compter par centaines et par milliers, ont entendu l'appel informatique. Souvent obscurément touchés par la grâce, assumant d'abord leur vocation soudaine par une autoformation fréquemment remarquable, ils ont vu leur nouvelle passion reconnue, approuvée, coulée en de nouveaux réseaux de formation, dont ils se sont faits les acteurs et les artisans.

Pour beaucoup d'entre eux qui, depuis longtemps, cherchaient une perspective de fuite hors de la salle de classe, et portaient leur désir centrifuge d'essais en échecs, les choses tout d'un coup devenaient claires: ils feraient de "l'informatique", cette fois était la bonne. Mais d'autres encore, plus nombreux peut-être, réduits jusque-là au lot ordinaire de l'enseignant - la solitude et un certain engourdissement, s'éveillaient brusquement à une vie autre, active et active. Dans une communauté qu'on décrit comme verrouillée, et où quelques-uns tentent pourtant mille fois plutôt qu'une de briser le cercle du geste indéfiniment répété, il s'est produit ainsi comme un mouvement tectonique, qui modifie d'anciens équilibres. Des trésors de talent ont trouvé à s'exprimer; de solides appétits se sont réveillés - appétits d'action, de savoir, de pouvoir aussi, quelquefois.

La question de l'informatique dans la classe, de l'informatique comme outil de l'enseignement, reste cependant à peine abordée. La bonne volonté, l'enthousiasme, le talent ne suffisent pas à créer ce qui est en fait un domaine neuf de la recherche en didactique, lié à une transformation potentielle du milieu didactique. La première pierre d'achoppement est ici, comme toujours: en pareil cas, l'absence ou l'insuffisance des problématiques qui devraient informer le travail de chaque jour. A la place de perspectives nettement tracées, susceptibles d'être mises à l'épreuve, soumises au débat scientifique, rectifiées, etc., on voit surgir alors un foisonnement peu maîtrisé d'intuitions mal travaillées, variant au gré des modes et des mots d'ordre. Ainsi s'installe un champ pratique théoriquement amorphe, tourbillonnaire, sans puissance d'avancée, où beaucoup se perdent. C'est à sans doute un péché de jeunesse, quand une ardeur neuve prime les droits de la raison. Mais c'est un péché qu'on a rarement l'occasion de commettre deux fois.

Ce qu'on nomme aujourd'hui informatique pédagogique relève en réalité, dans sa quasi-totalité, de la didactique et de l'ingénierie didactique. Pour plus de clarté, mais de manière quelque peu pléonastique au plan des principes, nous parlerons ici d'ingénierie didactique "à composante informatique". Le changement de terminologie n'est pas sans conséquence: il pourvoit d'emblée les recherches concernant les modes d'intervention de l'outil informatique dans

l'acte d'enseignement d'une problématique solide, déjà bien travaillée par les didacticiens, sur laquelle on pourra bâtir.

En dépit de sa nature - il s'agit d'un rapport sur une université d'été d'informatique-pédagogique, - le présent ouvrage veut moins rendre compte - ce qui n'aurait d'intérêt que pour un public fort réduit - que rendre raison de ce qui a été conçu et réalisé. Exercice difficile sans doute, mais essentiel dans l'étape actuelle du développement de la recherche et des pratiques de formation. Exercice dont les résultats concernent tous ceux qui ont et auront à assumer des tâches de formation et apportent aussi, croyons-nous, une contribution au débat intéressant la foule de ceux qui, dans les années à venir, vont travailler à produire des matériels didactiques à composante informatique qui à former les enseignants à la production et à l'emploi de tels matériels. Car il est grand temps qu'un débat s'ouvre sur l'informatique pédagogique ne peut être simplement une affaire de temps passé devant un clavier.

Signalons enfin, pour l'usage pratique de ce rapport, que deux lectures au moins en sont possibles. L'une, rapide, s'attachera aux seuls principes ayant présidé à la conception du stage de formation qui s'y trouve présenté. L'autre, allant jusqu'au détail de la mise en oeuvre - pour laquelle je tiens à remercier ici Henri Capell, Michèle Faramia et Michèle Faramia, - tendra à donner à cet ouvrage valeur de Manuel, que le formateur pourra à son gré suivre en le démarquant, ou dont il pourra, bien entendu, se démarquer tout en lui empruntant.

Y.C.

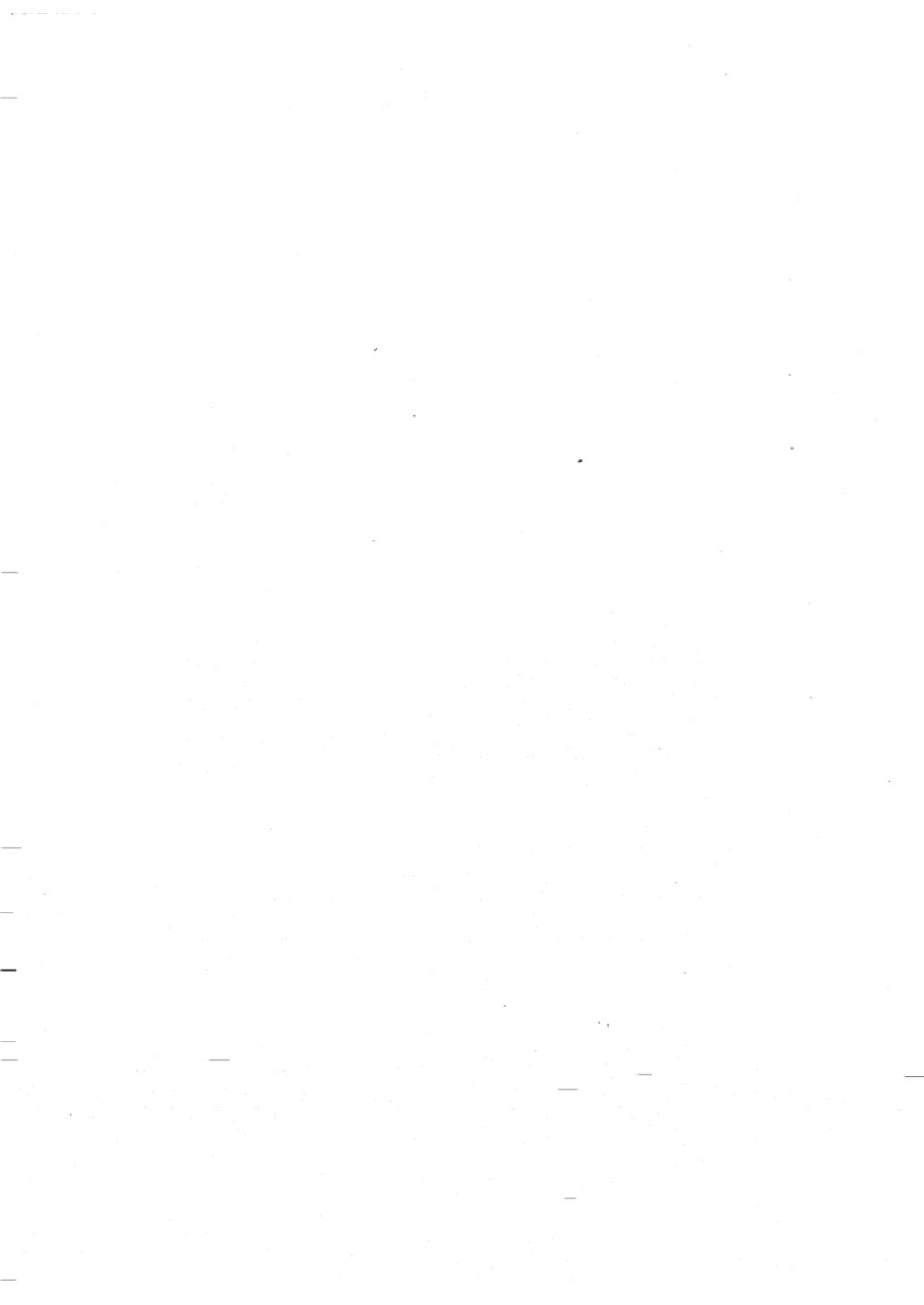


TABLE DES MATIERES

Préface ~~v~~Partie ~~1~~

QU'EST-CE

QUE LINBIA ACTION
DE FORMATION ~~1~~

1 La formation comme objet didactique 3

2 Le savoir en jeu 6

Documents du chapitre 2 17

3 Formation/éducation 29

4 Enseignement et recherche 33

Partie ~~2~~

LES TROIS

PREMIERES
JOURNEES

5 Le public : son profil, ses attentes 43

6 La première journée : un scénario
social imaginaire 55

Documents du chapitre 6 65

7 Les deuxième et troisième journées :
les commandes D. et E. 83

Documents du chapitre 7 95

Partie ~~3~~

LES SEPT

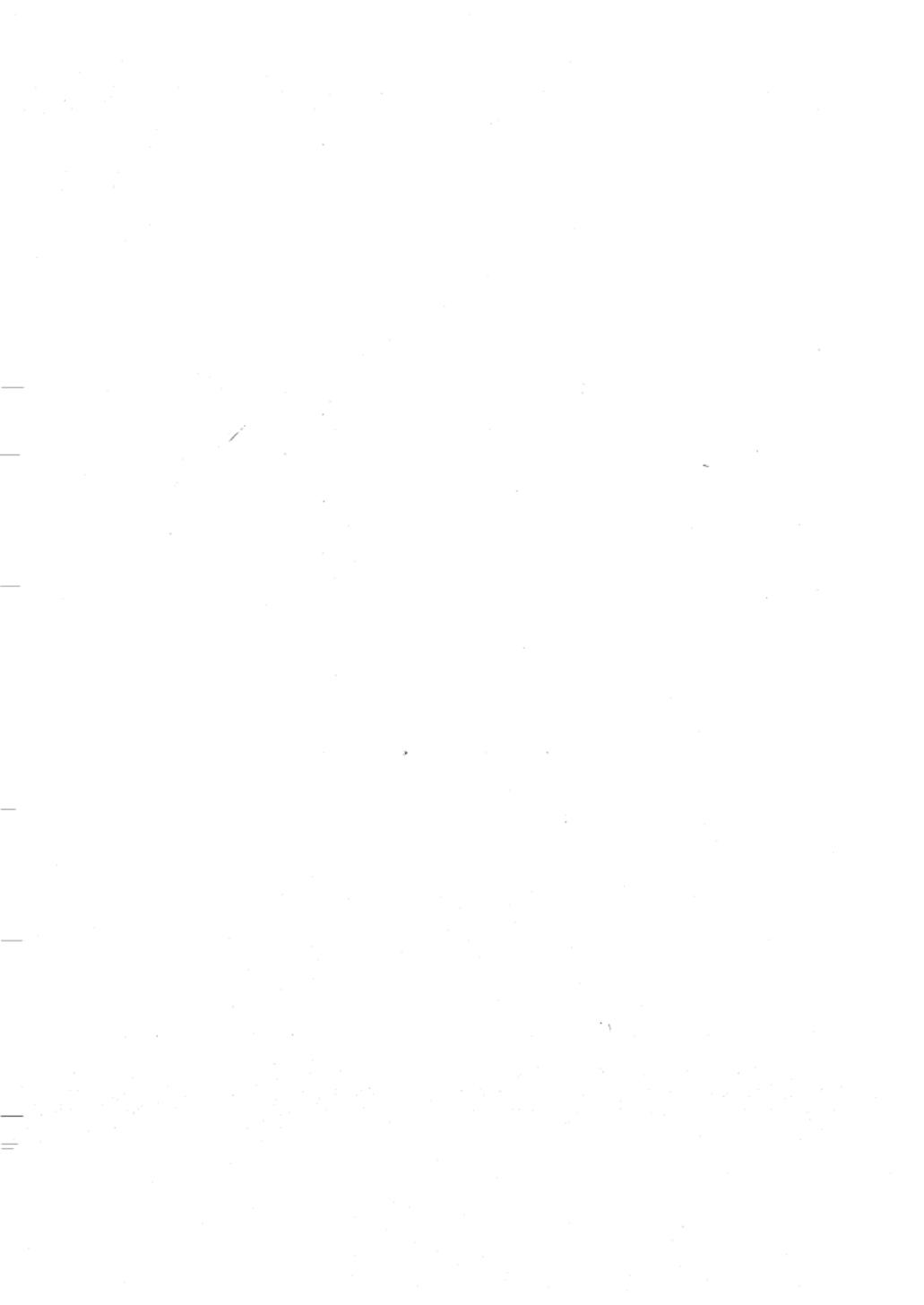
JOURNEES
SUIVANTES

8 Le travail sur les projets 195

Documents du chapitre 8 203

9 Au delà de l'université d'été 311

Documents du chapitre 9 323



POUR INTRODUIRE
A L'INGENIERIE DIDACTIQUE
A COMPOSANTE INFORMATIQUE

PARTIE

QUEST-CE
QU'UNE ACTION
DEFORMATION?

Chapitre 1

La formation comme objet didactique

Entre l'enseignement, adressé à des élèves qui sont parfois de jeunes adultes, et le stage de formation, destiné à un public d'adultes, il y a d'abord un point commun, essentiel, dont il convient de partir. Un comme l'autre, en effet, procèdent d'une intention didactique, et leurs promoteurs - à quelque niveau qu'ils se situent - visent à provoquer un apprentissage (ce mot étant pris en un sens large, sur lequel nous reviendrons).

Dès lors, et de la même façon qu'un enseignement, un stage de formation entre de plein droit dans le champ d'analyse et d'action de la didactique. Sa conception, comme sa réalisation effective, sont du ressort de l'ingénierie didactique. Elles participent ensemble d'un processus de production d'un objet technique, qui est ici un objet didactique, dont on doit chercher la reconnaissance et la validation en tant qu'objet social, reproductible, transmissible, susceptible d'amélioration, et capable de diffusion sociale.

De cette validation sociale, la validation administrative - qui suscite le genre littéraire du rapport ou du compte rendu - n'est au fond qu'un aspect mineur, dont la réussite - toujours incertaine et floue - peut masquer une dimension autrement importante, celle de la réussite ou de l'échec de l'objet produit comme objet technoculturel, fruit d'une techné didactique qui entre un jour dans le paysage culturel familier d'une société donnée, ou s'en trouve rejeté.

Cette communauté de problématiques - celle de l'enseignement, celle de la formation - n'a pourtant pas été bien nettement soulignée jusqu'ici. La différence spécifique l'a emporté sur le genre prochain. Cent stages de formation ont fleuri, certes, mais semblables en cela à cent fleurs sauvages: chacune fière de sa singularité, ou de ce que l'on peut tenir pour tel; toutes ensemble admirables de diversité, et propres à composer un paysage dont la naturelle beauté saisit, mais dont, plus prosaïquement, le rendement ne saurait être égale à celui d'une culture pensée et ordonnée.

On aurait tort pourtant de pousser trop loin la métaphore. Il n'y a rien de naturel en cet accent mis sur la singularité. Et il ne faut pas même incriminer l'humaine nature, mais voir en cela, bien au contraire, le fruit d'un calcul stratégique de la part des acteurs du jeu - les formateurs. Stratégies microsociales par lesquelles chacun tente de se créer un domaine à soi, de monter dans une

hiérarchie qui a d'abord l'avantage de n'être pas exactement défilée et permet donc de rêver, un peu au delà de ce que les stratifications sociales vous accordent, de se procurer une rente de situation - qui peut être quelquefois, rarement, une rente tout court.

Il serait excessif de stigmatiser la formation comme perspective de fuite du métier d'enseignant - car le métier est dur. On dérogerait pourtant aux principes d'une honnête analyse si l'on ne signalait cet aspect des choses, dont les effets ne sont nullement négligeables. Soulignons pour l'instant ici, comme un symptôme remarquable, ce postulat qui semble encore prévaloir dans la doctrine de la formation (on n'ose écrire: dans la pensée de la formation) il n'y aurait de formateur qu'à durée limitée, il n'y aurait, pour simplifier, de formateur que d'occasion (celle qui fait le larron). Il n'y aurait pas de métier de formateur, ou, si l'on veut, de métier de la formation. Le principe est maintenu même si, les années passant, la réalité vient peu ou prou le démentir: il est d'abord le témoignage d'une certaine représentation sociale de la formation - et d'une certaine crainte. (On sait que, longtemps, il n'y eut pas véritablement de métier de l'enseignement, et encore moins de corps de métier. De la formation à l'enseignement, il n'y a pas, ici encore, rupture franche, mais simple décalage historique des représentations et des pratiques.)

Qu'il ne puisse exister de métier de la formation, on ne peut le soutenir que si l'on tient aussi qu'il ne peut exister une théorie et une technologie de la formation. Le problème est, à vrai dire, tout semblable à celui que propose l'état actuel du métier d'enseignant: doté d'un savoir plus ou moins contrôlé, et qu'il s'agira d'enseigner, on est dès lors en puissance d'enseignement, et l'on deviendra enseignant par adjonction de quelques principes et méthodes pédagogiques, qui font au jour d'hui encore toute la coloration professionnelle du métier. Ainsi, de même, fabriquerait-on des "formateurs" à l'exemple actuel des stages "Informatique pour tous" suffirait à désarmer toute protestation sur ce point.

Que de telles conceptions aient quelque incidence sur ce qu'il en est de l'enseignement, et de la formation, on le verra en suivant ici la présentation d'une université d'été centrée sur la problématique de l'ingénierie didactique - laquelle fait apparaître, par contraste, l'aspect archaïque, naïvement spontanéiste, et insuffisant, des représentations largement dominantes en ces matières.

Mais nous reprendrons d'abord le constat dont nous étions partis. Enseignement et formation relèvent d'une commune intention d'action didactique que la société entend imprimer sur elle-même à travers certains de ses membres. Partant de ce souci partagé, qui fournit un cadre

d'ensemble à l'analyse, on pourra mettre à jour d'une manière raisonnée les dissemblances qui séparent pourtant, dans l'état actuel des choses, deux types de pratiques didactiques qui, tout en se cotoyant constamment, n'en continuent pas moins à trop s'ignorer.

Chapitre 2

Le savoir en jeu

Pour qu'il y ait enseignement, il faut qu'il y ait constitution d'un système didactique, système d'interactions qui vient s'établir entre un enseignant, des enseignés, et un savoir, enjeu de l'enseignement (d'un côté), de l'apprentissage (de l'autre) (1).

Dans l'enseignement tel que nous le connaissons, les systèmes didactiques se constituent, concrètement, au mois de septembre, et achèvent leur existence vers le mois de juin. Il convient sans doute de remarquer déjà que s'il y a, dans une action de formation, constitution d'un système didactique - question sur laquelle nous allons revenir - l'idée même de stage (2) déroge à la contrainte d'une organisation sociale d'ensemble, liée aux saisons (les vacances d'été étant anciennement le temps des travaux des champs, aujourd'hui celui des loisirs), valable partout et pour tous, et nous fait verser du côté d'une plus grande liberté temporelle. Particularité qui contribue à donner aux stages de formation une moindre visibilité sociale et conduit à un aménagement dont l'effet n'est pas seulement de les soustraire au contrôle de la société (3), mais élimine aussi, surtout, la possibilité d'une structure de confrontation et de débat à travers laquelle une progression d'ensemble puisse être pensée et gérée.

Dans cette perspective, on notera ici qu'en proposant un temps (même un peu vaguement défini - "l'été"), et un cadre commun (même si ce cadre est d'abord plus propice à une saine administration qu'à un débat scientifique, nécessairement plus fragile et plus délicat à susciter), l'organisation d'universités d'été pensées comme éléments d'un ensemble qui il s'agit de faire évoluer vers un tout structuré et structurant, s'inscrit dans une ligne de progrès auquel le présent travail voudrait apporter une contribution.

Par cela, une université d'été n'est déjà plus tout à fait un simple stage de formation, dans la mesure où elle participe d'une totalité qui peut s'avérer productrice de savoirs (à transmettre dans un tel cadre) et de savoir-faire (guidant et contrôlant cette transmission). Enjeu fondamental, sur lequel nous allons revenir.

Dans une telle université d'été, en effet, il y a bien un ou des enseignants, et des enseignés (ces mots étant pris en un sens large, là encore). Mais c'est le savoir qui vient y faire problème. Non que les enseignants n'aient un savoir à transmettre, un savoir qui soit ignoré des enseignés, et donc susceptible de figurer comme enjeu

d'enseignement et d'apprentissage. (On peut évoquer bien sûr des stages de formation où un tel savoir n'existe pas: soit que les enseignants n'aient rien à transmettre, soit qu'ils n'aient rien à offrir que les enseignés ne sachent déjà.) Mais la constitution d'un système didactique exige un peu plus que cette condition minimale. Pour qu'un tel système prenne forme, il convient de passer contrat: "Nous pouvons vous enseigner tel savoir; si cela vous intéresse, venez suivre notre enseignement."

Or, c'est en ce point que se concentrent les difficultés. Tout enseigné se trouve, par la nature des choses, dans une situation paradoxale pour qu'il puisse honnêtement passer contrat, en effet, à propos d'un enseignement proposé, il convient qu'il sache, ou du moins qu'il croit ignorer les contenus de savoir dont l'apprentissage lui est promis. Mais, dans le même temps, pour que son engagement soit significatif, il doit savoir quelque chose de ce savoir, en avoir une certaine idée, qui lui permettra par exemple d'identifier d'éventuelles ruptures de contrat. Sans cette capacité, il ne peut réellement passer contrat. Il pourra seulement jouer le jeu, pour voir, et pour une période probatoire. Un système didactique qui se forme sur une telle base peut se révéler terriblement fragile, et se défaire presque aussitôt qu'il se sera constitué.

On peut être privé de la capacité de passer contrat pour au moins deux sortes de raisons: si je désire prendre des cours de cuisine, de guitare, ou même de golf, j'ai une certaine idée - acquise par familiarité, ou comme spectateur, directement ou par le biais des médias - de ce que l'on me proposera de faire. Je sais - ou du moins je crois savoir - ce que c'est que faire la cuisine, jouer de la guitare, jouer au golf. Seule la méthode d'apprentissage proposée, la stratégie didactique mise en oeuvre par l'enseignant, pourra éventuellement me surprendre, peut-être jusqu'au point où je me croirai dans mon bon droit en dénonçant une rupture de contrat - à tort ou à raison. La situation change si l'on me propose de s'inscrire en blanc, dans un club de vacances par exemple, de choisir entre un cours de tennis et un cours de Tai shi shuan - discipline dont je n'aurais même jamais entendu parler. Dans ce dernier cas, mon engagement ne pourra être a priori que strictement conditionnel.

Le problème qui m'est alors posé peut recevoir une autre solution. S'agissant du Tai shi shuan, je peux essayer de me renseigner, auprès d'amis, en me documentant: la documentation n'est pas toujours facile à trouver, ou en allant observer la dernière séance du groupe de Tai shi shuan précédent. Cette possibilité ne m'est donnée que si le savoir dont je veux me faire une idée peut se rencontrer sous des formes qui me permettent de savoir sans participer - ce qui n'est pas toujours possible, - autrement dit quand les pratiques correspondantes ont acquis une certaine

visibilité sociale.

Pourtant ce type de solution n'est ni le meilleur, ni, surtout, celui qui fonctionne le plus généralement. Tout d'abord, seuls quelques savoirs - savoirs du corps en particulier, et de tout le registre sensoriel: danse, chant, sports, etc. - peuvent s'exposer publiquement. Il est plus difficile d'acquiescer une idée de ce qu'est, par exemple, la pratique de l'épistémologie. Mais même lorsqu'un tel recours est possible, il ne va pas sans risques: les formes socialement visibles d'une pratique de savoir, et celles surtout qui nous sont d'abord sélectivement rendues visibles par le filtrage des médias, appartiennent ordinairement au registre supérieur de l'art qu'elles présentent au regard du public. Dans d'autres cas, seuls certains aspects seront regardés comme montrables et deviendront donc éventuellement visibles au delà du cercle des praticiens: pour l'ethnologie ou la géologie, par exemple, la mise en spectacle s'arrêtera à l'activité de terrain - où il y a quelque chose à voir, et pourra ignorer le travail beaucoup plus prosaïque mené jour après jour au laboratoire. D'où un décalage en forme de déception chez le débutant qui arrive à un cours de danse classique ayant en tête les images des danseurs de l'Opéra de Paris, ou qui voudra faire de l'océanographie comme le commandant Cousteau, de la volcanologie comme Aziefra comme il a vu Aziefra en faire à la télévision, ou de la paléontologie pour découvrir une nouvelle Lucy.

Petites déceptions ou grandes désillusions, cela est secondaire par rapport au problème posé, et reste du domaine de la réaction individuelle. Si je m'inscris à un cours de danse classique reconnu, si j'entre dans un laboratoire de paléontologie, mes espérances seront peut-être déçues: je ne pourrai pas dénoncer, pour cela, l'enseignement qui m'a été proposé comme mystificateur. Je devrai me rendre à cette évidence sociale que la danse classique, la paléontologie des paléontologues, c'est bien cela - même si, tout bien pesé, cela ne me plaît qu'à demi. En réalité, ce qui ne permet de passer contrat - en tant qu'enseigné, - ce n'est pas la connaissance précise que j'aurais de ce à quoi je m'engage. Et pour cause: c'est une garantie qui dépasse mon propre jugement - lequel, répétons-le, n'a de valeur et d'intérêt que pour moi, et ne saurait tenir lieu d'argument dans un procès en rupture de contrat. C'est une assurance qui procède de ce que l'on appellera ici l'ancre sociale du savoir auquel je m'intéresse: existence d'une communauté, large et ouverte (et non réduite et plus ou moins secrète, ésotérique) de professionnels de ce savoir, à laquelle se trouvera associée une communauté d'enseignants et d'institutions d'enseignement; existence d'ouvrages savants, d'ouvrages d'enseignement, de manuels.

L'absence d'un tel ancrage social hypothèque la

possibilité de passer contrat. Or, la atomisation, la faible institutionnalisation de ce qu'on nomme stages de formation vont de pair, très généralement, avec l'absence d'un cadre social de référence donnant au jeu une assise nette. Un stage de formation peut fort bien glisser à l'abbaye de Thélème. A la place d'un savoir et de sa reconnaissance comme cible et enjeu par les partenaires de la relation de formation - formateurs et formés, - peut se substituer alors une relation directe, non médiée par un savoir - la trop fameuse "relation enseignant-enseignés", - qui remplace le contrat d'enseignement et d'apprentissage par la simple allégeance de chacun à un esprit maison, à un leader charismatique, à un gourou parfois.

En cela, le stage de formation s'éloigne ici d'une façon décisive, essentielle, de la relation d'enseignement. Il peut aisément devenir le lieu d'un évanouissement des contenus de savoir ou du moins de leur affaiblissement de leur visibilité sociale. Signe de ce mouvement, qui a paru, un temps, d'avant-garde (avant que le mot d'ordre de retour aux enseignements fondamentaux - "Back to basics" - ne se fasse entendre): lorsqu'un contrôle (administratif par exemple) tente de s'exercer, il enjoint seulement aux responsables du stage de spécifier les objectifs qu'ils prétendent atteindre, non les contenus de savoir qu'ils entendent transmettre, à la façon traditionnelle des programmes d'enseignement. A l'enseigne d'une prétendue sophistication de l'administration de l'acte d'enseignement (il serait aujourd'hui archaïque, et pour tout dire "ringard", de définir son intention didactique en termes de contenus), c'est à une véritable régression, tant dans les conceptions que dans les pratiques didactiques, que l'on travaille alors, malgré qu'on en ait.

Le problème que l'on vient de soulever surgit en particulier, de manière nécessaire - quelque conception qu'on adopte, - lorsque le savoir visé est neuf, ne se propose qu'à l'état naissant, ne dispose pas du soutien de ce qu'on pourrait nommer un establishment épistémologique et institutionnel, et manque d'une assise sociale large. Le candidat stagiaire ne dispose plus alors - ou, dans une hypothèse optimiste, ne dispose pas encore, - de la garantie qui, indépendamment de sa propre capacité à juger une fois le stage engagé, lui permettrait précisément de s'engager. Son engagement, ici, est un pari. Rien n'assure qu'il n'ait affaire à des mystificateurs ou des charlatans, faisant passer leur propre délire pour un savoir de bon aloi.

La université d'été que nous avons animée (manière de parler qui est en elle-même un symptôme; on devrait dire: l'enseignement que nous avons donné dans le cadre de cette université d'été) n'échappe pas à cette ambiguïté nécessaire (dans l'état actuelle des choses). Sa dénomination officielle, celle que les candidats potentiels avaient pu

découvrit dans l'annonce parue au Bulletin officiel (4), était longue mais, en fait (on va le voir), bien peu informative: "Stage de perfectionnement à l'informatique pédagogique pour les enseignants français en poste à l'étranger".

L'expression d'informatique pédagogique pourrait, en fait, jouer un rôle éminent de repérage social et de motif d'engagement. Or, il n'en est rien. Cette étiquette recouvre aujourd'hui un produit mal défini et n'est qu'un terme dans une certaine nomenclature - où elle côtoie l'informatique médicale, etc. Il n'existe pas aujourd'hui d'informatique pédagogique comme il existe, par exemple, une physique nucléaire ou, en mathématiques, une théorie des équations différentielles. L'expression a été conçue pour désigner le projet d'un savoir et de pratiques encore en gestation, à construire, pour décrire de manière résumée et externe un champ de connaissances encore en fiches. Et on ne voit guère qu'il y ait, passés les premiers rudiments, évidemment nécessaires (5), prêt à être enseigné moyennant un certain apprêt didactique, un corps de savoirs et de savoir-faire, voire une simple doctrine ensemble plus ou moins structurés d'hypothèses de travail et de principes au moins empiriquement validés, une doctrine discutée et mise en commun (dans au moins certaines de ses parties), faisant consensus dans une communauté cohérente. Sans parler encore d'une théorie et d'une technologie de l'informatique pédagogique!

A vrai dire, c'est à peine si, sur le papier, on voit poindre aujourd'hui l'ombre d'une méthodologie dement pensée, et ordonnée à un projet dont la spécificité soit nettement tracée. Dans un domaine qui, en fait, relève entièrement de la théorie et de l'ingénierie didactiques (celle-ci s'appuyant sur celle-là), le simple souci didactique apparaît encore comme un vœu pieux (6).

Avant le début de l'université d'été, mais après avoir fait acte de candidature, et dans la mesure où sa candidature avait été retenue (7), chaque stagiaire avait reçu une notice de présentation du stage, rédigée par les formateurs et transmise aux futurs stagiaires par l'intermédiaire de la DCRI (voir ci-après, pp. 19-23). Un intitulé plus précis, et surtout plus organiquement lié au projet proposé par les formateurs, y était formulé: ingénierie didactique à composante informatique. Expression plus précise, certes, mais sans doute opaque à maint stagiaire, comme il en va peut-être en ce point pour le lecteur. Situation prévisible, dont la notice tenait compte, en commentant aussitôt cette expression en termes plus simples (p. 21).

A son arrivée, chaque stagiaire devait remplir un questionnaire (voir ci-après, pp. 24-28). Deux des questions posées se référaient à la notice de présentation du stage.

La première était ainsi formulée:

"Avez-vous examiné la notice de présentation du stage qui vous a été adressée?"

Trois modalités de réponse étaient proposées. L'effectif correspondant à chacune d'elles est donné ci-après:

NON	OUI, rapidement	OUI, avec attention
---	-----	-----
2	18	21

La quasi-totalité (8) des stagiaires présents avaient donc effectivement pris connaissance, de manière plus ou moins approfondie, du document préparé à leur intention. Mais la seconde question est plus révélatrice de la situation des stagiaires face à l'engagement proposé. Elle était rédigée ainsi:

"Cette notice vous a-t-elle paru de nature à vous apporter une information

- utile?
- claire?
- suffisante pour vous former une idée assez précise des contenus et des activités de cette université d'été?"

Le tableau ci-après présente les réponses obtenues de la part des 18 stagiaires ayant déclaré avoir examiné la notice "rapidement".

	OUI	NON	Non-réponse	Autres
	---	---	-----	-----
utile	15	0	3	0
claire	12	3	2	1
suffisante...	10	5	1	2

Ces résultats montrent une structure remarquablement régulière: le consensus obtenu à propos de l'"utilité" se dégrade lorsqu'on passe à la "clarté" puis à la "suffisance" (9).

Comme on pouvait le prévoir, la notice ne pas véritablement permis aux futurs stagiaires de se former une idée très précise sur ce qui leur était proposé. En fait, les résultats sont plus probants quand on passe aux stagiaires

--ils sont 21-- qui ont déclaré avoir examiné la notice "avec attention":

	OUI	NON	Non réponse	Autres
utile	19	1	0	1
claire	12	7	1	1
suffisante...	6	14	0	1

Tout se passe donc comme si, en essayant d'interroger davantage le texte qui leur était proposé, les stagiaires avaient découvert - au delà d'une première lecture cursive qui, peut-être, a pu d'abord conforter leurs idées a priori sur ce qu'ils attendait, - un autre sens, plus difficile à cerner et plus incertain à établir, qui ne se laisse pas exactement saisir à partir des catégories de pensée à leur disposition jusque là (10).

Ce n'est donc pas tant qu'ils n'avaient pas d'idées sur ce que pouvait être l'université d'été à laquelle ils se trouvaient conviés, mais bien plutôt que, creusant un peu le texte de présentation, ils rencontraient des éléments quelque peu dissonants par rapport à ce qu'ils pouvaient a priori anticiper.

Des remarques, sans doute un peu erratiques, recueillies dans la partie de commentaires libres du questionnaire de fin de stage - questionnaire sur lequel nous reviendrons plus loin, - tendent à confirmer cette interprétation (11). Après avoir déclaré atteint chacun des six objectifs assignés au stage - objectifs énoncés dans la première partie du questionnaire, l'un d'eux écrit ainsi:

"J'ai répondu O.K. à toutes les questions de la première partie, car il me semble avoir bien compris. Cependant je ne m'attendais pas à un tel contenu après avoir lu les documents reçus avant le stage. Peut-être pourraient-ils être plus explicites?"

Un autre stagiaire, qui avait déjà suivi un stage qu'il pouvait penser semblable à celui auquel il venait participer, déclarera avoir regardé la phase de "mise en train" constituée par les trois premiers jours (voir la partie 2), comme un rappel pour lui superflu, il lui faudra quelques jours - qui furent peut-être quelques jours de trop - pour prendre une autre vision des choses. A propos du troisième objectif, il écrira:

"Très bien. Honnêtement au début, je pensais un

peu qu'il y avait rabâchage, peut-être parce qu'un travail dans un bureau pédagogique m'avait déjà formé à ceci. Mais en comparant les résultats des 2 premières commandes (12) et les résultats des projets de l'ensemble des stagiaires, cela était nécessaire et a été très fructueux (eh oui ceci même pour moi qui ne suis cru de déjà formé!).

Écoutez encore cette confidence d'un autre stagiaire:

"J'ai effectivement découvert une nouvelle façon d'envisager le métier d'enseignant. Je n'imaginai pas en venant à ce stage, et malgré la documentation que j'ai reçue, que je découvrirais quelque chose de nouveau!"

Et enfin, pour conclure, cette déclaration sans détour:

"Lorsque j'ai reçu la documentation avant le stage, je me demandais ce que j'allais faire dans cette galère... En fin de compte, je n'ai pas été déçu par le déplacement. Bref, ce stage m'a beaucoup apporté (...)"

Tous les participants cités ici avaient déclaré avoir lu la notice de présentation rapidement. On ne trouve pas de commentaires analogues dans les lectures "attentifs" pour eux sans doute qui n'avaient pu se former une idée bien nette de ce qu'ils allaient trouver. L'attente paraissait plus sûre, et la surprise fut moins grande.

En arrivant à l'université d'été, les stagiaires ne pouvaient donc guère prévoir ce qui les attendait. Mais pour que les choses prennent forme à leurs yeux, il fallait en fait plus d'une heure ou d'un jour. Les trois premières journées on la verra - étaient organisées pour faire entre progressivement les stagiaires dans la problématique de l'ingénierie didactique à composante informatique. Un acte de foi devenait, pendant toute cette période, nécessaire. Il semble comme l'ont montré certaines confidences faites après-coup - que certains au moins des participants aient eu une nette conscience de la situation, et aient alors, très explicitement, décidé entre eux de jouer le jeu (13).

Il faut revenir en ce point à l'analyse générale que nous développons plus haut. Une telle situation, en effet, n'a rien de nécessaire, même lorsque l'enseignant doit se trouver face à un savoir, à des conceptions dont il ne soupçonnait pas l'existence. Ce qui doit lui permettre de donner son agrément sans donner à celui-ci la forme d'un pari assumé de manière entièrement personnelle, sans point de référence extérieur à sa propre vision des choses, c'est bien ce que nous appelons le langage social de ces

conceptions et de ce savoir.

On a essayé d'indiquer que c'était là, a priori, l'un des points faibles de tout stage de formation. Mais, inversement, ce qui est source de faiblesse peut devenir source de fécondité. Les universités d'été peuvent être le premier lieu social, au dehors des communautés de chercheurs productrices de savoirs, où se crée l'assise large nécessaire à la réussite sociale de ces savoirs. Ce niveau d'efficacité dans la gestion des savoirs — qui conditionne toute entreprise de modernisation et de rassemblement — d'une société fissurée par la crise, ne peut être atteint par la seule capitalisation administrative. Un débat social, large dans sa thématique, limité dans un premier temps aux publics que les universités sauront se donner, doit pour cela être entamé. Il exige, à notre avis, d'autres instruments que ceux rendus disponibles par un simple rapport d'évaluation (dont la nécessité, pourtant, va de soi). C'est dans cette perspective que le présent document a été rédigé (14).

Notes du chapitre 2

1. Voir Chevallard 1985.

2. Stage, c'est-à-dire séjour.

3. Le domaine de la formation est aujourd'hui l'un des moins réglementés qui soient: il est bien plus facile d'organiser des stages de formation que d'ouvrir une école.

4. B.O. numéro 11 du 14/5/85, p.967.

5. On peut les identifier aujourd'hui aux contenus des stages "Informatique pour tous".

6. Dans l'opuscule destiné aux participants des stages "Informatique pour tous" (Centre national de documentation pédagogique et Ministère de l'éducation nationale, Paris, 1985), on lit, à propos de la qualité des logiciels: "Ils sont le fruit d'un important travail d'équipes confirmées de professeurs, formés en informatique pédagogique, mais surtout sensibilisés aux problèmes de didactique." (loc. cit., p.167). Informatique pédagogique et didactique seraient donc disjointes, la seconde apportant un supplément d'âme à la première.

7. Toute cette partie de la procédure était assumée par la DCRI (Direction de la coopération et des relations extérieures du Ministère de l'éducation nationale), sans intervention directe auprès des futurs stagiaires de l'équipe de formateurs.

8. Un des stagiaires ayant répondu négativement ajoutait ne pas avoir reçu la notice de présentation; l'autre ne commentait pas sa réponse.

9. Les 3 réponses "Autres" étaient en fait des réponses "OUI" et "NON".

10. Les autres questions proposées ne semblent pas permettre de discriminer entre lecteurs "attentifs" et lecteurs "rapides". On pouvait penser par exemple que l'attention portée à la notice de présentation soit corrélée avec le soin accordé à la préparation de l'université d'été, elle-même éventuellement repérable par les réponses aux questions sur les "idées" et les "documents". Or le croisement ne fait ici rien apparaître de significatif, comme le montrent les tableaux suivants.

Documents

	OUI	NON	Non réponse	Autres
	---	---	-----	-----
OUI, rapidement	5	11	2	0
OUI, avec attention	8	13	0	0

Idées

	OUI	NON	Non réponse	Autres
	---	---	-----	-----
OUI, rapidement	1	15	1	1
OUI, avec attention	3	14	1	3

11. Signalons dès maintenant que, dans les faits, l'ensemble des problématiques, concepts et méthodes qui constituaient les contenus de savoir que les formateurs avaient choisi de présenter seront nettement appropriés par les stagiaires - ce qui devrait lever toute ambiguïté sur la valeur des observations obtenues des participants à l'issue du stage.

12. Pendant les trois premières journées, les participants, groupés en équipes, devaient répondre à deux commandes d'ingénierie didactique à composante informatique. Voir la partie.

13. L'investissement personnel exigé des participants - en raison de l'éloignement géographique -- a certainement pesé dans ce sens.

14. Il ne constitue, à cet égard, qu'un élément d'une étape intermédiaire dans l'hypothèse d'évolution évoquée ici. Il conviendrait en fait de s'orienter à brève échéance vers la publication, par les soins ou, du moins, avec le concours du Ministère de l'éducation nationale, des cours des universités d'été (sur le modèle de l'Open University britannique par exemple).

- Notice de présentation (pp. 19-23).

- Questionnaire de début de stage (pp. 24-28).

Documents du
chapitre 2

Notice de présentation

du

STAGE DE PERFECTIONNEMENT

A L'INFORMATIQUE PEDAGOGIQUE

POUR LES ENSEIGNANTS FRANCAIS EN POSTE A L'ETRANGER

IREM d'Aix-Marseille
Faculté des Sciences de Luminy

1er - 10 juillet 1985

Responsable: Yves-Chevallard

Formateurs: Henri Capell
Yves-Chevallard
Michel Faramia
Michèle Faramia

AUX ASPECTS MATÉRIELS

1. Cette Université d'été se tiendra du lundi au 10 juillet 1985, dans le cadre de l'IREM d'Aix-Marseille, à la Faculté des Sciences de Luminy (Marseille).

Pour tout renseignement, vous pouvez écrire ou téléphoner à:

Yves-Chevallard
IREM - Case 901 - 70, route Léon-Lachamp
13288-MARSEILLE CEDEX 9. Tél. (91) 41.39.40.

2. L'accueil des stagiaires se fera le lundi 1er juillet, à l'IREM, à partir de 9h.

L'IREM est situé dans le bâtiment central (bâtiment 4) au 3ème étage (voir le plan ci-après). Un fléchage portant la mention Université d'été sera mis en place dès l'entrée du campus pour faciliter l'accès.

3. Vous serez logés dans la cité universitaire, distante de quelques centaines de mètres seulement.

Vous pourrez prendre possession de votre chambre à partir de 9h.

4. Les activités démarreront le lundi 1er juillet, à 10h30.

La pause, prévue pour ce premier jour de 12h à 14h30, vous donnera le temps de régler les détails matériels relatifs à votre installation.

5. Entre le début et la fin de l'Université d'été, un jour de relâche est prévu: ce sera le samedi 6 juillet.

Le choix de ce jour - un jour ouvrable - a été retenu pour que vous puissiez disposer pleinement des différents services (commerces, etc.) dont vous pourrez avoir besoin.

6. La fin de l'Université d'été est prévue le mercredi 10 juillet, à 18h.

Prenez vos dispositions pour ne programmer votre départ qu'après 18h. Rien n'est plus fâcheux qu'un groupe qui meurt peu à peu par désertions successives...

B. L'ORGANISATION ET LES CONTENUS DES ACTIVITÉS

1. Le thème de travail retenu est celui de l'ingénierie didactique à composante informatique.

Le terme d'"ingénierie didactique" et les notions qui s'y rattachent vous seront présentés au cours de plusieurs exposés répartis sur les trois premiers jours du stage (lundi 1^{er}, mardi 2^e, mercredi 3^e). En attendant, vous pouvez traduire ce qui précède par : "emplois de l'informatique (du micro-ordinateur, etc.) dans la classe, en vue de l'enseignement de contenus de savoirs spécifiés".

2. Dans ce cadre, l'informatique interviendra à deux niveaux :

- comme outil d'enseignement ;
- comme outil d'ingénierie didactique (intervenant donc en amont de l'acte d'enseignement).

C'est le premier aspect qui sera le thème principal de travail. Mais le second aspect sera également présenté et illustré sur plusieurs exemples.

3. La participation à cette Université d'été suppose la connaissance élémentaire de la programmation dans un des langages usuels à ce niveau (BASIC, LISP, etc.).

Les enseignements d'informatique ne pourront pas prendre la forme d'une initiation à un langage nouveau pour vous. Ils auront pour but de rendre opérationnelles les connaissances que vous possédez déjà, par un approfondissement visant par exemple à en étendre le champ des utilisations possibles en vue d'un travail d'ingénierie didactique (graphismes, etc.).

4. Aux deux volets déjà annoncés (didactique et ingénierie didactique d'une part, informatique d'autre part), viendra s'en ajouter un troisième : le travail bibliographique, la recherche et l'analyse documentaires.

Cette partie du travail vous permettra de déterminer le thème qui sera choisi, en vue de la mise à l'étude d'un projet (voir les points 5, 6 et 7 ci-dessous), par l'équipe à laquelle vous appartierez. Une documentation sera mise à votre disposition par les formateurs. Bien entendu vous pouvez apporter avec vous les documents dont vous disposez déjà et que vous

| pensez susceptibles d'entrer dans le cadre défini ici.

5. Les trois premiers jours du stage (L1, M2, M3) auront la structure suivante:

- Lundi 1er juillet:

* 10h30 -- 12h: Didactique.

* 14h30 -- 18h: Informatique.

- Mardi 2 et mercredi 3 juillet: -

* 9h -- 12h: Didactique, recherches et analyses documentaires.

* 14h -- 18h: Informatique.

| Au cours de ces trois premières journées, les éléments permettant le travail ultérieur seront mis en place. L'exploration du champ d'étude réalisé en cette étape doit aboutir:

— à constituer des équipes d'ingénierie didactique comprenant de 4 à 5 personnes;

— à dégager, pour chacune des équipes constituées, le thème du projet de travail retenu.

6. La quatrième journée (J4) sera destinée à fixer définitivement les thèmes des projets de travail et à préparer, au sein de chaque équipe, un bref exposé de présentation (de 15 à 20 minutes).

| Pour cette phase de travail plus autonome, les formateurs

— répondront aux demandes d'aides formulées

— et, en outre, feront le point régulièrement au cours de la journée pour suivre l'évolution des travaux.

| Attention! Pour ce quatrième jour, il n'y aura pas d'accès aux machines: "brainstorming" au papier-crayon uniquement...

7. La cinquième journée (V5) sera consacrée à la présentation et à la discussion, en séance plénière, des projets élaborés.

| L'expérience montre que les projets d'équipes "débutantes" sont en général irréalistes parce que trop ambitieux (du genre: "les vecteurs en

troisième]). Il est vraisemblable qu'une grande partie du travail de cette journée sera occupée à "dégraisser" et à recentrer les projets proposés. Autant que vous en soyez prévenus!...

8. La sixième journée, le samedi 6 juillet, est un jour de relâche - qui sera vraisemblablement le bienvenu.

Mais vous pourrez, à votre convenance, commencer à préparer le travail des journées suivantes.

9. Les trois jours suivants (D7, L8, M9) seront entièrement consacrés à la réalisation des projets, laquelle devra aboutir à une maquette comportant un scénario didactique, le texte d'une séquence didactique (nécessairement brève), et le ou les logiciels nécessaires à la réalisation de la séquence prévue.

Il faut d'ores et déjà souligner que la fécondité de cette phase de travail dépendra très largement du soin apporté dans le parcours des phases précédentes.

Notons aussi qu'il s'agira d'un exercice rendu plus difficile par la brièveté du temps disponible pour mener à bien ce travail, et d'un travail incomplet dans la mesure où une expérimentation des produits didactiques obtenus ne pourra être faite, faute... d'élèves "disponibles". Cette phase manquante du travail supposerait un suivi - en vue de l'expérimentation et de l'analyse des passations expérimentales - qui n'est pas envisagé actuellement.

10. La dixième journée sera consacrée à la présentation, à la démonstration et à l'analyse a priori (c'est-à-dire avant tout essai expérimental) des produits d'ingénierie didactique obtenus, quel que soit l'état d'avancement des réalisations projetées. Divers moyens de présentation (rétroprojecteur, vidéo, etc.) seront mis à la disposition des équipes.

Cette journée, qui clôturera le stage, sera vraisemblablement marathonnienne... Outre la qualité des travaux présentés, insistons sur l'intérêt pragmatique, pour chacun de nous, de parvenir à donner aux différents exposés un caractère agréable susceptible de capter l'attention du "public" - A 18h, les vacances pourront vraiment commencer.

UNIVERSITÉ D'ÉTÉ - LUMINY - JUILLET 1985

QUESTIONNAIRE

à remplir par tous les participants

N.B. — Ce questionnaire représente le premier travail que nous vous demandons de faire dans le cadre de cette Université d'été. Il ne constitue pas un document administratif, mais bien un élément s'intégrant dans l'ensemble du travail scientifique que nous accomplirons au cours de ce stage. Remplissez-le avec soin: cela vous prendra bien moins de temps que l'écriture du moindre petit logiciel...

NOM:

Prénom:

Pays d'exercice:

Etablissement d'exercice:

Adresse(s) de vacances (ou du courrier pourra vous être acheminé au cours des mois de juillet et août):

Grade:

Discipline(s) enseignée(s):

Filière(s) et niveau(x) où vous enseignez:

Formations suivies au cours des trois dernières années:

Connaissance et pratique de l'informatique (langages de programmation connus et/ou pratiqués, etc.):

Expérience de l'utilisation de l'informatique dans l'enseignement:

Avez-vous examiné la notice de présentation du stage qui vous a été adressée?

NON

OUI, rapidement

OUI, avec attention

Cette notice vous a-t-elle paru de nature à vous apporter une information

- | | | |
|---|-----|-----|
| - utile? | OUI | NON |
| - claire? | OUI | NON |
| - suffisante pour vous former une idée assez précise des contenus et des activités de cette université d'été? | OUI | NON |

Arrivez-vous avec

- | | | |
|---|-----|-----|
| - des documents personnels dont vous envisagez l'utilisation au cours du stage? | OUI | NON |
| - des idées à proposer aux formateurs et/ou aux autres participants? | OUI | NON |

Quels sont, en arrivant à cette université d'été

- vos objectifs?

- vos attentes?

Avez-vous envisagé d'utiliser, à l'issue de ce stage et dans le cadre de votre activité professionnelle, les connaissances et savoir-faire que vous vous attendez à acquérir ? Selon quelles modalités ?

En fin de compte, avant le début de ce stage, vos attentes portent-elles davantage sur votre formation professionnelle ou sur votre formation personnelle ?

Afin que nous puissions, dès le lundi 1er juillet, constituer des équipes de travail (qui pourront être légèrement modifiées au cours des jours prochains),

1) indiquez

* le type de matériel informatique sur lequel vous avez eu l'occasion de travailler :

* le matériel informatique sur lequel vous pensez être amené à travailler dans un futur proche :

2) précisez, en consultant le cas échéant la liste des participants, les personnes avec qui, éventuellement,

~~*vous souhaitez vous retrouver au sein d'une équipe:~~

~~*vous ne souhaitez pas vous retrouver au sein d'une équipe (exemple: conjoint...).~~

(Cette information, strictement confidentielle, sera détruite dès lors que les équipes auront été constituées).

Merci d'avoir répondu

Henri Capell
Yves Chevallard
Michel Faramia
Michèle Faramia

Chapitre 6

Formation/éducation

On a opposé jusqu'ici - afin même de rejeter cette opposition, acceptée trop souvent sans autre analyse, formation et enseignement. En réalité, il s'agissait de montrer d'abord la communauté d'intention de ce qu'on peut appeler une action de formation et un enseignement, afin de dégager plus nettement des différences qui, en fait, ne touchent en rien à une identité de principe. De ce complot avec un vocabulaire imposé, on passe maintenant à un essai pour clarifier la lexique.

On connaît la définition donnée par Durkheim: "L'éducation est l'action exercée par les générations adultes sur celles qui ne sont pas encore assez mûres pour la vie sociale. Elle a pour objet de développer chez l'enfant un certain nombre d'états physiques, intellectuels et moraux que réclament de lui et la société politique dans son ensemble et le milieu spécial où il est appelé à vivre." (1).

La société éduque l'enfant; par là, celui-ci se forme, acquiert une formation. Formation et éducation sont donc, en ce sens, les deux faces - du point de vue de la société, du point de vue de l'individu, d'un même processus.

Ce processus ne suppose pas, à son origine, une intention didactique. On se forme, dit-on, en prenant les leçons de la vie; on se forme à l'école du monde. L'éducation est d'abord un fait objectif avant d'être une entreprise délibérée: la vie en société, dans toutes ses déterminations, offre à l'individu des situations qui peuvent fonctionner comme dispositifs (inintentionnels) de formation. A chacun d'en tirer profit pour faire son apprentissage de la vie et du monde: apprentissage, ici, est synonyme de formation. L'individu est, en une première période de sa vie au moins, apprenti dans l'atelier du monde, lequel n'est pas tout à fait une école, mais prend simplement, dans celle ou celles de ses parties, et pour tel ou tel, valeur éducative. Il y a apprentissage sans qu'il y ait, alors, enseignement, ni volonté d'action didactique.

Pourtant en toute société, l'intention didactique affleure et se cristallise en institutions plus ou moins explicitement dédiées à l'entreprise éducative. L'obligation de l'éducation scolaire, par le caractère censément uniforme de la formation qu'elle procure, éloigne cependant de l'idée même de formation. Celle-ci, en effet, semble associée à l'idée de parcours personnel, subi ou choisi selon ses parties, mais assumé - en sorte que l'individu, faisant le bilan de ses expériences, pourra

dire où et comment s'est faite sa formation. A moins que la chronique ne soit tracée par un autre - qui est souvent partiellement le même, le romancier, comme il en va dans le roman de formation (Bildungsroman) (2).

L'idée de formation semble réapparaître quand les dispositifs éducatifs que la société organise constituent de simples occasions et autant de possibilités de formation, sans obligation ni systématisme. Donc, dans une certaine mesure, lorsqu'une latitude de choix est laissée à l'individu. C'est évidemment le cas des formations proposées dans le cadre des plans académiques de formation, ou des universités d'été. On songe alors à obtenir d'un stagiaire, qui nous confie pourquoi il a choisi d'être là; ou, à tout le moins, on suppose quelque motivation à sa présence. Songerait-on à poser semblable question à un élève de sixième? On notera au passage que ce qui permet de parler de formation est, en droit, moins une affaire de choix - lequel est toujours incertain, et souvent illusoire, - que d'assomption des situations traversées - par obligation ou par choix; moins le fait qu'on ait vécu ces situations, que la manière dont on les a vécues et intégrées à son histoire personnelle (3). En oubliant que, même dans le cadre de l'obligation scolaire, l'élève se forme, et que la valeur de cette formation est tributaire de la manière dont il l'assume, en bannissant le mot de formation et agissant de la prime éducation, on tend à oublier une dimension essentielle de l'accomplissement réussi d'un "métier" d'élève.

Revenant à la définition donnée par Durkheim, on ne peut manquer d'être frappé par l'opposition, apparemment stricte, des adultes aux enfants qui s'y exprime; et, implicitement, par l'aspect statique d'une société dans laquelle l'éducation n'est autre chose que la transmission, dans la suite des générations, d'un corpus culturel, d'une manière de vivre ensemble, de savoirs éventuellement spécialisés, à évolution lente. C'est en ce point sans doute que l'idée d'éducation que nous trouvons le plus vieillie. A cette éducation qui s'acquiert dans l'enfance et prend fin avec l'âge adulte, s'opposent en effet les notions modernes d'éducation et de formation continuées. Traditionnellement, il vient un jour où la formation de l'individu s'achève (4). Elle peut bien avoir duré fort longtemps (5), ou se terminer tardivement (6). Mais un jour elle prend fin.

Cette certitude d'une terminaison s'estompe à l'époque contemporaine. La formation d'autrefois n'est plus aujourd'hui que la formation initiale. Comme on ne peut toutefois donner tout son temps à sa formation, tout au long de la vie active, mais qu'il faut bien l'actualiser périodiquement; comme, aussi, aucun cursus précis - à l'étape historique actuelle, mais la situation est récente, quelques décennies tout au plus, - n'est véritablement

établi, et qu'aucune obligation à cet égard ne peut donc être dégagée, cette éducation, dite continue, (alors qu'elle est, par nécessité, discontinuée), apparaît plutôt comme formation, relativement indéterminée, et libre.

On retrouve ici le problème fondamental évoqué plus haut. Il faut à chacun ou presque, aujourd'hui, une éducation continuée au delà du terme qui lui est traditionnellement assigné. Mais de quoi nourrir cette éducation de l'âge adulte ? Quels dispositifs, ordonnés à quels savoirs, convient-il d'instituer ? Le problème n'est pas que cette question, ouverte par la force des choses, n'ait pas de réponse évidente, ni immédiate. Il s'agit d'abord de faire que le problème soit explicitement identifié - travail auquel nous avons essayé de contribuer ici. Ensuite, de se donner les moyens, scientifiques et institutionnels, de travailler, de façon nécessairement collective, à lui apporter réponse. Perspective où s'insère pour sa part le présent document. Perspective, surtout, dans laquelle l'apport des universités d'été peut contribuer à avancer. Il ne s'agit plus, reprenant la formule rituelle, de se demander seulement : quelles formations, pour quels publics ? Le temps est venu de formuler des propositions, susceptibles d'être engagées en un débat qui pusillanimité ? manque d'imagination ? - est aujourd'hui encore à peine ouvert. Et de faire que ce débat éclaire l'avenir.

Notes du chapitre

1. Durkheim 1922, p. 51.

2. Appelé encore, en français, roman d'apprentissage (comme dans Les années d'apprentissage de Wilhem Meister, de Goethe), ou roman d'éducation (voir le Thesaurus de l'Encyclopaedia Universalis, vol. 20, 1975, p. 672).

3. Cette assumption apparaît, littérairement, sous les espèces de l'histoire de vie, récit plus ou moins autobiographique, roman de formation ou mémoires par exemple.

4. Après lui avoir remis sa lettre d'apprentissage, l'abbé le "formateur" intermittent et providentiel dit à Wilhem Meister: "Salut à toi, jeune homme! tes années d'apprentissage sont terminées. La nature t'a libéré." (Traduction Jeanne Ancelet-Hustache, Aubier-Montaigne, Paris, 1983, p. 441).

5. C'est souvent le cas au moyen âge, comme l'a montré Philippe Ariès à propos de Jean de Salisbury, Ariès 1973, pp. 154-156.

6. Cas du personnage de Don Quichotte par exemple.

Chapitre 4

Enseignement et recherche

Dans le cadre précédemment tracé, où le concept de formation vient occuper la place centrale, où il est plus seulement le prolongement dans l'âge adulte, le supplément de l'âme et le deuxième souffle de l'enseignement, le concept d'enseignement retrouve son vrai registre. Loin de s'opposer à la formation, il apparaît maintenant comme un moyen de l'éducation (et donc, duale, de la formation). Comme l'un des moyens, sans doute; mais comme un moyen privilégié.

Pour bien juger de ce qu'on appelle enseignement, il faut examiner la situation didactique qu'il crée par rapport à d'autres manières d'apprendre — par rapport à ce qu'on appellera ici des situations in~~tra~~didactiques (1).

Tout d'abord, et cela concerne une foule de nos savoirs les plus fréquemment mis en œuvre, il y a l'apprentissage par simple imprégnation, par familiarité mimétique, au contact d'autrui: c'est ainsi que, le plus généralement, le petit enfant va apprendre les manières (de parler, de se présenter, de se tenir, etc.) de son milieu immédiat. Ainsi encore que se font certains apprentissages professionnels, acquis par "frayage" (2). L'intention didactique n'est ici présente que ponctuellement, par intermittences (les parents corrigent la langue de l'enfant, lui prodigent leurs remarques, etc.).

Un second niveau est atteint avec l'apprentissage, au sens strict du terme: celui de l'apprenti dans le cadre de l'atelier. Dans ses formes les plus sommaires, il ne se distingue que de manière bien incertaine du niveau précédent. Mais apparaît alors, plus largement, et de manière explicite, un souci didactique socialement reconnu, la situation de l'enfant ou du jeune homme étant ici caractérisée par la relation que celui-ci entretient avec un certain savoir qu'il est censé devoir s'approprier.

Toutefois, les techniques didactiques demeurent encore bien pauvres, indifférenciées souvent, et se résument largement, dans le cadre toutefois de certaines sous-tâches supposées mieux adaptées aux capacités des commençants, aux voies et moyens d'un mimétisme supposé automatique, encouragé sans doute, mais par les moyens les plus sommaires et, quelquefois, les plus rudes (3).

Sur ce fonds très ancien, l'apparition d'un enseignement se marque alors par une variation qualitative très nette au plan de l'organisation: le souci didactique se donne les moyens d'un dispositif didactique explicite. Que la forme

en soit fruste ou sophistiquée, traditionnelle ou moderne, ce dispositif suppose deux éléments spécifiques, que nous désignerons dans ce qui suit par leurs dénominations usuelles - le cours, les exercices.

Les exercices sont une miniature, inspirée par l'intention didactique, de la pratique grande en nature. Ils constituent très visiblement une création didactique. (Il y a ainsi loin des premiers exercices de programmation à l'activité du programmeur de métier!) Mais surtout, c'est le cours qui fait problème dans l'élaboration d'un enseignement. Il apparaît soit comme une version adaptée d'un discours savant lorsque celui-ci existe, soit comme le fruit d'une création didactique originale, mimant un discours savant, qui peut exister ou non, dans une reprise de mise savante jugée appropriée. On rencontre alors le problème de la transposition didactique, dont nous ne dirons rien de plus ici (4).

Bien que décrié, parce que sa signification épistémologique et sociale a été quelque peu perdue de vue - et certaines pratiques de formation ne sont pas étrangères à ce mouvement régressif, le cours est la pierre de touche à quoi se reconnaît l'élaboration d'un enseignement. Elaborer un cours, c'est, en cette matière, franchir le Rubicon. Les exercices suivront, de manière plus ou moins heureuse, et, souvent, ne se peaufineront que peu à peu, à la longue. Mais la guerre didactique est dès lors ouverte: un discours de savoir à visée didactique se déploie pas à pas publiquement, déclare sa prétention à une reconnaissance intellectuelle et sociale, se soumet par principe au jugement de chacun.

Ce discours didactique, le cours, qui enveloppe des pratiques de savoir, les expose publiquement, les explique et les commente en même temps qu'il les fonde, ce discours n'est pas donné. Il convient de le construire. Le problème est encore simple quand on peut s'inspirer, en le démarquant, d'un discours savant préalable dont le sujet soit, en son principe, identique. Les choses vont autrement, pourtant, dans nombre de cas.

Le savoir dont il s'agit de rendre raison, ou, si l'on peut dire, qu'il s'agit d'arraisonner, est d'abord celui d'un savoir-faire où le faire excède toujours, à chaque instant, ce qui peut en être dit. Parfois, surtout, ce savoir-faire ne délivre aucun discours sur lui-même (à l'exception de discours d'accompagnement, de nature éthique, initiatique, quasiment ésotérique). C'est à un travail immense qu'il faut alors se livrer pour dégager ce qui fera, ensuite, la matière d'enseignement, les principes du savoir-faire, plus que ce savoir-faire lui-même (dont l'école ne peut constituer le lieu total d'apprentissage - lequel ne peut commencer, en ce qu'on prétend en poser les fondements).

est par exemple le travail qu'accomplissent, au XVIII^e siècle, les encyclopédistes. "On s'est adressé aux plus habiles artisans de Paris et du royaume, écrit d'Alambert (5) : on s'est donné la peine d'aller dans leurs ateliers, de les interroger, d'écrire sous leur dictée, de développer leurs pensées, d'en tirer les termes propres à leurs professions, d'en dresser des tables et de les définir, de converser avec ceux de qui on avait obtenu des mémoires, et (précaution presque indispensable) de rectifier dans de longs et fréquents entretiens avec les uns, ce que d'autres avaient imparfaitement, obscurément, et quelquefois infidèlement expliqué." Travail qui permet de passer d'une technique donnée "mode de composition d'éléments d'une activité dont l'agent, individuel ou collectif, se représente les effets" (6) à une véritable technologie "savoir organique fondé sur des principes" (7).

"Une technique, précise F. Russo (8), n'est donc vraiment une technologie que si elle se présente comme une doctrine; la technologie s'oppose à la technique empirique, qui peut se définir comme étant une pratique s'appuyant sur des règles non systématisées qui procèdent plus de tâtonnements et d'un contact immédiat avec la réalité que d'une expérience réfléchie." Dès lors qu'une technologie s'établit, après avoir vaincu notamment le babélisme terminologique et conceptuel (9), un enseignement devient possible.

Mais la distinction adoptée plus haut - entre savoir savant et savoir d'enseignement - perd alors de sa netteté: l'entreprise encyclopédique par exemple est à la fois, clairement, entreprise de science et de diffusion scientifique - elle produit un savoir que, d'un même mouvement, il s'agit de répandre et de faire reconnaître. De ce point de vue, et on ne saurait trop le souligner ici à propos de cette technologie qui est l'ingénierie didactique, l'effort pour enseigner un savoir participe de l'effort même de production sociale de ce savoir, et y imprime sa marque: les deux processus, distincts en droit, se pénètrent dans les faits (10). De là, à nouveau, l'importance de l'apport envisageable des universités d'être à l'établissement et à la diffusion de nouveaux savoirs, ouverts, transmissibles, libérés de leur statut de secret personnel les savoirs pratiques traditionnels ou non (11), dont la richesse soit versée au patrimoine scientifique, technique et culturel de la nation.

La possibilité de se former à un savoir donné par le moyen d'un enseignement dépend donc de l'état épistémologique et social de ce savoir, dans la période historique considérée. Les dispositifs didactiques dont l'organisation d'un enseignement suppose la conception - le

"design" - et la mise en oeuvre peuvent être divers et plus ou moins sophistiqués, il s'agit là en fait d'un problème interne à l'ingénierie didactique, problème essentiel sans doute, mais second par rapport au plan des principes sur lequel nous nous sommes situés jusqu'ici. On soulignera seulement, avant d'aborder rapidement ce problème, que, en bonne doctrine, si l'enseignement vient proposer un moyen décisif de la panoplie des outils de formation - un moyen qui constitue à bien des égards et quelque critique qu'on ait pu élever traditionnellement, et jusqu'à aujourd'hui, à son endroit, un progrès par rapport aux "techniques" rudimentaires de l'apprentissage traditionnel (par "frayage"), il ne saurait être regardé comme moyen unique, autosuffisant et exclusif de la formation.

Enseignant les principes d'un savoir, on n'enseigne pas, en effet, le "métier" que l'exercice en grandeur réelle de ce savoir suppose. L'enseignement, comme dispositif spécifique ordonné à un souci didactique déterminé, n'est en rien le substitut total, ou à prétention totalisante (voire totalitaire) de l'apprentissage sur le tas, acquis par la pratique. Il n'est qu'une phase, en principe première, de la formation: il apporte une première formation, qui se veut raisonnée, et fondatrice, matrice et base de toute formation ultérieure.

Dans cette perspective, où l'enseignement se voit assigner une tâche délimitée, d'ambition précisée, bien des reproches qui lui sont traditionnellement adressés apparaissent alors comme le fruit stérile d'un malentendu né au sein d'une société n'ayant pas apprivoisé encore un élément culturel allogène, et toujours sur le point de le rejeter comme inauthentique. La continuelle résurgence du vieux débat sur "l'école et la vie", l'opposition entretenue, parfois avec délices, entre l'enseignement prodigué par l'école et celui que l'on reçoit à "l'école de la vie" (de la rue, du monde, etc.), porte témoignage de cette difficulté à situer l'enseignement comme moyen technique au service d'une fin qui le dépasse (2).

Le recentrage du concept d'enseignement permet alors d'importer dans l'ordre didactique - en les reproduisant à une échelle adaptée - des dispositifs qui, existant de fait dans la société, n'y sont pas regardés d'abord comme ordonnés à une visée didactique. Il en est ainsi, notamment, de l'activité de recherche. Le but premier de la recherche, en effet, n'est pas d'apprendre un savoir constitué qui que ce soit, mais de produire du savoir. Or, en faisant de la recherche, le chercheur ne cesse d'apprendre. D'où l'idée d'utiliser l'activité de recherche, convenablement apprêtée, comme un moyen d'apprentissage, et de regarder la formation à la recherche comme moyen de formation par la recherche. A la limite d'ailleurs, cette formation oblique peut n'être plus véritablement une formation à la recherche. (La chose est

de peu de conséquence. s'il s'agit seulement de former sans produire du savoir. Elle peut être nuisible toutefoils dès lors qu'elle mène à regarder comme recherche ce qui n'en est qu'une version démarquée, que seul son usage didactique légitime.)

Cet emploi de l'activité de recherche comme dispositif de formation ressemble fort, bien sûr, à l'apprentissage sur la tas, par "frayage". Mais on ne peut le faire entrer pour cela dans la catégorie des situations que nous appelions plus haut infradidactiques. Pour cette raison essentielle que son objet - la production de savoir - force, par nature, à un apprentissage indéfiniment continué, dans la mesure précisément où le savoir produit est, à chaque instant, un moyen indispensable à la production ultérieure de savoir nouveau - ne serait-ce déjà que pour en garantir la nouveauté. L'enseignement - en France, jusqu'au DEA inclusivement - fournit alors les bottes de sept lieues qui permettent à l'apprenti-chercheur d'espérer rattraper le front de la production. Les séminaires, colloques et congrès, les revues et les ouvrages de synthèse, les écoles d'été, et ses propres recherches, bref, la pratique du métier de chercheur, lui donneront ensuite les moyens de poursuivre et de réajuster en continu la formation indispensable à son activité de recherche - par la traversée ininterrompue de situations que l'on qualifiera alors de supradidactiques.

La transposition de ce système complexe de dispositifs organiquement liés, et dont les effets observés in situ pourraient bien être invalidés si la solidarité qui les unit dans leur état originnaire venait être rompue, et son importation dans l'ordre didactique, posent certainement une foule de problèmes, dont, semble-t-il, bien peu ont été à ce jour identifiés. La formule de "la formation par la recherche" est encore un slogan plus qu'une réponse dûment étayée. Sa mise en oeuvre, que l'on a tenté dans le cadre décrit ici après, va pourtant de soi, au plan des principes, dans ce qui se veut une université - fût-elle d'été!

Notes du chapitre 4

1. Sur tout ce chapitre, on se reportera au texte intitulé *Relations infradidactique, didactique, supradidactique*, reproduit dans les documents du chapitre 7 (annexe 3).

2. Le terme est emprunté à Delbos et Joffion 1984. Etudiant la transmission des savoirs mis en oeuvre dans le travail de la conchyliculture, ces auteurs reçoivent par exemple cette réponse significative de la part de l'un de leurs enquêtés: "J'ai appris à force de voir." Ou encore: "Tu vis là dedans, alors t'as pas à réfléchir, ça se fait tout seul, comme quand tu commences à marcher... Un jour tu marches... Et là pareil." (loc. cit., p. 10).

3. "A coups de pied au cul tu apprends!" (Ibid.).

4. Vois Chevallard 1985.

5. D'Alembert 1763, p. 138.

6. Guillerme 1974, p. 820.

7. François Russo, cité in Guillerme 1974, p. 821.

8. Ibid.

9. A propos de l'entreprise des encyclopédistes, J. Guillerme écrit: "la terminologie varie parfois d'une manufacture à l'autre; l'insularité et l'imperfection de la langue technique résultent tantôt d'une surabondance de synonymes, tantôt du défaut de dénominations propres pour les matières, les outils ou les opérations (...). Définir sans équivoque les termes techniques était une condition préalable à la formulation de toute technologie (...). L'un des buts exprimés de l'Encyclopédie fut en effet de composer une terminologie technique unitaire qui achevât et unifiât l'univers des arts et métiers inspecté comme un réseau d'opérations rationnellement descriptibles." (Guillerme 1974, p. 821). Pour sa part, D'Alembert notait: "La plupart de ceux qui exercent les arts mécaniques ne les ont embrassés que par nécessité, et n'opèrent que par instinct. A peine entre mille en trouve-t-on une douzaine en état de s'exprimer avec quelque clarté sur les instruments qu'ils emploient et sur les ouvrages qu'ils fabriquent. Nous avons vu des ouvriers qui travaillent depuis quarante années sans rien connaître à leurs machines." (D'Alembert 1763, p. 138).

10. Le schéma indiqué a eu dans sa réalisation historique des variantes diverses. S'agissant plus précisément de la technologie, J. Guillerme écrit encore: "Le premier enseignement expressément qualifié de technologique, (est) celui que Johann Beckman délivrera à Göttingen à partir de 1772 (...) Formulée dans le milieu universitaire germanique, cette technologie a reçu l'empreinte des

exigences de classification et de systématisation propres à un enseignement traditionnel. L'élevation au rang académique de la théorie des activités artisanales répondit en pays allemand à un besoin de chéminisation qui s'est exprimé en France dans la description et la critique des opérations des arts. Mais en Angleterre, où parurent plus tôt qu'ailleurs les structures de production moderne, les motifs technologiques ne donnèrent pas lieu à des initiatives aussi prononcées (...). Si le progrès technique engageait les praticiens, il attirait aussi les soins de propriétaires et d'amateurs dont la réunion évoquait davantage des clubs que des académies. Peu à peu se forme, au XVIII^e siècle en Angleterre, une classe d'ingénieurs civils dont le talent spécial ne doit pas grande chose aux universités, qui n'institueront que tardivement des chaires de pratique industrielle." (Guillaume 1974, p. 822).

11. "Les trucs du métier, personne te les dira. Sauf si t'as travaillé avec ton père... et encore!" "ICI, chacun travaille pour soi, et tout le monde se méfie de tout le monde." (Delbos et Jorion 1984, p. 10).

12. Dans les débats qui, dans la dernière moitié du XIX^e siècle, se développent à l'occasion de la mise en place d'un enseignement destiné à la formation des ouvriers, nombre d'intervenants soulignent expressément que l'école professionnelle — terme dès lors regardé comme ambigu et source de confusion — ne saurait en aucun cas remplacer la formation pratique, qui doit rester "l'apanage de l'atelier ou du comptoir" (Legoux 1972, p. 39). Conception qui conduit à la condamnation du travail manuel dans l'enseignement technique. En fait, les protagonistes sont là-dessus partagés. Mais le débat sur ce point est au moins ouvert et explicitement formulé (voir Legoux 1972, pp. 38-43).

PARTI 2

LES TROIS
PREMIERES
JOURNEES

Chapitre 5

Le public: son profil, ses attentes

L'université d'État devait accueillir 40 participants, enseignants français en poste à l'étranger. La DCRI avait dressé une liste de 45 personnes, chiffre que quelques défections usuelles en pareil cas devaient ramener autour de la quarantaine. L'équipe de formateurs avait indiqué à la DCRI que les participants devaient, préférentiellement, être enseignants de mathématiques (ou, éventuellement, de sciences physiques). La liste officielle des candidatures retenues ne comportait pas la mention de la discipline enseignée, et ne donnait que le pays d'exercice, les effectifs correspondants étant précisés ci-dessous:

Amérique latine: 4 (dont Colombie, 1; Uruguay, 1; Venezuela, 1; Brésil, 1).

Europe: 19 (dont RFA, 5; Belgique, 1; Royaume-Uni, 1; Pays-Bas, 1; Portugal, 1; Autriche, 1; Suède, 1; Espagne, 6; Turquie, 2).

Maghreb: 3 (dont Algérie, 1; Maroc, 3; Tunisie, 2).

Afrique: 11 (dont Togo, 1; Cameroun, 1; Côte d'Ivoire, 2; Congo, 1; Niger, 1; Mali, 1; Zaïre, 1; Madagascar, 3).

Asie: 1 (Inde).

Moyen-orient: 4 (dont É.A.U., 1; Arabie saoudite, 2; Egypte, 1).

Sur les 45 candidats retenus, seuls 40 se sont présentés. De plus, 2 personnes, non inscrites sur la liste primitive, ont été acceptées in extremis. Enfin, l'un des 40 participants, arrivé au deuxième jour de l'université, a dû repartir le lendemain, pour des raisons personnelles. L'effectif s'est donc stabilisé à 41 (1).

La source principale d'information sur les stagiaires est constituée des réponses au questionnaire de début de stage, dont on a parlé au chapitre 2. Les questionnaires obtenus concernent les 41 participants "stables".

On examinera en premier lieu le profil général des stagiaires.

Le tableau suivant précise d'abord le grade des 41 participants (2).

Instituteur ~~PEGA~~ A.E. ~~PCE~~ Certifié Agrégé Non rép. Autres

 3 7 2 1 25 1 1 1

Parmi les 41 participants, 40 exercent effectivement des fonctions d'enseignement et se répartissent ainsi entre les différents niveaux d'enseignement (3):

-----	-----	-----	-----
Primaire	Collège	Lycée	Collège/Lycée
4	8	15	13

Ainsi, 40 participants enseignent dans le primaire, et 36 dans le secondaire. Cette situation - notons-le dès maintenant - ne créera pas de problèmes particulier dans la conduite du stage.

Les disciplines effectivement enseignées, et les effectifs correspondants des participants enseignant ces disciplines, sont indiqués dans le tableau ci-après (4):

Math. Sc. phy. Math. Sc. phy. Math. /Info. Sc. nat. Sc. éco.

 21 3 6 2 2 2

Sur 41 participants, 29 enseignent donc les mathématiques; en comptant les 4 instituteurs, on arrive à 33, soit plus des 4/5 de l'effectif. Même si cette proportion est importante, la présence d'un petit nombre de stagiaires n'enseignant pas les mathématiques - et quelle que soit d'ailleurs leur connaissance des mathématiques, - suffira à créer, de manière certes non systématique, quelques difficultés au cours des trois premières journées du moins (sujets sur lequel nous reviendrons).

La formation préalable des participants en matière d'informatique et d'informatique pédagogique apparaît moins homogène, et se laisse plus aisément décrire (5).

Sur 41 participants, 25 déclarent avoir suivi un stage d'informatique au cours des dernières années - les autres, au nombre de 16, ayant recouru essentiellement à l'autoformation. La plupart de ces stages - 22 sur 34 (certains des participants ont mentionnés plusieurs stages) - peuvent être regardés comme des stages d'initiation, à condition de donner à ce terme une acception large et nécessairement floue - les durées indiquées allant par

exemple de 3 jours (dans le cadre de la formation en CPR), à 120 heures. Les autres stages sont des actions de complément ou de perfectionnement et concernent des sujets divers: fichiers, EAO, QCM assistés par ordinateur, assembleur, voire maintenance LOGABAX.

Qu'ils aient ou non suivi des stages de formation, tous les participants peuvent faire état de connaissances de base en matière de programmation, dans un langage ou un autre. Le tableau suivant indique, pour chacun des langages avec lesquels certains des stagiaires au moins ont été en contact (les réponses ne permettant guère d'entrer dans une analyse générale plus fine), le nombre de citations obtenues.

<u>BASIC</u>	<u>LSE</u>	<u>LOGO</u>	<u>PASCAL</u>
38	11	6	2
<u>FORTRAN</u>	<u>COBOL</u>	<u>FPL</u>	<u>PL/I</u>
3	1	1	1
<u>Assembleur</u>	<u>Langage machine</u>		
6	1		

Comme on l'eura remarqué, le nombre de citations est supérieur au nombre de répondants, la moitié d'entre eux environ ayant mentionné au moins deux langages, comme on le voit ci-après:

<u>Nombre de langages</u>						
<u>mentionnés:</u>	1	2	3	4	5	6
<u>Effectif:</u>	21	15	3	1	0	1

Tous les participants ont donc été en contact avec un langage de programmation au moins. Le BASIC est évidemment le langage le plus souvent cité - 38 fois. Les 3 participants qui ne le mentionnent pas citent le LSE comme unique langage connu, lequel arrive par ailleurs en première ligne dans 2 autres cas (le BASIC étant alors cité en deuxième ligne) et apparaît encore dans 6 autres réponses (11 citations).

LOGO est mentionné 6 fois, mais il n'est jamais déclaré comme seul langage connu. Il apparaît 4 fois - cité par l'un des instituteurs - en première ligne (devant BASIC) 4 fois après BASIC; 1 fois parmi d'autres langages - mais il s'agit alors du stagiaire ayant mentionné 3 langages!...

La faible représentation de PASCAL n'appelle pas de commentaire particulier, s'agissant d'enseignants dont, en outre, une bonne partie a acquis ses connaissances par autoformation sur de petits matériels. Sur les 3 références à FORTRAN, 2 sont explicitement présentées comme vestiges d'enseignements universitaires plus ou moins anciens. De même pour PL/1.

Le tableau des connaissances en matière de langages de programmation est donc bigarré, avec cependant une référence dominante à BASIC à laquelle se substitue quelquefois SE. Le déroulement des activités montrera que, dans les deux cas, en réalité, les connaissances véritablement opérationnelles ne vont pas, le plus généralement, jusqu'à inclure le graphisme, que ce soit en BASIC ou en SE — les deux langages effectivement retenus, après examen des questionnaires, pour le travail de stage.

On retrouve ici, très concrètement, l'effet de la situation analysée dans la partie I. L'absence d'un cursus concernant la formation en informatique des enseignants, l'inexistence d'un consensus articulé autour de quelques lignes directrices nettement dégagées, semble conduire à un papillonnage un peu incertain, au gré des occasions d'apprendre — et notamment des stages accessibles, eux-mêmes organisés de manière bien souvent contingente — et, sans doute aussi, des modes (LOGO, mentionné par 1 des instituteurs, apparaît aussi dans le cas d'enseignants des lycées). Un exemple le plus significatif à cet égard est celui de l'assembleur mentionné aussi souvent que LOGO, et bien plus souvent que PASCAL. En l'absence d'un profil de formation nettement dessiné, il semble que les "mordus" d'informatique soient tentés d'approfondir leur formation en décalquant la formation attribuée aux informaticiens professionnels: ils se lancent dans l'étude de l'assembleur, parfois seul (2 cas au moins semble-t-il), parfois à l'occasion de stages (3 cas). Rappelons aussi, pour mémoire, la mention du langage machine (qui apparaît cependant qu'une fois).

Ces stratégies de formation — souvent fort courageuses, particulièrement ici, de la part de l'individu en général isolés — soulignent bien la faiblesse actuelle de l'encadrement social du domaine informatique et l'absence corrélative d'une structuration appropriée du champ guidant le parcours à accomplir en vue d'une formation qui devrait, en principe, avoir une orientation, et peut-être des contenus, spécifiques. Il y a là sans doute la source d'une réelle déperdition d'énergie sociale, les résultats globalement obtenus, en fin de parcours, restant somme toute modestes (quoique dans l'ensemble suffisants, moyennant quelque information complémentaire, dans le cadre de l'université d'été décrite ici).

L'incertitude sur le parcours à accomplir résulte en partie aussi du flou des objectifs d'une telle formation, qui demeure à ce jour encore mal finalisée.

L'une des questions proposées aux participants portait sur leur expérience de l'utilisation de l'informatique dans l'enseignement. Sur 41, 17 déclarent en avoir fait jusqu'ici aucune utilisation. Les 24 autres écrivent une situation relativement composite, que les informations dont nous disposons ne nous permettent pas d'apprécier dans le détail et de manière tout à fait sûre (en partie, là encore, parce que la terminologie et les concepts ne sont pas précisément fixés: que faut-il entendre exactement par la mention "CAO" par exemple?). Il est possible toutefois d'en présenter les aspects essentiels.

Parmi les 16 participants déclarant avoir effectivement utilisé l'informatique dans leur enseignement, 7 ont mis en oeuvre des logiciels tout faits, 8 ont soit fabriqué leurs propres logiciels, soit utilisé l'outil informatique de manière spécifique, en fonction des contenus traités (comme "supercalculateur" par exemple). Selon nos pointages (que l'imprécision des réponses pourrait très légèrement modifier), un fait surtout est remarquable: aucun des participants n'a à la fois recouru à des logiciels disponibles (ceux du CNDP par exemple) et utilisé des logiciels de fabrication personnelle (ou locale) - ce qui tend peut-être à montrer une absence de flexibilité dans l'emploi de l'outil informatique, et un manque de plasticité par rapport aux différents rôles (producteur, consommateur) que celui-ci propose à l'enseignant. À titre d'hypothèse complémentaire, soutenue ici par une statistique très fragile (notamment parce qu'elle porte sur un effectif extrêmement réduit), on peut noter en outre qu'il semblerait plus facile d'accepter d'utiliser spontanément des logiciels tout faits quand on n'est pas enseignant de mathématiques - comme la font par exemple 2 des instituteurs, ainsi que les 2 enseignants de sciences économiques et sociales de l'échantillon.

D'autres usages de l'informatique dans l'enseignement ou dans ses entours plus ou moins immédiats sont encore mentionnés - en particulier par les 6 participants restants. Plusieurs ont ainsi utilisé leur compétence pour enseigner (les éléments de) l'informatique à des élèves (8 mentions, dont une concerne l'option informatique de la classe de seconde) ou à des adultes (2 mentions), ou encore pour animer, ou pour participer à l'animation de clubs informatiques (6 mentions). Enfin, certains ont prêté leur concours à des travaux d'informatisation de la gestion du système d'enseignement - au niveau de l'établissement ou à un niveau plus élevé: programmes de gestion de notes, de gestion de fichiers divers, ou d'attribution de bourses.

On peut se demander s'il existe une relation entre le

fait d'avoir suivi des stages de formation (toutes catégories confondus) et la fait d'utiliser sa compétence dans son métier d'enseignant (au sens large, c'est-à-dire quelle que soit l'utilisation qui en soit faite parmi celles recensées plus haut). Le tableau suivant fournit un élément de réponse.

		Formations		

		OUI	NON	
Utilisation	OUI	17	7	24
	NON	8	9	17
-----		25	16	41

Parmi les participants ayant suivi un ou des stages de formation au cours des dernières années, 2/3 environ ont mis leur compétence en matière informatique au service de leur métier. Cette proportion tombe au-dessous de 1/2 pour ceux qui n'ont pas suivi de stage.

Si cette tendance se vérifierait plus largement établie (6), il resterait cependant à valider une relation causale qui, dans l'état des données que nous possédons, demeure obscure: la participation à des stages de formation induit-elle un engagement plus résolu dans l'action? Ou bien, inversement, les besoins identifiés dans l'action qui serait alors première, poussent-ils à rechercher une formation plus étendue par le biais de la participation à des stages de formation? Au moins qu'il ne faille invoquer une variable antécédente commune, qui pousserait à la fois à l'action et à la recherche des outils de l'action? Sans oublier une interaction possible entre les variables conséquentes.

Une autre question abordait les objectifs et les attentes des participants (7). Rappelons qu'à deux exceptions près, les répondants avaient lu la notice de présentation, ce qui a pu avoir pour effet de réduire la dispersion a priori de la demande (telle qu'elle pouvait apparaître au moment de l'envoi des candidatures).

Sur les 41 participants, 31 entrent, au moins pour partie (par certaines des formulations qu'ils énoncent), dans le cadre de l'université d'être proposée. On retiendra, pour une première classification, les catégories suivantes, dont le rang s'accroît en fonction de l'éloignement au profil prévu de l'université d'être:

1. Ingénierie didactique à composante informatique.

2. Informations, contacts et échanges sur l'informatique dans l'enseignement.
 3. Complément de formation et approfondissement en informatique.
 4. Clubs informatiques et enseignement de l'informatique.
 5. Autres.
 6. Néant.

On obtient alors les résultats consignés ci-après (8):

1	2	3	4	5	6
31	12	11	6	5	2

Pour les 10 participants dont aucune formulation n'entre dans la catégorie 1, les attentes exprimées se distribuent ainsi:

2	3	4	5	6
3	5	3	3	2

Il convient de détailler un peu les cas d'espèces en voie de disparition - représentés dans ce groupe minoritaire au sein de l'université d'été, - afin même de mieux apprécier, par contraste, le courant majoritaire que l'on verra se dessiner. A la question

"En fin de compte, avant le début de ce stage, vos attentes portent-elles davantage sur votre formation professionnelle ou sur votre formation personnelle?"

les réponses se répartissent de la manière suivante:

Form. prof.	Form. pers.	Les deux	Non rép.
3	1	5	1

Dans le groupe majoritaire des 31, la statistique analogue s'établit ainsi (9):

Form. prof.	Form. prof., mais...	Les deux
14	3	9

Form. pers., mais...	Form. pers.	Non rép.
4	1	0

Si l'on revient à la nomenclature de départ, on obtient le tableau ci-après.

Form. prof.	Form. pers.	Les deux	Non rép.
----- 17	----- 5	----- 9	----- 0

Ainsi, dans le groupe de stagiaires que l'on a appelé minoritaire (dénomination qui se réfère d'abord à l'aspect quantitatif et ne préjuge pas, de toute façon, de l'évolution des choses au cours de l'université d'été), apparaît a priori une attitude plus personnelle, moins ouverte à une collaboration (même si l'on ne néglige pas le souci de l'information apportée par d'autres), moins sensible peut-être à un mouvement d'ensemble au sein d'une communauté. Parmi eux, les 3 participants déclarant une intention de formation professionnelle en arrivant à l'université d'été ne doivent pas faire illusion: chez deux d'entre eux, cette réponse apparaît corrélée au désir d'enseigner l'informatique (et ceci, pour l'un au moins, dans le cadre de l'option informatique en classe de seconde); quant au troisième, qui déclare ne pas avoir lu la notice de présentation, il avoue sans détour la motivation de sa participation: obtenir une seconde attestation de stage - le premier suivi ayant été un stage de 48 heures, - afin de pouvoir postuler à un stage lourd...

Ce dernier exemple ne doit cependant pas induire en erreur. Stagissant de la lecture de la notice de présentation par exemple, le tableau des réponses du groupe minoritaire se compare heureusement à celui du groupe entier, comme on le voit ci-après.

	NON	OUI, avec att.	OUI, rapid.
<u>Gr. min.</u>	1	4	5
<u>Gr. entier</u>	2	21	18

Toutefois, à une exception près, la rédaction - ou, dans quelques cas, la non rédaction! - des réponses au questionnaire atteste que les centres d'intérêt mis en avant dans le questionnaire proposé n'ont rencontré que de manière oblique une perspective personnelle au demeurant assez chichement explicitée (ce qui n'est d'ailleurs nullement caractéristique de ce groupe, comme nous le verrons).

Revenons maintenant au groupe majoritaire, lequel est en fait bien d'être parfaitement homogène.

Dans la catégorie 1, en effet, on a réuni des formulations décrivant des projets en voie de réalisation, comme dans le cas de ce stagiaire qui déclare souhaiter

"Pouvoir constituer en rentrant une équipe de logiciens."

aussi bien que des souhaits un peu moins précis, et quelquefois légèrement ambigus, tel celui de ce participant qui espère

"introduire au maximum l'informatique dans les contenus de son enseignement des mathématiques."

Apparaissent encore des formulations convenues mais qui recouvrent des réalités mal identifiables; ainsi de ce stagiaire qui voudrait

"Etre en mesure de pratiquer et de diffuser l'ÉAO à (son) retour (...)"

Toutefois en cela permet de distinguer assez nettement majoritaires et minoritaires, deux soucis ce jour de manière régulière: passer de la pratique non finalisée de la programmation (par exemple dans le cadre d'un club informatique) à l'élaboration de logiciels utilisables dans la classe; et, dans le même temps, agir auprès de ses collègues, pour faire avancer les choses. La formulation suivante résume bien ces deux attentes assez largement partagées:

"Prendre contact avec l'ÉAO car notre club n'en a pratiquement pas fait, l'activité principale étant l'initiation au Basic. Connaître et apprendre à faire des logiciels."

"Etre capable, après le stage, d'utiliser l'ÉAO et d'initier mes collègues, notre école étant, à la rentrée dotée de matériels "Education Nationale"."

Il semble en effet que nombre de participants soient arrivés avec le sentiment vif des limitations d'une pratique de l'informatique qui, aussi passionnante et enrichissante soit-elle pour l'individu, se révèle en fin de compte d'un médiocre intérêt pour l'enseignant - ce qu'exprime ce participant qui déclare vouloir

"Comprendre comment on peut utiliser efficacement l'informatique dans l'enseignement."

Plusieurs des stagiaires notent leur déception devant les "didacticiels" actuellement disponibles qu'ils ont eu l'occasion d'utiliser. Aussi souhaitent-on

"Voir un peu ce qu'il est possible de faire pour aller au-delà des didacticiels existants pour l'instant."

Sous la plume d'enseignants de mathématiques, en particulier, revient fréquemment le souci de pouvoir mettre en oeuvre l'outil informatique à propos des contenus mathématiques effectivement enseignés (par exemple "la géométrie dans l'espace"). Demande qui dépasse celle de la simple connaissance de la programmation.

Tout cela conduit au seuil de la problématique de l'université d'été, celle de l'ingénierie didactique à composantes informatiques, mais ne conduit guère au-delà.

Et c'est à partir de ce point avancé - qu'il eût déjà été difficile d'atteindre - il y a seulement quelques années - que l'enseignement de l'université d'été devra faire progresser les participants.

Une image assez nette de cette situation nous est donnée par les réponses fournies à une question qui invitait les stagiaires à se projeter dans un futur proche:

"Avez-vous envisagé d'utiliser, à l'issue de ce stage et dans le cadre de votre activité professionnelle, les connaissances et savoir-faire que vous vous attendez à y acquérir selon quelles modalités?"

Hormis quelques participants, qui soit ne répondent pas (1 cas), soit répondent négativement, en alléguant l'inexistence de matériel (1 cas) ou sa réception tardive (1 cas), ou encore l'inadaptation des programmes qu'ils ont à enseigner (eux de classes terminales - 1 cas), soit encore expriment leur hésitation (1 cas), éventuellement motivée par l'incertitude sur leurs conditions d'exercice à la rentrée 1985 (1 cas), tous les autres (ils sont 35) répondent positivement, avec une restriction dans quelques cas, motivée par l'incertitude sur l'existence des matériels nécessaires (2 cas) ou par, à nouveau, leur arrivée trop tardive (1 cas).

Le thème des modalités de l'action envisagée, pourtant, obtient moins de succès.

Dans 6 cas, ce thème est pas traité (la réponse se limite à un "oui" non commenté). Dans 5 cas, les "modalités" évoquées par la question proposée sont simplement assimilées au type de matériel disponibles dans l'établissement.

Dans 4 cas - intermédiaire, le matériel est évoqué, en même temps que la présence d'élèves formés à l'informatique (pour avoir suivi l'option informatique de la classe de seconde); ce qui laisserait entendre qu'il est possible, dès lors, de faire de l'informatique avec ces élèves. C'est en tout cas ce qu'entendent faire, à l'issue de l'université d'été, certains des participants, soit en classe (4 cas), soit dans le cadre d'un club informatique

(5-cas).

Dans 5-cas encore, le projet d'une action en direction des collègues - avec l'objectif de "faire passer le message", ainsi que l'écrit l'un des répondants - est présenté comme prioritaire. Ce qui traduit peut-être l'un des soucis majeurs des stagiaires, celui de ne pas rester isolés, et leur sentiment que l'évolution des choses ne peut résulter que d'un mouvement d'ensemble.

Le message à transmettre et l'écrit, écrit un autre participant - formateur en informatique dans son pays d'exercice, de développer "l'utilisation de l'informatique pédagogique". Ou encore - pour cet autre - d'intégrer l'informatique en tant qu'aide à la préparation d'un cours, afin de parvenir à la présentation de notions sous divers angles.

Même si cette intention n'est presque jamais étayée par un projet en cours de réalisation - un seul participant mentionnant son appartenance à une équipe déjà au travail, l'ambition d'un emploi de l'informatique - sous des formes encore peu claires sans doute, pour enseigner des contenus déterminés affleure ici et là, comme nous le notons plus haut. C'est ainsi ce que déclarent, de manière souvent un peu dubitative et à côté d'autres perspectives plus familières et déjà signalées (initiation à la programmation, clubs informatiques, etc.), 9 des participants dont nous avons eu à examiner les réponses.

On aperçoit nettement ici une volonté qui s'affirme, mais sans pouvoir trouver encore les moyens concrets de s'exprimer en acte et de décrire ses modes de réalisation.

Dans 6 autres des réponses fournies, il apparaît expressément que l'université d'été pourrait être déterminante à ce regard. 7 participants, qui hésitent entre deux voies, l'une nouvelle, l'autre plus assurée, indique, à propos de l'acquis escompté:

"J'attends la fin du stage pour voir si je peux l'utiliser
- dans le cadre de mon cours
- au sein d'un club que j'organiserais éventuellement l'année prochaine."

Equilibre instable qui met en évidence l'un des enjeux essentiels de l'université d'été. Mais laissons ici, pour terminer, la conclusion au premier participant arrivé - à pied! - au matin de la première journée. "Modalités", écrivait-il. J'espère que le stage m'éclairera sur ce point..."

Notes du chapitre 6

1. Le groupe se composait de 9 femmes et 32 hommes. Le petit nombre de femmes dans le groupe explique que, pour préserver le plus possible l'anonymat au cours des descriptions suivantes, on ait adopté un masculin générique, aussi bien pour les hommes que pour les femmes.

2. Le participant inscrit sous la rubrique "Autres" était directeur d'école.

3. Le participant non enseignant est un certifié de lettres modernes détaché dans un bureau d'action linguistique à l'étranger.

4. Compte non tenu des 4 instituteurs.

5. Cette difficulté doit être mise en relation avec les analyses de la partie 1: l'absence de standards et de repères rend un peu incertaine la description par les participants eux-mêmes de leur formation antérieure, et délicate l'interprétation des informations apportées en réponse au questionnaire de début de stage.

6. Les différences constatées ne sont que faiblement significatives.

7. La distinction des objectifs et des attentes, non explicitée à l'intention des participants, avait surtout pour but de "largir".

8. De nombreux participants entrent dans plusieurs catégories à la fois. Le total des effectifs est donc très supérieur à 41.

9. On a affiné la nomenclature pour tenir compte ici de nuances qui ne apparaissent jamais dans la formulation des réponses du groupe minoritaire.

Chapitre 6

La première journée: un scénario social imaginaire

Les trois premières journées de l'université d'été étaient conçues comme un tout, organisé autant qu'il était possible selon les principes d'un enseignement par opposition aux sept journées suivantes, consacrées à la conception et à la réalisation de projets, et donc plus proches du système de la recherche (1). Cette bipartition était signalée dès la notice de présentation (2).

Ces trois journées présentent une structure commune: cours en séance plénière d'abord; puis, en fin de matinée, séance de travaux pratiques, continuée dans la première partie de l'après-midi, les participants étant ici regroupés en équipes (3). En fin d'après-midi, une plage horaire était réservée à une réunion en séance plénière destinée à un travail d'information et de réflexion, portant essentiellement sur le contenu des cours et l'activité des équipes (4).

Le plan de travail de la première journée est reproduit ci-après (pp. 67-68). Le début de cette journée était fixé, exceptionnellement, à 10h30 (5).

Le premier cours ne présente, volontairement, que les éléments minimaux permettant la mise en place du schéma d'ingénierie didactique, sur lequel le fonctionnement de l'université d'été va essentiellement s'appuyer.

Le mot d'ingénierie est opposé au simple bricolage, et ceci aussi bien techniquement, par la référence à un corpus scientifique évolutif dans les termes duquel l'ingénieur doit tenter de rendre raison de l'efficacité de ses constructions (point 1), que socialement, par l'organisation sociale spécifiée qui autorise et viabilise l'entreprise d'ingénierie (point 2). Celle-ci est ici particulièrement et typisée sous les espèces d'un schéma présenté comme scénario social imaginaire.

Un client, par exemple un enseignant ou un groupe d'enseignants, adresse une demande à une équipe d'ingénierie didactique. (Il s'agira par exemple d'une demande concernant la mise à disposition du client d'un enseignement relatif à telle ou telle notion, à telle ou telle partie du programme, à mettre en œuvre dans telle ou telle classe.)

A partir de cette simple demande s'enclanche un processus de négociation entre les protagonistes (client, équipe d'ingénierie didactique), lequel conduit (ou devrait en principe conduire, sauf cas d'avortement) à un contrat

d'ingénierie, spécifiant le produit attendu par le biais notamment d'un cahier des charges.

Ce scénario social peut être dit imaginaire en un premier sens, seul développé ici: il ne lui correspond pas en effet, dans l'état présent de notre société, des pratiques sociales effectives, non éphémères, et qui contribuent pour une part non négligeable à l'ensemble des dispositifs didactiques dont s'alimente l'enseignement actuel.

L'exploration de ce scénario, en particulier dans ses implications concernant la manière qu'a chaque enseignant de se représenter le fonctionnement socio-technique comme pratique sociale et comme pratique technique de son métier, constitue l'un des objectifs fondamentaux proposés aux participants de cette université d'été, et le premier répertorié dans la liste qui sera fournie en fin de stage (6).

Une première voie d'exploration est celle d'une réflexion prenant appui sur le schéma proposé, concernant les conditions actuelles d'exercice du métier d'enseignant (point 3). L'enseignant, en effet, se vit ordinairement comme petit producteur indépendant du savoir qu'il est requis de transmettre tâche pour laquelle il a reçu une investiture fondant sa compétence institutionnelle. Ce roman fondateur soutient une réalité de pratiques qui relèvent pour l'essentiel d'un bricolage didactique: rédaction du cours, préparation des exercices, organisation des éléments produits en un montage stéréotypé - dont, en fait, les pratiques dites innovatrices procèdent le plus généralement par un dérèglement peu contrôlé au plan de la théorie comme de la technique didactiques).

Le recours au bricolage, qui est la règle aujourd'hui, ne peut être banni par un simple effet de mode, à motivation purement idéologique, s'exprimant en termes de modernité et d'archaïsme, etc. (7). Ce sont ses limitations intrinsèques qui, seules, peuvent lui faire préférer, du moins dans certains types de caractéristiques sociales (celles, notamment, d'un enseignement de masse), la mise en oeuvre du schéma de l'ingénierie didactique.

Les produits des divers bricolages didactiques apparaissent d'abord, le plus souvent, comme ultra-personnalisés, et cela souvent par l'effet d'une volonté expresse de l'auteur lui-même, qui met en ce marquage une part au moins de son amour-propre d'enseignant-producteur de savoir. Par suite ils sont aussi difficilement séparables de leur producteur de cours rédigé par un enseignant - est en général pas enseignable par un autre, et ne peut guère être mis en oeuvre dans la classe que par son producteur lui-même. En fait, on aurait peine à trouver, aujourd'hui, et dans le cadre de la représentation

actuellement dominante du métier d'enseignant, cet "autre enseignant" qui accepterait d'enseigner un cours qu'il n'aurait pas lui-même élaboré, et qui renoncerait ainsi au plaisir de s'éprouver comme producteur, indépendant et libre, des moyens de son action dans la classe. A preuve l'attitude ambiguë de nombre d'enseignants vis-à-vis du manuel, déclaré fréquemment n'être consulté que pour le choix des exercices, ou accepté comme mal nécessaire, et abandonné aux élèves.

Cette dernière remarque attire l'attention sur le fait que les produits du bricolage didactique ne sont pas seulement spécifiés par leurs conditions de production technique (sur lesquelles nous allons revenir), mais se caractérisent d'abord en tant qu'objets sociaux, fruit d'un certain type de relation sociale ce qui rend le cours d'un enseignant utilisable par un autre, ce n'est pas tant - ou ce n'est pas d'abord - ses caractéristiques techniques, mais le fait qu'il a été produit en vue de l'autoconsommation (8), et que, dualement, chaque consommateur se conçoit ici comme producteur des biens qu'il consomme (9).

Une telle situation définit une économie déterminée des biens didactiques. Le produit issu du bricolage didactique ne possède qu'une transparence sociale fort réduite; l'expérience productive dont il est l'occasion n'appartient qu'à son producteur, et ne se capitalise guère au sein d'une technologie de la production des biens didactiques.

L'absence d'un système d'échanges des produits est ici corrélative de l'absence d'un système d'échanges des savoirs pratiques dont ils procèdent et de la constitution de ces savoirs pratiques en connaissances transmissibles, aptes à être partagées, confrontées, enrichies. Le progrès technique fait dès lors place à la répétition; là où une organisation progressive pourrait exister comme la simple juxtaposition de trouvailles, éventuellement plusieurs fois perdues et retrouvées. On songera par exemple ici à la technique de l'enseignement mutuel (10).

Seconde voie proposée à la réflexion des participants, le schéma indiqué permet alors une expérience mentale, dans les formes simplifiées de la petite production marchande. Il met en place, imaginativement, un marché didactique, par la séparation du producteur (l'équipe d'ingénierie didactique) et du consommateur (l'enseignant-client). C'est dans ce cadre que pouvaient être posés plus clairement les problèmes techniques de la production d'objets didactiques.

Cela revenait à montrer comment les conditions, inséparablement techniques et sociales, de l'emploi des objets didactiques produits ou à produire, induisent en amont - à l'étape de leur conception et de leur façonnage "matériel" - des contraintes spécifiques qu'un savoir didactique approprié, à la fois théorique et technique, et

constituant le champ de ressources d'une véritable activité d'ingénierie didactique, devrait pouvoir satisfaire.

Il n'est il pas question, dans le cadre limité — par la durée — d'abord — de cette université d'être d'aller très loin dans cette voie. Plus que de former des "ingénieurs didacticiens" — ce qui exigerait une formation sérieuse en didactique — déjà, il s'agit en premier lieu de poser le problème de l'ingénierie didactique, à travers notamment ses implications pour l'enseignant, et de contribuer, pour certains des participants au moins, à un premier apport dans un processus de formation en ingénierie didactique.

Le point 4 ménageait, dans cette perspective, une transition vers le travail proposé dès la fin de la matinée aux participants.

On y présente sur un exemple le processus de l'activité d'ingénierie — ici à composante informatique (11) — à propos d'une commande supposée émaner d'un professeur de mathématiques d'une classe de cinquième, et concernant un "programme de calcul du PPCM de deux nombres pouvant être utilisé en classe au cours de la leçon sur le PPCM.

Le point de départ est le programme PPCM (12). Quoi qu'il soit fondamentalement exact, ce programme comporte quelques maladroites de programmation, que les participants sont invités à relever. Exercice d'entrée en matière dont le objet est surtout la mise en évidence, au cours de l'analyse qui suit (13), de l'existence, à côté de contraintes informatiques (qui sont jusqu'ici essentiellement "rhétoriques"), de contraintes didactiques, liées à l'emploi prévu du programme à élaborer, et qui il s'agit (ici) de retraduire en termes de propriétés du programme. (On ne décrira pas davantage le travail réalisé en cette occasion, le lecteur intéressé pouvant se reporter aux notes fournies aux participants et reproduites ci-après.)

L'activité de la seconde partie de cette première matinée est décrite dans le plan de travail, aux points 5 et 6 (14). Des équipes d'ingénierie didactique sont provisoirement constituées (15), sur la base des informations recueillies à l'aide d'un questionnaire de début de stage. Leurs effectifs sont donnés par le tableau suivant:

Effectif de l'équipe:	3	4	5
Nombre d'équipes:	1	3	5

Il y a ainsi 9 équipes (parmi lesquelles une équipe "LSE", où se retrouvent les 3 participants ayant déclaré ne connaître que ce langage), qui regroupent au total 40

participants (16).

Trois commandes ont été prévues, codées respectivement A, B et C, et sont alors distribuées, chacune à trois équipes. On en trouvera le texte ci-après, pp-80-82.

Chaque commande est suivie, notamment du point de vue informatique, par un formateur qui se tient à la disposition des équipes concernées. auprès desquelles il joue un rôle de consultant. Le quatrième formateur joue le rôle du client, et est avec lui que les équipes engagent la discussion et la négociation de la commande. Celle-ci se fait - comme tout ce qui a été passé jusqu'ici - en réunion plénière, afin que chacun soit au courant de l'ensemble des problèmes posés et des travaux correspondants, lesquels fourniront ainsi qu'on l'a souligné plus haut (17) - la matière d'une réflexion collective essentielle à ce stade.

Très peu de temps avait été prévu pour que les équipes puissent honorer les commandes passées (18). Il faut noter en outre que, pour ce premier travail, les équipes devaient affronter une foule de problèmes, dont la plupart sont en réalité organiquement liés à l'activité poursuivie (et ne pouvaient guère, de ce fait, être évités): familiarisation avec le matériel disponible, répartition, coordination et articulation des tâches au sein de l'équipe; etc. L'objectif visé par les formateurs était ici celui de l'affleurement des problèmes effectivement rencontrés et identifiés par les participants au cours de ce premier exercice - problèmes sur lesquels la réflexion collective devait ensuite porter.

On peut rétrospectivement considérer que cet objectif a été atteint. Mais, dans les conditions prévues (quant au temps alloué notamment), il s'est en même temps révélé antinomique de l'objectif qui pouvait le plus normalement être investi par les participants: parvenir effectivement à un produit achevé. De ce point de vue, un certain sentiment de frustration ne pouvait être totalement évité.

Le tableau suivant indique l'état d'avancement des travaux au moment de la réunion de fin d'après-midi. Le produit complet demandé devait comporter un logiciel et une notice de présentation destinée à l'utilisateur (le client).

Logiciel

000 Incomplet-Non

	Oui	3		3
Présentation	Inc.			0
	Non	3	2	1
		6	2	1
				9

Comme le montrent les distributions marginales, le logiciel a été élaboré en priorité. Bien que cet ordre apparaisse logique, les résultats obtenus jusqu'ici laissent ouvert un problème important, celui de la juste place accordée par les participants à tout ce qui n'est pas programmes informatiques dans la création d'un tel objet didactique - soit ce qui devait constituer ici le texte de présentation demandé.

Une disposition avait été prévue à cet égard pour orienter de manière satisfaisante le travail des équipes. Les formateurs avaient préparé, pour chacune des commandes, un algorithme possible - squelette du logiciel à élaborer, l'intention étant de le proposer aux équipes intéressées après un premier moment de recherche, afin que la préparation du logiciel n'accapare pas l'essentiel de l'attention des participants et qu'ils puissent dès lors investir plus librement les autres composantes de ce premier travail d'ingénierie.

Si on laisse de côté l'insatisfaction relative de au moins certains des participants, le problème de formation rencontré ici semble avoir été bien compris, comme en témoigne la proposition faite à la fin du stage - lors de l'examen collectif des modifications à mettre en oeuvre à l'occasion d'un stage ultérieur éventuel de même type - d'aller jusqu'à donner, pour chacune des commandes A, B et C, un logiciel tout fait (19), préparé par les formateurs, que les équipes auraient alors pour tâche de compléter un produit didactique achevé (20).

A l'issue de cette première journée, le processus est enclenché, mais une réelle incertitude demeure quant à la réussite de la dévolution aux participants des moyens de compréhension et de poursuite de l'action engagée. Cette incertitude ne sera véritablement levée - aux yeux des formateurs - qu'au soir de la troisième journée. Le rythme imposé est rapide, trop rapide pour qu'on envisage de prendre le pouls des participants, la préférence étant en cette étape accordée à l'action - décision - arrêtée en fonction des analyses développées dans les chapitres

précédents, qui imposent d'aller ici à marche forcée. Les journées suivantes devaient trancher. C'est au cours de cette première partie de l'université d'été que certains des participants, rappelons-le (2), prirent de leur côté la décision explicite de jouer le jeu et d'attendre pour en savoir plus...

Notes du chapitre 6

1. Sur ce thème voir le chapitre 4.

2. Voir, supra, pp. 22-23.

3. La présentation de la division en cours et travaux pratiques était mise en relation avec les analyses de la partie 1.

4. Ce travail réflexif, et comme au second degré, portant sur le travail fait, bien que trop absent généralement des formes usuelles d'enseignement, est évidemment fondamental. (On notera que, dans l'enseignement secondaire, cette fonction est en principe partiellement assumée par les interrogations orales sur les leçons et par les corrections d'exercices.) On amorçait ici en outre le style de fonctionnement de la seconde partie de l'université d'été, en se rapprochant du genre du séminaire de présentation de travaux en cours et de synthèse.

5. En début de matinée, les participants avaient rempli le questionnaire de début de stage, les formateurs utilisant immédiatement certains des renseignements recueillis pour constituer les équipes d'ingénierie didactique.

6. Ce premier objectif est rédigé ainsi: "Mettre en débat une autre représentation et une autre pratique du métier d'enseignant, par la présentation et la mise en pratique, partielle et "simulée", mais au cours même de l'université d'été, du scénario de l'ingénierie didactique."

7. Son bannissement de principe est évidemment hautement irréaliste étant donné l'état actuel des choses. Ajoutons que, même dans l'hypothèse d'une extension rapide de l'organisation socio-technique des moyens d'enseignement décrite dans ce document - ce qui ne peut être actuellement prévu, le décollage n'ayant pas eu lieu jusqu'à présent, le bricolage didactique, même largement marginalisé, conserverait une réelle fonctionnalité dans l'économie didactique, comme il en va aujourd'hui du bricolage tout court dans l'économie domestique par exemple.

8. Ainsi que le fait observer J. Klatzman (article Auto-consommation, Encyclopaedia Universalis, volume 2, 1974, p. 839), "toute production de biens ou même de services pour les besoins propres d'un individu est un phénomène d'auto-consommation".

9. Pour éviter tout malentendu, soulignons que l'enseignant est de toute façon un producteur: il est chargé de produire dans la classe un processus, des situations didactiques, appropriés à l'objectif visé. Pour cela il consomme des objets didactiques (un cours, des exercices, par exemple)

qu'il peut soit produire lui-même (cas traditionnel et actuel), soit se procurer à titre de produits de l'ingénierie didactique (cas décrit ici). Les biens didactiques issus de l'ingénierie didactique apparaissent ainsi comme des biens de production, consommés par l'enseignant dans la production de phénomènes didactiques en principe contrôlés. Dans la conception traditionnelle, l'enseignant est donc doublement producteur: il produit les moyens de production qui lui devra consommer pour produire le processus didactique — production seconde qui est, en dernière instance, ce par quoi il authentifie son statut d'enseignant. Mais outre que la production de moyens de production de phénomènes didactiques souffre ici de sérieuses imitations (décrites ci-après), cette bi-location traditionnelle peut amener l'enseignant à investir surtout le premier type de production, au détriment du second. Ce qui, en termes concrets, donne par exemple l'enseignant fier de son cours (et qu'il a rédigé) et qui se soucie dès lors fort peu d'assurer aux élèves les conditions d'une bonne compréhension, désertant ainsi sa tâche spécifique d'enseignement.

10. Sur l'enseignement mutuel, voir par exemple Demnard 1981, pp. 281-282.

11. Seule la nécessité d'attirer l'attention, pour des raisons d'identification et d'information, sur les aspects "informatiques" présents dans la perspective de travail de cette université, d'être justifiée véritablement que cette précision soit apportée. À terme, on devrait pouvoir parler d'ingénierie didactique tout court, celle-ci mettant en oeuvre tous les moyens pertinents à son projet, donc en particulier chaque fois qu'ils sont utiles — les moyens informatiques en leur diversité.

12. On trouvera ces programmes p. 72.

13. Voir p. 62 et suiv.

14. Voir p. 67.

15. Il était prévu que ces équipes, constituées le premier jour par les formateurs, pourraient évoluer à l'instigation des participants, au cours des trois premières journées, pour tenir compte d'éventuels problèmes particuliers apparus dans leur fonctionnement.

16. Le participant "manquant", de formation littéraire, avait demandé à être associé au stage de manière libre.

17. Voir la note 4, ci-dessus.

18. La présentation des "produits" était à l'origine prévue pour 16h30 (voir le plan de travail). La décision fut annoncée en début d'après-midi de son report à 17h30.

19. On pourra noter une différence de difficulté entre les problèmes de programmation proposés par les commandes A et B, d'une part, et la commande C, d'autre part. (Toutefois, cette dernière commande portait sur une question mathématique non traditionnelle, au contraire des commandes A et B.) L'application de la disposition ici envisagée pourrait en fait être modulée.

20. Au moment où ce rapport est rédigé, cette proposition apparaît comme une simple éventualité, à propos de laquelle aucune décision n'a été prise par les formateurs.

21. Voir, supra, p. 13.

- ~~Plan de travail de la première journée~~ (pp. 67-68).
- ~~Annexe au cours de la première journée~~ (pp. 69-79).
- ~~Textes des commandes A, B et C~~ (pp. 80-82).

~~Documents du~~
~~chapitre 6~~

UNIVERSITE D'ETE - LUMINY - JUILLET 1985

Lundi 1er juillet

Plan de travail:

Matin
(séance plénière)

10h30-11h

1. Le mot d'ingénierie. Ingénierie et bricolage. ~~Et l'ingénierie (ou le "design") didactique.~~
2. Un scénario imaginaire. Le client et sa demande. ~~L'équipe d'ingénierie didactique. Le contrat d'ingénierie. La négociation et le cahier des charges. La spécification du produit attendu.~~
3. Le scénario traditionnel. L'enseignant ~~comme~~ petit producteur indépendant.
4. Vers l'ingénierie didactique: ~~un~~ exemple de commande "modulaire", "le PPCM" (voir l'annexe); discussion ~~informatique et~~ didactique.

11h-12h

5. ~~Mise en place~~ d'un schéma d'organisation:

- ~~première~~ formation des équipes d'ingénierie didactique;
- ~~distribution de~~ trois commandes A, B et C aux équipes d'ingénierie didactique;
- ~~fi~~ ches d'élaboration d'un cahier des charges.

6. ~~N~~égociation des commandes.

7. ~~"Leçon" (mais oui!) →~~ étudien l'annexe, ci après.

Après-midi

14h30-16h30

(travail par équipes)

1. Travail des équipes sur les commandes A, B et C, sur la base de l'"aide au démarrage" apportée par le formateur qui suit leur travail. Les équipes ayant reçu une même commande travaillent indépendamment les unes des autres, mais sont suivies par le même formateur.

16h45-18h

(séance plénière)

2. Présentation des produits conçus et élaborés par les différentes équipes. Ces produits doivent comporter:

- une fiche pour l'utilisateur;
- le listing du logiciel;
- la disquette portant le programme élaboré.

Le produit est examiné et analysé

- du point de vue informatique;
- du point de vue didactique.

ANNEXE

~~Un exemple de travail d'ingénierie didactique
incluant un travail d'ingénierie informatique~~

~~Un programme de détermination du PPCM~~

1. La spécification: "programme de calcul du PPCM de deux nombres pouvant être utilisé en classe au cours de la leçon sur le PPCM." Spécification a priori pauvre. Est-elle suffisante?

2. Le problème didactique à résoudre inclut un problème de programmation; mais il ne s'y réduit pas.

3. Premières propriétés requises du programme: facilité de compréhension et exactitude.

~~3.1. Facilité de compréhension:
clarté de conception et clarté de documentation.~~

~~3.1.1. La conception mathématique: M est un multiple de A et B ssi M est multiple de A et divisible par B. Le PPCM est le premier multiple de A divisible par B. D'où le programme PPCM1.~~

~~3.1.2. Remarque: l'ingénierie didactique pour l'enseignement des mathématiques suppose la résolution de problèmes mathématiques et cela pas seulement dans le cadre de la construction d'un logiciel).~~

~~3.1.3. Examen de la facilité de compréhension: OK. Conception originale pour le client (l'enseignant), mais facile à comprendre.~~

~~3.2. Conformité aux spécifications: l'exactitude. Preuve du programme. Essais de programme.~~

~~3.2.1. Remarque: dans le "bricolage" didactique usuel, il n'existe même pas, le plus souvent, d'équivalents des essais de programme! La plupart des "didacticiels" subissent des essais informatiques, mais pas ou peu d'essais didactiques.~~

~~3.2.2. La preuve du programme. Invariant de boucle: A divise M (D.46); Conditions d'arrêt: B divise M (D.50), M inférieur ou égal à AB (D.45). Voir PPCM2.~~

~~3.2.3. Essais du programme. Programme d'essai: voir le programme PPCM3 Jeu d'essais: (576), (6712). Jeu d'essais~~

complet: $(3,6), (8,12), (12,6)$.

3.2.4. Modification du programme à la suite des essais: PPCM4. Nouveau jeu d'essais: $(8,12), (12,6)$.

3.2.5. Les programmes d'essais et leur relation au programme essayé. Les modifications d'essais ne doivent pas changer fondamentalement le programme (ou bien être, en fin de compte, incorporées au programme).

3.2.6. Comparer PPCM1 et PPCM4 pour $A=6$ et $B=0$. PPCM1: "Division by zero in 50" PPCM4: "READY" imprimante: $\langle 10 \rangle \langle 20 \rangle \langle 30 \rangle \langle 40 \rangle \langle 45 \rangle \langle 70 \rangle$. B étant nul, la L.45 arrête l'exécution, bien qu'elle n'ait pas été introduite pour cela.

3.2.7. Programme inexact. 2. Spécifications incomplètes. On précise: A et B entiers strictement positifs. La preuve d'exactitude donnée est dans ce cas valable. Le programme est exact relativement à ces spécifications.

3.3. Conformité aux spécifications: la fiabilité.

3.3.1. La fiabilité didactique. La première à traiter, parce que plus critique ici que la fiabilité informatique. On élimine les cas A ou B négatifs ou nuls, A ou B non entiers. Voir PPCM5, L.11, 12, 21, 22.

3.3.2. Essais avec PPCM5.

3.3.3. La fiabilité du programme. Distinction entre calculer le PPCM à l'aide de l'ordinateur et faire calculer le PPCM par l'ordinateur, ie obtenir de l'ordinateur qu'il calcule le PPCM.

3.3.4. Quand le programme parvient-il à obtenir de l'ordinateur ce qu'on attend de lui? On travaille sur PPCM6. Pour A et B inférieurs ou égaux à 1001.

3.3.5. Discussion de la fiabilité.

3.3.5.1. Première option: on se limite à cette zone. Pour accroître la fiabilité didactique, on modifie le programme en introduisant les lignes 13 et 23; voir PPCM7. Le programme ne répond que pour A et B entiers compris entre 1 et 1000, et il répond alors exactement.

3.3.5.2. Deuxième option: tenir compte des propriétés réelles du système, pour accroître le domaine de validité du programme par rapport au système examiné. Analyse théorique du cours de main.

3.3.6. Prise de décision. Après consultation du client, on retient la première option.

3.3. Les justificatifs de cette décision sont examinés ci-après.

3.4. Autres propriétés requises: complexité, structure, robustesse, portabilité, facilité de maintenance et d'extension. La vie du produit après sa livraison au client.

3.4.1. Une trop grande complexité et une mauvaise structuration mettent en danger la stabilité, la robustesse, la portabilité, la facilité de maintenance et d'extension.

3.4.2. La stabilité ou la facilité de modification par rapport à des modifications réalisées par le client. Exemple 1: dans PPCM7, il peut être tenté de changer la ligne 50 en "IF INT(M/B)<M/B THEN 40". On aboutit au programme PPCM8. Ce programme ne répond pas. Il faut introduire une autre modification: suppression de la ligne 55. Voir PPCM8'. Exemple 2: le programme PPCM8 prévoit l'impression. Il faut mieux remplacer la ligne 60 par "PRINT A; B;" en indiquant à l'utilisateur que, pour obtenir l'impression, il suffit de taper la ligne

```
60 LPRINT A; B;
```

Voir PPCM9.

3.4.3. La robustesse par rapport à un système différent quantitativement (mais non qualitativement, i.e. structurellement ou fonctionnellement) du système spécifié dans la commande du client.

3.4.4. La portabilité: par rapport à des systèmes différent structurellement ou fonctionnellement. Le programme PPCM9 peut être utilisé sur un micro-ordinateur avec ou sans imprimante; sur des ordinateurs de poche, chaque élève recevant le programme; etc.

3.4.5. La facilité d'extension: le programme PPCM9 pourra être utilisé ce qui n'était pas prévu au départ - dans le cadre d'un initiation (des mêmes élèves) à la programmation. Le professeur pourra alors "ouvrir" le programme. Une complexité limitée est alors la bienvenue. Toujours dans ce cadre: le professeur pourra vouloir introduire dans le programme - faute du progiciel didactique nécessaire - des lignes d'instruction simulant un ordinateur travaillant avec un système de nombres réels.

3.5. Le produit doit être viable dans le système et y avoir une réelle efficacité de fonctionnement. C'est la première propriété requise!

PPCM1

```

10 INPUT A
20 INPUT B
30 M=0
40 M=M+A
50 IF INT(M/B) < M/B THEN 60 ELSE 40
60 PRINT A, B, M
70 END

```

PPCM2

```

10 INPUT A
20 INPUT B
30 M=0
40 M=M+A
45 IF M > A * B THEN 70
46 IF INT(M/A) < M/A THEN 70
50 IF INT(M/B) < M/B THEN 50 ELSE 40
60 PRINT A, B, M
70 END

```

PPCM3

```

10 PRINT "<10>" INPUT A
20 PRINT "<20>" INPUT B
30 PRINT "<30>" M=0
40 PRINT "<40>" M=M+A
45 PRINT "<45>" IF M > A * B THEN 70
46 PRINT "<46>" IF INT(M/A) < M/A THEN 70
50 PRINT "<50>" IF INT(M/B) < M/B THEN 60 ELSE 40
60 PRINT "<60>" PRINT A, B, M
70 PRINT "<70>" END

```

A = 5 B = 6

<10>
~~<20>~~
~~<30>~~
 <40>
 <45>
 <46>
~~<50>~~
 <40>
 <45>
 <46>
~~<50>~~
 <40>
 <45>
 <46>
~~<50>~~
 <40>
 <45>
 <46>
~~<50>~~
 <40>
 <45>
 <46>
~~<50>~~
 <60>
 <70>

A = 6 B = 12

<10>
~~<20>~~
~~<30>~~
 <40>
 <45>
 <46>
~~<50>~~
 <40>
 <45>
 <46>
~~<50>~~
 <60>
 <70>

A = 12 B = 6

<10>
 <20>
~~<30>~~
 <40>
 <45>
 <46>
~~<50>~~
 <60>
 <70>

PROGRAM 4

```

10 LPRINT "<10>": INPUT A
20 LPRINT "<20>": INPUT B
30 LPRINT "<30>": M=0
40 LPRINT "<40>": M=M+A
45 LPRINT "<45>": IF M>A&B THEN 70
46 LPRINT "<46>": IF INT(M/A)<M/A THEN 70
50 LPRINT "<50>": IF INT(M/B)<M/B THEN 60
55 LPRINT "<55>": GOTO 40
60 LPRINT "<60>": PRINT A, B, M
70 LPRINT "<70>": END

```

A = 6 B = 2

```

<10>
<20>
<30>
<40>
<45>
<46>
<50>
<55>
<40>
<45>
<46>
<50>
<60>
<70>

```

A = 2 B = 6

```

<10>
<20>
<30>
<40>
<45>
<46>
<50>
<60>
<70>

```

A = 0 B = 6

```

<10>
<20>
<30>
<40>
<45>
<46>

```

A = 6 B = 0

```

<10>
<20>
<30>
<40>
<45>
<70>

```

PROGRAM 5

```

10 PRINT "<10>": INPUT A
11 PRINT "<11>": IF A < 0 THEN 70
12 PRINT "<12>": PRINT (A) < THEN 70
20 PRINT "<20>": INPUT B
21 PRINT "<21>": IF B < 0 THEN 70
22 PRINT "<22>": PRINT (B) < THEN 70
30 PRINT "<30>": M = 0
40 PRINT "<40>": M = M + A
45 PRINT "<45>": IF M > A * B THEN 70
46 PRINT "<46>": IF INT (M/A) < M/A THEN 70
50 PRINT "<50>": PRINT (M/B) = M/B THEN 60
53 PRINT "<55>": GOTO 40
60 PRINT "<60>": PRINT A * B
70 PRINT "<70>": END

```

A = -3

<10>
<11>
<70>

A = 0

<10>
<11>
<70>

A = 6 B = -3

<10>
<11>
<12>
<20>
<21>
<70>

A = 6 B = 0

<10>
<11>
<12>
<20>
<21>
<70>

A = -1.2

<10>
<11>
<12>
<70>

A = 6 B = -2.3

<10>
<11>
<12>
<20>
<21>
<22>
<70>

A = -14 B = -16 (M = -1.2)

A = 12 B = -18 (M = -36)

~~<10>~~
~~<11>~~
~~<12>~~
~~<20>~~
~~<21>~~
~~<22>~~
~~<30>~~
~~<40>~~
~~<45>~~
~~<46>~~
~~<50>~~
~~<55>~~
~~<40>~~
~~<45>~~
~~<46>~~
~~<50>~~
~~<55>~~
~~<40>~~
~~<45>~~
~~<46>~~
~~<50>~~
~~<60>~~
~~<70>~~

~~<10>~~
~~<11>~~
~~<12>~~
~~<20>~~
~~<21>~~
~~<22>~~
~~<30>~~
~~<40>~~
~~<45>~~
~~<46>~~
~~<50>~~
~~<55>~~
~~<40>~~
~~<45>~~
~~<46>~~
~~<50>~~
~~<55>~~
~~<40>~~
~~<45>~~
~~<46>~~
~~<50>~~
~~<55>~~
~~<40>~~
~~<45>~~
~~<46>~~
~~<50>~~
~~<55>~~
~~<40>~~
~~<45>~~
~~<46>~~
~~<50>~~
~~<55>~~
~~<40>~~
~~<45>~~
~~<46>~~
~~<50>~~
~~<60>~~
~~<70>~~

PRGM6

```

10 INPUT A
11 IF A <= 0 THEN 70
12 IF INT(A) < A THEN 70
20 INPUT B
21 IF B <= 0 THEN 70
22 IF INT(B) < B THEN 70
30 M=0
40 M=M+A
45 IF M > A*B THEN 70
46 IF INT(M/A) < M/A THEN 70
50 IF INT(M/B) < M/B THEN 70
55 GOTO 10
60 PRINT A, B, M
70 END

```

998 999 997002

1000 1001 1.001E+06

897 568 509496

1001 1002 1.003E+06

PROC7

```

10 INPUT A
11 IF A<=0 THEN 70
12 IF INT(A)<A THEN 70
13 IF A>1000 THEN 70
20 INPUT B
21 IF B<=0 THEN 70
22 IF INT(B)<B THEN 70
23 IF B>1000 THEN 70
30 M=0
40 M=M+A
45 IF M>A*B THEN 70
46 IF INT(M/A)<M/A THEN 70
50 IF INT(M/B)<M/B THEN 70
55 GOTO 40
60 PRINT A, B, M
70 END

```

PROC8

```

10 INPUT A
11 IF A<=0 THEN 70
12 IF INT(A)<A THEN 70
13 IF A>1000 THEN 70
20 INPUT B
21 IF B<=0 THEN 70
22 IF INT(B)<B THEN 70
23 IF B>1000 THEN 70
30 M=0
40 M=M+A
45 IF M>A*B THEN 70
46 IF INT(M/A)<M/A THEN 70
50 IF INT(M/B)<M/B THEN 70
55 GOTO 40
60 PRINT A, B, M
70 END

```

PROC8'

```

10 INPUT A
11 IF A<=0 THEN 70
12 IF INT(A)<A THEN 70
13 IF A>1000 THEN 70
20 INPUT B
21 IF B<=0 THEN 70
22 IF INT(B)<B THEN 70
23 IF B>1000 THEN 70
30 M=0
40 M=M+A
45 IF M>A*B THEN 70
46 IF INT(M/A)<M/A THEN 70
50 IF INT(M/B)<M/B THEN 70
60 PRINT A, B, M
70 END
45 78 1170

```

PPOM9

```

10 INPUT A
11 IF A<=0 THEN 70
12 IF INT(A)<A THEN 70
13 IF A>1000 THEN 70
20 INPUT B
21 IF B<=0 THEN 70
22 IF INT(B)<B THEN 70
23 IF B>1000 THEN 70
30 M=0
40 M=M+A
45 IF M>A*B THEN 70
46 IF INT(M/A)<M/A THEN 70
50 IF INT(M/B)<M/B THEN 40
60 PRINT A;B;M
70 END

```

~~N.B. Pour faire imprimer, taper la ligne~~

61 PRINT A;B;M

COMMANDE-A:

Avignon, le 1^{er} Juillet 1985

Objet: commande d'ingénierie didactique

Messieurs,

Afin de préparer un cours de démarrage sur les notions de PGCD et de PPCM en classe de cinquième, je souhaiterais disposer d'un programme me permettant:

- étant donné un entier N , de savoir si ses facteurs premiers sont inclus dans l'ensemble $\{2, 3, 5, 7, 11\}$ et, lorsque c'est le cas, quels sont ces facteurs;

- ayant choisi n entiers dans l'ensemble $\{2, 3, 5, 7, 11\}$, n compris entre 2 et 5, et deux entiers R et L , d'obtenir la liste des nombres compris entre R et L et n'ayant que ces entiers comme facteurs premiers.

Assuré de la qualité de votre travail, j'espère que vous pourrez mener à bonne fin, pour le 1^{er} juillet 1985, 16h30, la commande que j'ai le plaisir de vous présenter.

Avec mes remerciements anticipés,

Chose.

COMMANDE-B:

Briançon, le ~~1~~er juillet 1985

Objet: commande d'ingénierie didactique

Messieurs,

Afin de ~~préparer un cours sur~~ la notion de PGCD en classe de cinquième, je ~~souhaiterais~~ disposer d'un programme me permettant:

- ~~étant donnés deux entiers N et M,~~ d'obtenir leur PGCD;
- ~~étant donné un entier N,~~ de déterminer ses facteurs premiers ~~ainsi que les exposants correspondants.~~

Assuré de la ~~qualité de~~ votre travail, j'espère que vous pourrez mener ~~à bonne fin,~~ pour le 1er juillet 1985, 16h30, la ~~commande~~ que j'ai le plaisir de vous présenter.

Avec mes remerciements anticipés,

Machin.

COMMANDE C.

Cassis, le 1^{er} juillet 1985

Objet: commande d'ingénierie didactique

Messieurs,

Dans le cadre d'une activité en classe de quatrième portant sur le calcul algébrique et les identités remarquables, je désirerais disposer d'un programme permettant, étant donné un nombre entier N , de savoir si ce nombre peut s'écrire sous la forme de la somme de deux carrés d'entiers (ex: $5 = 1+4$), et, le cas échéant, d'en connaître toutes les décompositions de ce type.

Assuré de la qualité de votre travail, j'espère que vous pourrez mener à bonne fin, pour le 1^{er} juillet 1985, 16h30, la commande que j'ai le plaisir de vous présenter.

Avec mes remerciements anticipés,

Truc.

Chapitre 7

Les deuxième et troisième journées: les commandes A, B et C

La structure de la première journée est reconduite pour les deux journées suivantes, que nous présenterons successivement. Pour en suivre le déroulement, commenté ci-après, le lecteur se reportera aux plans de travail reproduits dans les documents du présent chapitre.

La séance plénière du matin, consacrée essentiellement au cours, commence cependant par un bilan du travail fait jusque là (1).

Ce bilan porte sur les types d'interventions de l'outil informatique en ingénierie didactique. Les commandes A, B et C permettent de dégager deux schémas d'intervention (2). Le plus important est peut-être le premier - l'usage de l'informatique en amont de la classe - parce qu'il prend en compte certaines idées reçues en la matière. L'informatique pédagogique - celle est la "philosophie" qui va s'expliciter au fil des journées - ça n'est pas nécessairement, ça n'est surtout pas le seul "didacticiel"; ça n'est pas uniquement - même si ce sujet se révélera central dans la problématique du travail poursuivi ici - l'informatique dans la classe; c'est déjà l'informatique mise en oeuvre dans l'activité d'ingénierie (ou de "ricochage" didactique - même lorsqu'elle n'apparaît pas dans la classe, et ne propose pas son spectacle à l'élève.

L'idée est ici de faire reconnaître, par touches successives, l'intérêt et la diversité des emplois possibles et réalistes de l'informatique, dès lorsqu'on écarte l'option du "tout-informatique" (regardée souvent aujourd'hui encore comme allant de soi), pour lui préférer la recherche d'usages mieux délimités, plus adaptés, déterminés par leur pertinence vis-à-vis du but poursuivi - l'enseignement! - et qui mettent en évidence la flexibilité et la plasticité des moyens qu'elle procure en cette matière.

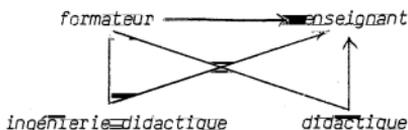
Le bilan est donc le moment où se met en place, au cours de cette première partie, progressivement, une conception plus proche de ce qui semble pouvoir réellement être intégré à l'enseignement et de ce qui pourra être fait par les participants, dans le cadre de leurs projets d'abord, pendant le temps de l'université d'été, dans la perspective aussi d'une activité ultérieure possible de petite ingénierie didactique, de production et de diffusion locales - modèle "doux" mieux adapté, semble-t-il, à l'état actuel des choses.

Notons que ces rendez-vous du matin (3) seront suivis

attentivement par les participants. Ceux-ci, en effet, semblent avoir été très vite convaincus que l'Informatique pédagogique n'est pas qu'une question de temps-passé devant l'ordinateur, qu'elle exige aussi des vues assez nettes, générales aussi bien que particulières, quant aux objectifs de l'action, aux problèmes affrontés et aux solutions possibles.

La discussion établit en ce point relayée par le cours. Les principaux thèmes rapidement introduits le premier jour sont alors approfondis et enrichis. On en retrouvera l'essentiel dans les notes (points 1 à 6) intégrées au plan de travail de la journée. Nous en signalons ici les principales lignes de force.

Le premier thème développé est celui de l'analogie entre ingénierie didactique et ingénierie informatique du logiciel (point 3). Celle-ci permet notamment de mettre en évidence l'irréalisme de l'attitude du pédagogue (points 3 et 4), dont l'existence témoigne d'une analyse insuffisante des tâches (et de l'absence en matière d'enseignement du concept d'ingénierie). Division technique incomplète entre la position du pédagogue (ou formateur) et celle de l'enseignant, s'introduit ici une tierce figure - celle de l'ingénieur didacticien. A la relation Ouelle formateur enseignant se substitue une relation au moins ternaire, qui seule peut nourrir la relation de formation (voir le schéma ci-après).



Le second thème essentiel (point 4) est celui de l'identification de l'objet d'intervention de l'ingénierie didactique. Toute intervention sur le système didactique, ensemble réglé des interactions entre un enseignant, des élèves et un savoir (enjeu cible de l'enseignement de l'un et de l'apprentissage des autres), doit prendre en compte trois niveaux d'action:

- celui du "software" didactique, soit l'élaboration de séquences didactiques (suites de leçons);

- celui du "hardware" didactique, soit l'organisation matérielle du milieu didactique (voir le point 4.2);

- enfin - presque toujours oublié - celui du "firmware" didactique, soit le système d'exploitation didactique des ressources matérielles du milieu didactique, permettant

leur intégration dans la construction et le fonctionnement du "soft" didactique.

Ce dernier point surtout est essentiel: rien ne sert d'introduire l'ordinateur dans la classe (ou dans l'établissement), si, comme il en fut hier pour l'audio-visuel, on ne travaille pas à établir un bon système d'exploitation didactique des ressources potentielles qu'il paraît offrir — sous peine de le voir rejoindre au cimetière des nouveautés techniques non socialisées dans la classe (ou l'établissement) le téléviseur, le magnétoscope et même le simple rétroprojecteur.

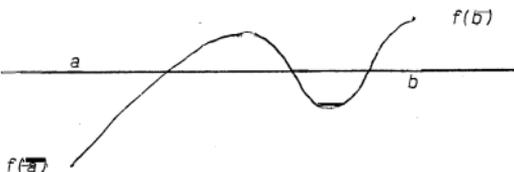
Dans la distinction sur trois niveaux présentée plus haut, il convient de souligner alors que, de même que les cassettes, les livres, etc., les logiciels proposés aujourd'hui à l'enseignant, en l'absence d'un mode d'intégration spécifique dans l'acte d'enseignement, demeurent chose morte: le "soft" informatique est du "hard" didactique, tout comme les cassettes, les livres, etc. Pour qu'il devienne vivant dans la classe, il convient que soient donnés à l'enseignant, avec des logiciels, les instruments théoriques et pratiques de leur emploi pertinent dans la conduite de son enseignement. Cette remarque fondamentale élucide l'échec de maintes tentatives pour introduire des novations techniques ("matérielles") dans le fonctionnement didactique — de celle, récente, de la calculatrice par exemple.

La perspective générale d'emploi de l'ordinateur dans l'acte d'enseignement suppose, pour se réaliser effectivement, l'étude cas par cas des modalités intégrées de son emploi — en fonction notamment des contenus de savoir traités par l'enseignant.

Un exemple ponctuel simple est donné d'un type d'emploi envisageable, organiquement lié à la matière enseignée (point 4.5.). Un enseignant doit présenter à ses étudiants le théorème de d'Alembert ou "théorème fondamental de l'algèbre": tout polynôme non constant f à coefficients dans C a une racine dans C . Deux problèmes didactiques se posent, dont seul le premier est généralement pris en considération: démontrer qu'il en est bien ainsi, et "comprendre" pourquoi il en est bien ainsi. La démonstration (4) est suffisamment complexe pour que, au niveau où ce théorème est habituellement présenté, l'enseignant joue bon de le mettre. Mais, que la démonstration soit ou non exposée, il reste à "comprendre" la propriété qu'énonce le théorème.

Par contraste, considérons ici le théorème suivant: tout polynôme f à coefficients dans R tel que $f(a) < 0$ et $f(b) > 0$ s'annule entre a et b . La démonstration est une chose — laissons-la de côté — à compréhension, quant à elle, est ici simplement assurée par un dessin tracé à la main voir

ci-après).



Ce dessin permet une certaine représentation du phénomène mathématique étudié: le même dessin, en fait, est utilisé à propos du théorème analogue concernant plus généralement les fonctions continues. Il ne se superpose pas exactement au résultat mathématique précis énoncé, certes, puisque par exemple la même propriété - dite propriété de Darboux - vaut encore pour les fonctions dérivées (qui peuvent ne pas être continues). Mais il éclaire la signification de la propriété (sans toutefois permettre de l'établir, ce qui n'est pas le but recherché).

C'est une telle représentation qui manque, traditionnellement, à propos du théorème de d'Alembert. Non qu'il soit impossible d'y parvenir par les moyens usuels du dessin - encore que cela ne puisse se faire aussi aisément. Mais on doit constater qu'une telle représentation ne fait pas ordinairement partie des moyens didactiques de l'enseignant en ce point de son enseignement.

Les ressources graphiques d'un simple ordinateur de poche avec imprimante, en revanche, donnent accès à une représentation de ce type (5).

Partons d'un polynôme du second degré (dont on sait a priori qu'il a deux racines dans \mathbb{D}), soit par exemple (voir p.101) le polynôme $P(z) = z^2 - z - 1$. La représentation graphique de $P(z)$ pour $r = 3$ (où r désigne le module de z) présente une double boucle autour de l'origine figurée par une croix dont les branches sont respectivement horizontale et verticale. Pour $r = 2$, on voit que la boucle intérieure s'est déjà rapprochée de l'origine. Elle "traverse" l'origine pour une valeur de r proche de $\sqrt{5}$, correspondant à la plus grande des deux racines du polynôme. Ce sera ensuite à la boucle extérieure de balayer l'origine, pour la valeur de r correspondant à la deuxième racine (les racines, ici, sont réelles).

Un phénomène analogue s'observe pour un polynôme de degré 3, puis de degré 4: au départ, pour "grand", le graphique est fait de 3 (resp. 4) boucles qui se chevauchent plus ou moins. Lorsqu'on diminue r , ces boucles

vont traverser l'origine. Cette observation est sans doute plus directement parlante encore si l'on représente à l'écran (sur un ordinateur) une déformation "continue" de la courbe (ce qui n'a pas été fait ici).

Pour l'élève ou l'étudiant, outre le constat empirique qu'elle offre, une telle observation peut en outre permettre le raisonnement (incomplet, mais suggestif) suivant: pour un polynôme de degré donné n (qu'on supposera de coefficient directeur 1), $P(Z)$ dessine, pour r suffisamment grand, n boucles presque superposées situées à une distance à peu près égale à r^n autour de l'origine ($P(Z)$ étant alors peu différent de Z^n). Pour r petit, en revanche, c'est le terme constant qui l'emporte: on obtient une figure presque ponctuelle formée de n boucles qui recouvrent le point dont le terme constant est l'affixe dans le plan complexe. En allant de r "grand" à r "petit", chacune de ces boucles a dû traverser l'origine.

On a ici l'évocation d'un exemple de scénario didactique d'emploi de l'outil informatique dans l'enseignement - notion fondamentale dans la suite du travail. L'enseignant dispose dans sa classe d'un ordinateur. Il dispose en outre, pour la leçon sur le théorème de d'Alembert, d'un logiciel permettant les représentations à l'écran décrites ci-dessus. Dans cette leçon, l'ordinateur lui est utile - mais il lui est alors véritablement utile - quelques minutes seulement. Le temps est rare, et donc cher, et l'enseignant use de l'ordinateur comme de n'importe quel autre élément du milieu didactique dans lequel il opère - l'achat d'un nouveau compas, par exemple, ne justifiant pas qu'il passe dès lors son temps à tracer des cercles au tableau...

La notion de scénario didactique (point 5) permet ainsi, plus largement, de réfléchir sur les interrelations entre les éléments du milieu didactique - ici les divers matériels et logiciels informatiques éventuels - et leur exploitation dans le cadre du processus d'enseignement et d'apprentissage. Elle permet aussi, au passage, de faire un sort à la notion de didacticiel (point 6). Mais elle autorise surtout à sortir des idées simples de tout-informatique, au bénéfice de la création d'une pluralité diversifiée de scénarios adaptés à des phases différentes de l'activité de l'élève ou de la classe, et fonction aussi des contenus de savoir en jeu. On se reportera au point 5 pour les premiers exemples envisagés.

La seconde partie de cette deuxième matinée (voir le plan de travail, p. 99) est consacrée, comme la veille, à la présentation de nouvelles commandes, les commandes O, E et F. (On en trouvera le texte dans les documents, pp. 102-110). Ces commandes marquent une progression sur plusieurs plans.

Tout d'abord, en ce qui concerne le scénario didactique retenu. Si l'on retrouve à nouveau ici le rôle de l'informatique dans la préparation par l'enseignant de l'activité de la classe (commande D, partiellement), ou encore dans l'activité en classe elle-même (même commande), on y propose aussi des scénarios prévoyant l'élaboration de logiciels à utiliser hors classe, dans le cadre d'une activité d'application ou d'approfondissement de notions vues en classe (commandes E et F) — situation qui suppose alors par exemple, dans l'établissement, l'existence d'une salle aménagée à cette fin, contenant à la fois les matériels informatiques nécessaires et une bibliothèque de logiciels systématiquement constituée en fonction de la matière traitée dans la classe.

Dans la description des scénarios didactiques envisagés, d'autres aspects doivent pourtant encore être mentionnés — ceux relatifs au mode d'intervention de l'outil informatique dans l'activité poursuivie.

Dans la commande D, l'emploi du logiciel demandé peut par exemple aider les élèves, soit à mieux comprendre les résultats auxquels la classe serait parvenue par la voie d'un calcul non guidé par une représentation graphique préalable, soit, en sens inverse en quelque sorte, à formuler des conjectures désignant des voies d'accès à la solution du problème posé: les points solutions sont alignés sur la droite d'équation $y = -bx + a$; le point (e, r) , dont les coordonnées sont respectivement le quotient et le reste dans la division euclidienne de a par b , est le point solution situé le plus bas (ou le plus à droite) sur cette droite; etc.

Dans la commande E, le logiciel doit permettre seulement de présenter le problème à l'élève: la fonction qui lui échoit est donc celle de la dévolution du problème, qu'il serait bien malaisé de réaliser seulement verbalement — comme le montre d'ailleurs le texte de l'auteur cité. Dans la ligne de remarques précédentes, ajoutons que si cette dévolution pouvait être réalisée simplement à l'aide d'un énoncé écrit de quelques lignes, rien ne justifierait alors le recours à l'outil informatique: l'élève étant renvoyé par son professeur, non à une bibliothèque de logiciels, mais à un "simple" recueil de problèmes rédigés par exemple sur fiches cartonnées). Une fois réalisée la dévolution du problème, l'ordinateur peut être éteint: le travail mathématique de résolution du problème ne requiert plus alors que crayon et papier (6).

Dans la commande F, le scénario prévu par le professeur envisage toujours une utilisation hors classe. Le logiciel requis doit tout à la fois réaliser la présentation du problème à l'élève et l'aider à formuler des conjectures sur le phénomène physique étudié. Ceci étant fait, la suite de l'étude (identification du système des

forces et des paramètres permettant leur calcul, mise en équation, etc.) se déroule avec les moyens usuels. On notera qu'apparaît ici pour la première fois une commande à contenu physique (Z).

La progression se remarque encore sur un autre plan, précisément celui du contenu scientifique (mathématique ou physique) autour duquel s'articule la commande d'ingénierie didactique. Nous avons indiqué les quelques difficultés de négociation de la demande qu'avait pu soulever la commande (8). La commande E, quant à elle, ne propose pas de problème bien net, dans la mesure où les équipes destinataires comportent toutes plusieurs enseignants de mathématiques qui se retrouvent ici en pays de connaissance - il s'agit d'un algorithme de calcul du PGCD, avec cette double réserve toutefois que l'algorithme en question est "graphique" - chose inhabituelle dans l'enseignement français actuel, - et sa description un peu imprécise et donnée en anglais, particularités qui ne constitueront que des obstacles mineurs.

Il n'en va pas de même, en revanche, de la commande D. Le système mathématique dont l'étude est envisagée n'est pas familier des professeurs de l'enseignement secondaire. S'il provient, par une perturbation apparemment peu importante, d'un système bien connu - qui définit classiquement la division euclidienne, - il possède des propriétés inhabituelles à ce niveau, notamment la possibilité qu'il existe, pour des valeurs a et b convenables de ses coefficients, un nombre arbitrairement fixé à l'avance k de solutions (x, y) . En outre, les méthodes qu'exige sa résolution relèvent de l'arithmétique - du calcul sur N ou Z - plus que du calcul algébrique usuel sur Q ou R .

Lors de la préparation de l'université d'été, et au contraire des autres commandes prévues, la commande D avait eu à subir la critique des formateurs autres que le proposant - au motif qu'elle paraissait susceptible de désorienter les stagiaires. Reformulée de manière à contenir tous les éléments mathématiques nécessaires en vue du travail de programmation et d'ingénierie qu'elle appelait, elle sera cependant complétée de deux manières.

D'une part, au moment de l'apaisement de la commande, et pour donner une idée de ce qu'il s'agissait éventuellement d'obtenir, on présenta aux stagiaires des exemples des calculs et graphiques qu'il était possible d'envisager (voir les documents, pp. 11-120).

D'autre part, afin que l'élucidation mathématique du système proposé n'accapare pas le temps des équipes concernées - ou du moins des enseignants de mathématiques appartenant à ces équipes (9), - une étude mathématique, élémentaire mais complète, et reproduite ci-dessous, avait

été préalablement rédigée et fut diffusée (10). Bien qu'il n'existe évidemment aucune contre-épreuve, il semble que cette décision ait permis d'éviter un surinvestissement intempestif des aspects mathématiques du travail proposé (11).

Les commandes D, E et F marquent enfin une progression dans la difficulté du point de vue de la programmation, avec la nécessité de recourir au graphisme. Ce travail sera effectué au cours de l'après-midi et de la troisième journée, avec l'aide des formateurs. Le relatif obstacle opposé à l'avancée du travail sur les commandes D, E et F par la nécessité de l'emploi de moyens graphiques entrainera les formateurs à donner un cours, assuré par l'un d'entre eux, sur ce thème, à l'intention des participants intéressés - possibilité envisagée dès la préparation du stage.

On notera que, en cette deuxième journée, une plage horaire est réservée au démarrage de l'activité d'analyse documentaire et bibliographique, en vue de la définition des projets devant être réalisés au cours de la deuxième partie de l'université d'été. A cet égard, la troisième journée constitue un point tournant. Partant du système de l'enseignement, elle oriente vers le système de la recherche. Le cours du matin est maintenu; il est même complété de plusieurs annexes représentant un nombre respectable de pages, qui développent certains de ses thèmes - la totalité constituant un viatique pour le travail ultérieur des participants, au delà même de l'université d'été. Mais la part de travail autonome est augmentée (voir le plan de travail), l'objectif étant d'abord, pour les équipes, de parvenir à répondre en temps voulu aux commandes passées la veille.

Comme la veille, la troisième journée commence par un bilan qui recense les acquis en matière d'emploi de l'informatique en ingénierie didactique; on y reportera (voir le plan de travail, pp.127-130). Au delà des interventions directes dans l'activité d'ingénierie didactique (l'en amont de la classe", "dans la classe", "hors classe"), au delà des divers scénarios didactiques examinés, il convient de souligner un usage en retour du "modèle" informatique: les idées et les pratiques de l'ingénierie didactique - qui demeurent aujourd'hui encore peu diffusées et faiblement développées - peuvent gagner beaucoup à une référence à l'état du champ, pratique et théorique, de l'ingénierie informatique du logiciel (Software ou Program engineering).

- Au cours d'un développement à la fois remarquablement rapide et profus, ses promoteurs, en effet, ont eu à identifier et à affronter une foule de problèmes de tous ordres (12), dont beaucoup trouvent sans effort leur contre-partie dans le domaine de l'ingénierie didactique,

en éclairant maintes difficultés plus ou moins pressenties, à condition toutefois que la translation d'un domaine à l'autre soit définie de manière pertinente. Ce travail de transfert anticipateur doit permettre à la recherche en matière d'enseignement d'éviter bien des pièges, notamment lorsque, par-delà les slogans faciles à lancer et les promesses difficiles à tenir, elle se pose le problème général de la place que peut y tenir l'outil informatique.

En ce qui concerne le cours, on se contentera de souligner ici qu'il constitue le terme d'une progression qui, partant d'aspects immédiatement opérationnels, exposés lors de la première journée, afin notamment d'autoriser le "décollage" de l'activité, amène alors à prendre quelque recul en cette fin de première partie du stage, et à examiner des questions plus fondamentales dont l'examen peut maintenant prendre appui sur l'expérience personnelle d'une pratique, limitée dans son volume comme dans sa thématique, mais réelle, de l'ingénierie didactique.

Pour les principaux thèmes, on se reportera au plan de travail ainsi qu'aux annexes déjà signalées; mais notons ici expressément qu'il devient alors possible, dans le cadre de ce cours, d'aborder et d'analyser avec les participants différents problèmes généraux liés à la notion de formation, aux principes du pilotage du stage, et au métier d'enseignant lui-même.

À la veille du démarrage de la seconde partie de cette université d'été, la qualité des travaux présentés par les différentes équipes en réponse aux commandes D, E et F constituait évidemment un point sensible, et un indicateur de ce que l'on pouvait espérer atteindre à partir de là.

Ces travaux montrent en fait un progrès net par rapport à ceux qu'avaient suscité les commandes A, B et C. Celles-ci apparaissent, rétrospectivement, comme ayant été (volontairement) "sacrifiées" sur l'autel de la raison didactique: elles avaient été conçues et regardées, dès le départ, comme l'occasion d'un premier essai, presque nécessairement manqué ou du moins inachevé, visant, ainsi que nous le disons plus haut, "à faire affleurer les problèmes". Le lecteur intéressé trouvera à titre d'exemples, dans les documents de ce chapitre (p.167 et suiv.), trois des dossiers présentés (chacun étant accompagné d'une brève fiche d'évaluation rédigée par les formateurs). Nous ne les commenterons pas davantage ici.

Notes du chapitre 7

1. La fonction de cette disposition est de réflexion et de capitalisation, voir la note 4 du chapitre 6.

2. Voir le plan de travail, p. 97, point 1.

3. Dans la seconde partie du stage, ils seront conservés sous le nom de "points de rendez-vous".

4. En fait, on connaît une bonne demi-douzaine de démonstrations véritablement différentes les unes des autres.

5. Nous devons les graphiques que l'on trouvera ci-après (pp. 101-104) à l'amabilité de G. Rauzy.

6. Bien entendu, un scénario plus complexe pourrait être envisagé, prévoyant par exemple des allers-retours entre l'observation du mouvement du "caillou" sur l'écran et la travail papier-crayon de l'élève.

7. Les divers exemples présentés jusqu'alors, compris les commandes A, B et C, tous à contenu mathématiques, avaient suscité quelques réactions de la part d'un ou deux des trois enseignants de physique présents. Soulignons qu'en revanche les instituteurs n'ont pas manifesté de rejet à cet égard. Il semble hypothèse que, du moins, cette observation n'infirme pas — que l'attitude sur ce point soit moins déterminée par le niveau de connaissance en mathématiques que par la position adoptée vis-à-vis des mathématiques. Pour dire les choses rapidement: les enseignants de physique se sentent comptables du sort fait à leur discipline, et, en conséquence refusent d'être "embûgades", même symboliquement, dans la troupe des professeurs de mathématiques, confusion qui mettrait en danger, fût-ce pour un temps très court, la spécificité de leur discipline (laquelle serait alors menacée d'être regardée comme sous-discipline ou discipline dérivée des mathématiques). Les instituteurs, quant à eux, quoique non "spécialistes", se sentent comptables aussi bien des mathématiques que des autres matières qu'ils ont à enseigner: ce positionnement symbolique de responsabilisation est plus fort que la crainte éventuelle de "n'être pas à la hauteur" en mathématiques. Signe de la défiance marquée par l'un au moins des enseignants de physique: il protestera d'abord contre l'"homogénéité" de la formule donnant l'"enfoncement" x comme fonction de divers paramètres, et ne l'acceptera qu'après avoir par lui-même effectué le calcul permettant de l'établir. En fait, soulignons que le problème qui fournissait son argument à la commande F avait été emprunté à un travail de recherche mené par une équipe pluridisciplinaire réunissant mathématiciens et physiciens; de semblables débats avaient

d'ailleurs agité un temps cette équipe. Rien de nouveau sous le soleil.

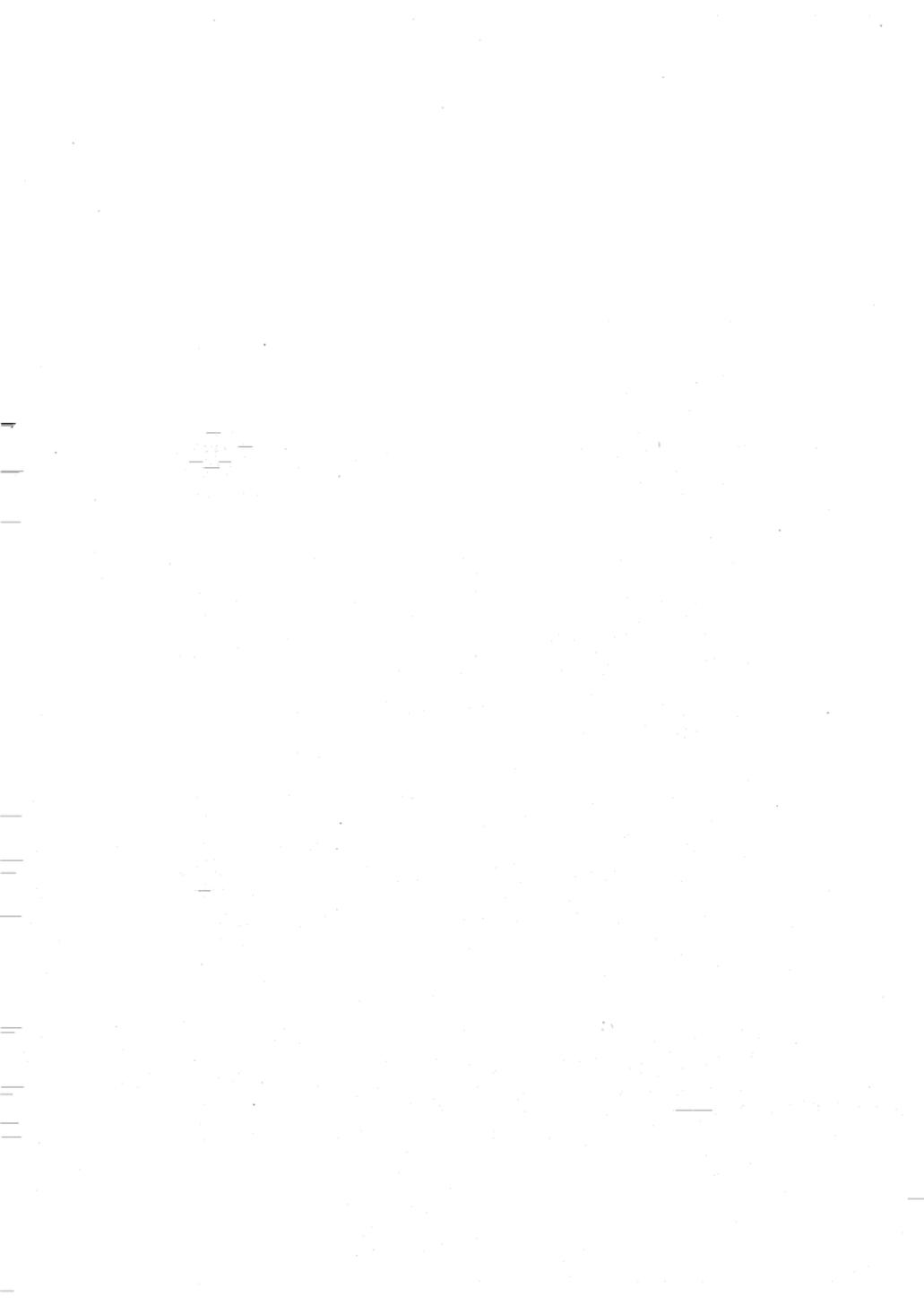
8. Voir la note précédente.

9. Réaction propre à cette catégorie, et qui ne semble pas s'être produite, en ce qui la concerne, à propos de la commande A (à contenu physique). Sur ce type de difficulté, l'équipe de formateurs disposait de l'enseignement apporté par un "incident" de même espèce survenu au cours d'un stage d'informatique précédent. (Ou certains stagiaires s'étaient laissés absorber par l'élucidation d'une question dont la maîtrise mathématique ne s'imposait pas pour effectuer le travail demandé), et de l'analyse rapidement présentée à propos d'enseignants de physique cette fois dans la note ci-dessus — ainsi que d'un certain nombre d'autres observations, toutes convergentes.

10. Tout d'abord, lors de la passation de la commande D, aux seuls membres des équipes ayant reçu cette commande, puis à l'ensemble des stagiaires, pour information.

11. Interrogés, certains des participants travaillant sur la commande F indiquent ensuite soit avoir consulté l'étude mathématique pour se donner une vue plus claire du problème, soit simplement avoir envisagé de le faire — sachant cette possibilité toujours ouverte.

12. Voir par exemple Le Gendre et al. 1977 ou Yourdon et Constantine 1979.



- Plan de travail de la deuxième journée (pp.97-100).
- Illustrations graphiques du théorème de D'Alembert (pp.103-104).
- Textes des commandes D, E et F (pp.109-110).
- Exercices et graphiques relatifs à la commande D (pp.111-120).
- Etude mathématique relative à la commande D (pp.121-126).
- Plan de travail de la troisième journée (pp.127-130).
- Annexes au cours de la troisième journée (pp.131-166).
- Réponses aux commandes D, E et F (pp.167-191).

Documents du
chapitre 7

UNIVERSITE D'ETE ~~---LIMNY---~~ JUILLET 1985.

Mardi 2 juillet

Plan de travail:

Matin
(séance plénière)

9h-10h30

1. Bilan des interventions ~~de l'~~informatique ~~en~~ingénierie
didactique rencontrées jusqu'ici:

- en amont ~~de~~ la classe: pour la préparation de cours;
plus généralement, dans le cadre d'un travail d'ingénierie
didactique: ~~modélisation~~ et simulation d'une classe de
problèmes. Exemples: commandes A et B.

- dans la classe: exploration numérique d'un phénomène
mathématique (ou physique, etc.). Modélisation et
simulation d'un type de phénomène. Exemple: commande C.

2. Questions sur ce qui a été vu et fait jusqu'ici.

3. L'analogie de l'ingénierie didactique avec l'ingénierie
informatique du logiciel ("Software engineering" ou
"Program engineering").

3.1. Le client et le programmeur. Les cellules de
programmation ("programming teams"). Le problème de la
spécification.

3.2. Le scénario social présenté comme ~~analyste~~ de la
situation actuelle. L'absence de contrats d'enseignement.
L'enseignant "assisté" et la contrainte administrative:
demandes unilatérales et absence de négociation.

3.3. Clarification et banalisation du traitement social des
phénomènes d'enseignement, réponses aux surinvestissements
et aux attentes excessives de la société par rapport à
l'école. La définition du contrat d'ingénierie force la
négociation et la définition de contrats d'enseignement.
L'ingénierie didactique comme transaction commerciale et le
problème de la demande de "recettes pédagogiques".

3.4. Didactique et pédagogie: le pédagogue comme alter ego
et frère aîné de l'enseignant; ~~renoncé~~ des principes et
l'absence de prise en charge du travail d'ingénierie

didactique (laissé à la charge de l'enseignant).

3.5. Les principes de la programmation et le travail du programmeur. La pédagogie est semblable à un bureau de soft qui se contenterait d'envoyer au client un manuel de programmation structurée (la doctrine) et proposerait, en outre, quelques cours.

4. L'objet d'intervention de l'ingénierie didactique

4.1. Les trois niveaux d'analyse du fonctionnement du système didactique comme système quasi-isolé: le milieu didactique; la séquence didactique; le système d'exploitation du milieu didactique.

4.2. Le hardware et l'organisation du milieu didactique. Oralité, écriture et technologies de l'écrit: le tableau et le tableau noir; le cahier et le polycoïté; la machine à alcool et la photocopieuse; la machine à écrire et le traitement de texte, etc. Iconographie. Moyens audiovisuels: rétroprojecteur, diapositives, films, magnétophones, magnétoscopes. Moyens de calculs: bouliers, calculettes, calculettes programmables, micro-ordinateurs (avec ou sans graphisme, avec ou sans imprimante, en réseau ou non).

4.3. Le software et la séquence didactique. La séquence didactique est l'analogue du logiciel.

4.4. Le firmware, i.e. le système d'exploitation, et le système d'exploitation des ressources du milieu didactique. Utilisation du milieu didactique. Le moyen de communication originaire à l'intérieur du système didactique: la parole (du professeur, des élèves). La diversification des voies de communication: l'image, l'écrit. La monstration comme auxiliaire de l'oral. Discours oral écrit et discours écrit oralisé (l'emploi des langages symboliques: algèbre, langages de programmation, etc.). Structure et mise en fonctionnement du milieu didactique. La disparité entre les types de systèmes d'exploitation des ressources potentielles du milieu didactique et les progrès des technologies pouvant structurer le milieu: l'exemple de la calculette; l'exemple du micro-ordinateur. Un exemple d'exploitation des ressources du milieu: le traitement de texte et la possibilité de variantes (français, analyses littéraires, etc.).

4.5. L'étude des contraintes imposées et des possibilités offertes par le milieu didactique: la mésologie didactique. Les aspects mésologiques dans l'écologie didactique du savoir. Exemple: le théorème de d'Alembert.

4.6. A Chacun des niveaux - "hard", "firm", "soft" - correspond un type d'ingénierie didactique. Leur inégal

développement. L'ingénierie du "soft" didactique suppose toujours (implicitement ou explicitement) un "hard" et un "firm" spécifiés. Le "soft" informatique est du "hard" didactique.

5. La notion de scénario didactique.

5.1. Le scénario didactique, comme spécifiant les éléments du milieu mis en œuvre et leur mode d'exploitation. La définition du scénario didactique comme élément du contrat d'enseignement et du contrat d'ingénierie.

5.2. Le mot de didacticiel. Le didacticiel correspond à un scénario didactique pauvre et unique. Logiciels d'enseignement ou logiciels didactiques et progiciels didactiques.

5.3. Premiers exemples de scénario didactique:

- Un micro-ordinateur à demeure dans la classe (éventuellement: avec son imprimante); utilisation par le professeur, à la demande des élèves, d'un logiciel spécifique utilisé dans le cadre d'une activité donnée. Exemple: commande C.

-- Un (ou des) micro-ordinateur(s), dans une salle réservée, avec une bibliothèque de logiciels proposant aux élèves, en libre service et hors classe, des problèmes d'approfondissement des notions vues en classe.

10h45-11h30

6. Trois nouvelles commandes de travaux d'ingénierie didactique: D, B et E.

- Même schéma que pour la journée du 5 en juillet, matin, points B et C;

- Les produits correspondants sont à présenter le mercredi 3 juillet, 16h30.

7. Leçons et devoirs (pourquoi pas?):

- Revoir l'annexe du plan de travail du lundi 1er juillet.

- Indiquez, sur un ou deux exemples précis, quelques-uns des effets possibles de la pénétration informatique du milieu didactique en ce qui concerne la "gestion" du savoir enseigné (contenus qui tendent à disparaître, à apparaître, etc.). Pas de lyrisme mais du réalisme (i.e. des analyses didactiques). (Pour le samedi 5 juillet, 18h).

11h30-12h

8. Recherches et analyses documentaires, présentation des documents disponibles et du travail sur ces documents.

Après-midi

14h-16h

(travail par équipes)

1. Travail des équipes sur les commandes D, E et F, chaque équipe étant assistée par un formateur qui suit leur travail.

16h15-17h

(par groupe d'équipes)

2. Les équipes travaillant sur une même commande sont réunies par le formateur qui les suit. Point et discussion sur les problèmes rencontrés, notamment du point de vue informatique.

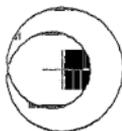
17h-18h

(séance plénière)

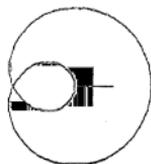
3. Débat sur les problèmes rencontrés. Renégociation éventuelle des commandes.

$$P(Z) = \frac{z^2}{z-1}$$

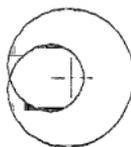
$R = 0$



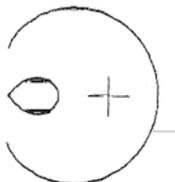
$R = -1.2$



$R = 2$



$R = 1$



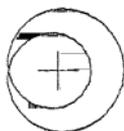
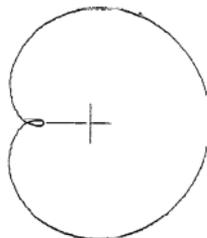
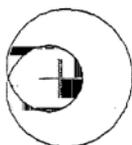
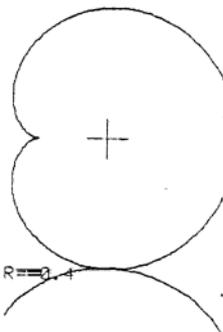
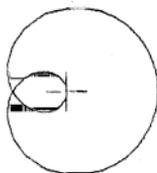
$R = -1.618033989$



$R = 0.80339887501$



$$P(Z) = 10z^2 - 10z - 1$$

 $R = 3$

 $R = 0.6$

 $R = 2$

 $R = 0.5$

 $R = 1.091607978$

 $R = 0.4$


$$P(Z) = 2 + 0Z + 4Z^2 + 0Z^3$$

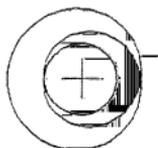
R = 13



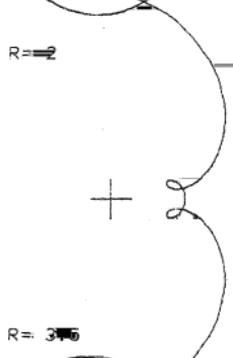
R = 5



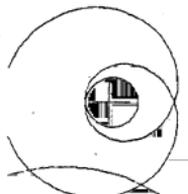
R = 10



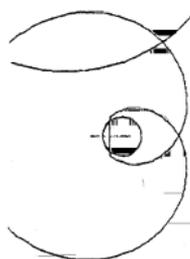
R = 2



R = 5

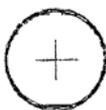


R = 3/6

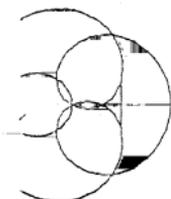


$$P(Z) = 1 - Z^4$$

$$R=3$$



$$R=1$$



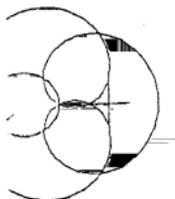
$$R=2$$



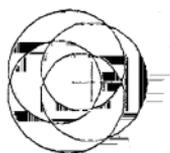
$$R=5$$



$$R=1$$



$$R=3, 5$$



COMMANDE-D:

Digne, le 2 juillet 1985

Objet: commande d'ingénierie didactique

Messieurs,

Les élèves de collège apprennent en classe de cinquième, au propos de la notion de division euclidienne, à réécrire dans l'ensemble \mathbb{N} des entiers positifs ou nuls des systèmes du type:

$$\begin{aligned} bx + y &= a \\ y &\leq b \end{aligned}$$

avec a et b entiers, b non nul.

De tels systèmes possèdent une solution unique (x, y) , x étant le quotient et y le reste dans la division euclidienne de a par b .

Je souhaite proposer à mes élèves de troisième une activité portant sur les systèmes du type:

$$\begin{aligned} bx + y &= a \\ y &\leq k \end{aligned}$$

avec a et b entiers, b non nul.

De tels systèmes n'ont en général pas de solution unique et modélisent des problèmes du genre suivant: pour transporter N oeufs, on les emballe dans des boîtes pouvant contenir toutes le même nombre d d'oeufs. Pour cela, on a besoin de n boîtes. Que peut-on dire du nombre d d'oeufs que peut contenir une boîte?

En vue de proposer une telle activité, je souhaite disposer

- d'un programme à utiliser en vue de la préparation des exercices à proposer aux élèves, programme permettant notamment

* d'obtenir, pour a et b donnés, les solutions du système $a = bx + y$, $y < x$;

* d'obtenir, pour une valeur donnée de b , toutes les

valeurs de a appartenant à un intervalle donné $(m \leq a \leq n)$, de manière que le système $a = bx + y$, $y < x$, ait exactement k solutions, pour k fixé à l'avance; et de même, pour a donné;

* d'obtenir, pour une valeur donnée de b , les valeurs de a appartenant à un intervalle donné $(m \leq a \leq n)$, de manière que le système correspondant ait parmi ses solutions au moins un couple (s, y) , s étant un nombre fixé à l'avance; et de même, pour a donné.

- d'un programme, à utiliser en classe lors de l'activité envisagée, permettant de visualiser, par rapport à un repère orthonormé et à un quadrillage par les droites $x = n$, $y = m$ (n et m entiers positifs), les solutions du système étudié.

Je vous signale que, lorsque le système étudié admet des solutions, ces solutions sont données par

$$\begin{aligned}x &= d + l, \dots, c, \\y &= a - bx,\end{aligned}$$

où e est le quotient euclidien de a par b , et d le quotient euclidien de a par $b+1$. (Il en résulte immédiatement, en particulier, que lorsque le système admet des solutions, ces solutions sont au nombre de $e-d$).

En outre, le système étudié n'a pas de solution lorsque $c < d + l$, ou encore - condition équivalente - lorsque $c < r$, où r désigne le reste dans la division euclidienne de a par b .

Assuré de la qualité de votre travail, j'espère que vous pourrez mener à bonne fin, pour le 3 juillet 1985, 16h30, la commande que j'ai le plaisir de vous présenter.

Avec mes remerciements anticipés,

Chose.

COMMANDE-E:

Embrun, le 2 Juillet 1985

Objet: commande d'ingénierie didactique

Messieurs,

Je dispose actuellement d'une petite bibliothèque de logiciels proposant aux élèves, hors classe, des problèmes d'application ou d'approfondissement des notions vues en classe. Je souhaite l'enrichir. Je songe à l'augmenter d'un problème dont j'ai trouvé l'idée dans un ouvrage de l'informaticien E. Dijkstra. Celui-ci présente en effet à ses lecteurs une petite "machine graphique" pour déterminer le PGCD de deux nombres entiers. En voici la description, extraite de l'ouvrage en question.

So let us consider a next mechanism. On the same cardboard with the grid points, the only numbers written on it are the values 1 through 100 along both axes. Furthermore the following straight lines are drawn:

1. the vertical lines (with the equation $x = \text{constant}$);
2. the horizontal lines (with the equation $y = \text{constant}$);
3. the diagonals (with the equation $x + y = \text{constant}$);
4. the "answer line" with the equation $x = y$.

In order to operate this machine, we have to follow the following instructions ("play the game with the following rules"). When we wish to find the greatest common divisor of two values X and Y , we place a pebble—also provided by the manufacturer—on the grid point with the coordinates $x = X$ and $y = Y$. As long as the pebble is not lying on the answer line, we consider the smallest equilateral rectangular triangle with its right-angle coinciding with the pebble and one sharp angle (either under or to the left of the pebble) on one of the axes. (Because the pebble is not on the answer line, this smallest triangle will have only one sharp angle on an axis.) The pebble is then moved to the grid point coinciding with the other sharp angle of the triangle. The above move is repeated as long as the pebble has not yet arrived on the answer line. When it has, the x -coordinate (or the y -coordinate) of the final pebble position is the desired answer.

Comme vous pouvez en juger, une telle description n'est guère facile à comprendre. Une présentation graphique me paraît davantage appropriée et se trouve dans cette perspective que je m'adresse à vous.

Je souhaite donc pouvoir disposer d'un logiciel montrant le trajet de "caillou" jusqu'à son arrivée sur la première bissectrice, de manière que l'élève puisse identifier l'"algorithme graphique" en question. (Il s'agira ensuite pour lui, une fois l'ordinateur éteint, de traduire cet algorithme mathématiquement et de démontrer qu'il conduit bien au PGCD des deux nombres de départ).

Assuré de la qualité de votre travail, j'espère que vous pourrez mener à bonne fin, pour le 1^{er} juillet 1985, 16h30, la commande que j'ai le plaisir de vous présenter.

Avec mes remerciements anticipés,

Machin.

COMMANDE F:

Forcalquier, le 8 Juillet 1985

Objet: commande d'ingénierie didactique

Messieurs,

Je dispose actuellement d'une petite bibliothèque de logiciels proposant aux élèves de seconde, hors classe, des problèmes d'application ou d'approfondissement des notions vues en classe. Je souhaite l'enrichir d'un programme qui doit leur permettre de travailler sur le problème suivant.

Une boîte métallique, à base carrée, flotte (dans de l'eau, de masse volumique 1 g/cm^3). Elle est définie par la donnée du côté de la base L (en cm), de la hauteur H (en cm), de la masse surfacique M (en g/cm^2).

Question 1. La base restant inchangée, on augmente la hauteur de la boîte. Y a-t-il une hauteur au-dessus de laquelle la boîte va couler?

Question 2. La base restant inchangée, on diminue la hauteur de la boîte. Y a-t-il une hauteur au-dessous de laquelle la boîte va couler?

Question 3. La hauteur demeurant inchangée, on augmente la base (en augmentant L). Y a-t-il une valeur de L au-dessus de laquelle la boîte va couler?

Question 4. La hauteur demeurant inchangée, on diminue la base (en diminuant L). Y a-t-il une valeur de L en-dessous de laquelle la boîte va couler?

Je souhaite pouvoir disposer d'un logiciel présentant ce problème aux élèves et les aidant à conjecturer des réponses aux questions posées. Le programme correspondant doit simplement, étant donnés M , L et H , positionner la boîte par rapport au niveau de l'eau. L'"enfoncement" X de la boîte dans l'eau est donné par

$$X = M(4H/L^2)$$

Assuré de la qualité de votre travail, j'espère que vous

pourrez mener à bonne fin, pour le 3 juillet 1985, 16h30,
la commande que j'ai le plaisir de vous présenter.

Avec mes remerciements anticipés,

Truc.

RESOLUTION DU-SYSTEME

A = BX + Y
 M K

AVEC:

A = 842
 B = 19

X = 43 Y = 25

X = 44 Y = 6

RESOLUTION DU-SYSTEME

A = BX + Y
 M K

AVEC:

A = 31
 B = 12

Le programme COMD1
 résout les systèmes

A = BX + Y
 M K

PAS DE SOLUTION

RESOLUTION DU-SYSTEME

A = BX + Y
 M K

AVEC:

A = 250
 B = 8

X = 28 Y = 26

X = 29 Y = 18

X = 30 Y = 10

X = 31 Y = 2

~~K =~~ 2

B = 6

M = 1
N = 51

48

~~K =~~ 3

B = 6

~~M =~~ 1
N = 51

PAS DE SOLUTION ACCEPTABLE

K = 3

B = 6

M = 120
N = 131

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

Etant donnée une valeur
de B et un entier K,
le programme COMD2
recherche les valeurs
de A situées entre M
inclus et N exclus,
telles que le système

$$A = BX + Y$$

ait exactement K solu-
tions

RESOLUTION DU SYSTEME

A = EX ~~Y~~Y ~~X~~

AVEC:

A = 18

B = 6

X = 7 Y = 6

X = 8 Y = 0

RESOLUTION DU SYSTEME

A = EX ~~Y~~Y ~~X~~

AVEC:

A = 120

B = 6

X = 18 Y = 12

X = 19 Y = 6

X = 20 Y = 0

Vérifications à l'aide
du programme CMD1
des résultats obtenus
en utilisant le pro-
gramme CMD2

RESOLUTION DU SYSTEME

A = EX ~~Y~~Y ~~X~~

AVEC:

A = 121

B = 6

X = 18 Y = 13

X = 19 Y = 7

X = 20 Y = 1

RESOLUTION DU SYSTEME

A = BX + Y

Y < K

AVEC:

A = 122

B = -6

X = -18 Y = 14

X = 19 Y = -8

X = 20 Y = 2

RESOLUTION DU SYSTEME

A = BX + Y

Y < K

AVEC:

A = 123

B = -6

X = 18 Y = -15

X = -19 Y = -9

X = 20 Y = -3

Vérifications à l'aide
du programme COMD1
des résultats obtenus
en utilisant le pro-
gramme COMD2
(suite)

RESOLUTION DU SYSTEME

A = BX + Y

Y < K

AVEC:

A = -124

B = -6

X = -18 Y = -16

X = -19 Y = -10

X = -20 Y = -4

RESOLUTION DU SYSTEME

$$A = BX + K$$

$$Y = K$$

AVEC:

$$A = 125$$

$$B = -6$$

$$X = 18 \quad Y = 17$$

$$X = 19 \quad Y = 11$$

$$X = 20 \quad Y = 5$$

RESOLUTION DU SYSTEME

$$A = BX + K$$

$$Y = K$$

AVEC:

$$A = 126$$

$$B = 6$$

$$X = 19 \quad Y = 12$$

$$X = 20 \quad Y = 6$$

$$X = 21 \quad Y = 0$$

RESOLUTION DU SYSTEME

$$A = BX + K$$

$$Y = K$$

AVEC:

$$A = 127$$

$$B = -6$$

$$X = 19 \quad Y = 13$$

$$X = 20 \quad Y = 7$$

$$X = 21 \quad Y = 1$$

Vérifications à l'aide
du programme COMD1
des résultats obtenus
en utilisant le pro-
gramme COMD2
(suite)

RESOLUTION DU SYSTEME

$$A = BX + Y$$

$$Y = X$$

AVEC:

$$A = -128$$

$$B = -6$$

$$X = -19 \quad Y = -14$$

$$X = -20 \quad Y = -8$$

$$X = 21 \quad Y = 2$$

RESOLUTION DU SYSTEME

$$A = BX + Y$$

$$Y = X$$

AVEC:

$$A = -129$$

$$B = -6$$

$$X = -19 \quad Y = 15$$

$$X = 20 \quad Y = -9$$

$$X = -21 \quad Y = -3$$

RESOLUTION DU SYSTEME

$$A = BX + Y$$

$$Y = X$$

AVEC:

$$A = -130$$

$$B = -6$$

$$X = -19 \quad Y = -16$$

$$X = -20 \quad Y = -10$$

$$X = 21 \quad Y = -4$$

Vérifications à l'aide
du programme COMO1
des résultats obtenus
en utilisant le pro-
gramme COMO2
(suite et fin)

B = -9
 M = 1
 N = 51
 S = -6

PAS DE SOLUTION ACCEPTABLE

B = 9
 M = -51
 N = -101
 S = -6

54 (1)

55 (1)

56 (1)

57 (1)

58 (1)

59 (1)

Etant donnée une valeur de B et un entier S, le programme COMD3 recherche les valeurs de A situées entre M inclus et N exclus telles que le système

$$\begin{aligned} A &= BX + Y \\ Y &= K \end{aligned}$$

ait parmi ses solutions au moins un couple (S, Y). (Le nombre de solutions figure entre parenthèses.)

RESOLUTION DU SYSTEME

A = BX + Y
 Y = K

AVEC:

A = 58
 B = -9

X = -6 Y = -4

Vérification à l'aide du programme COMD1

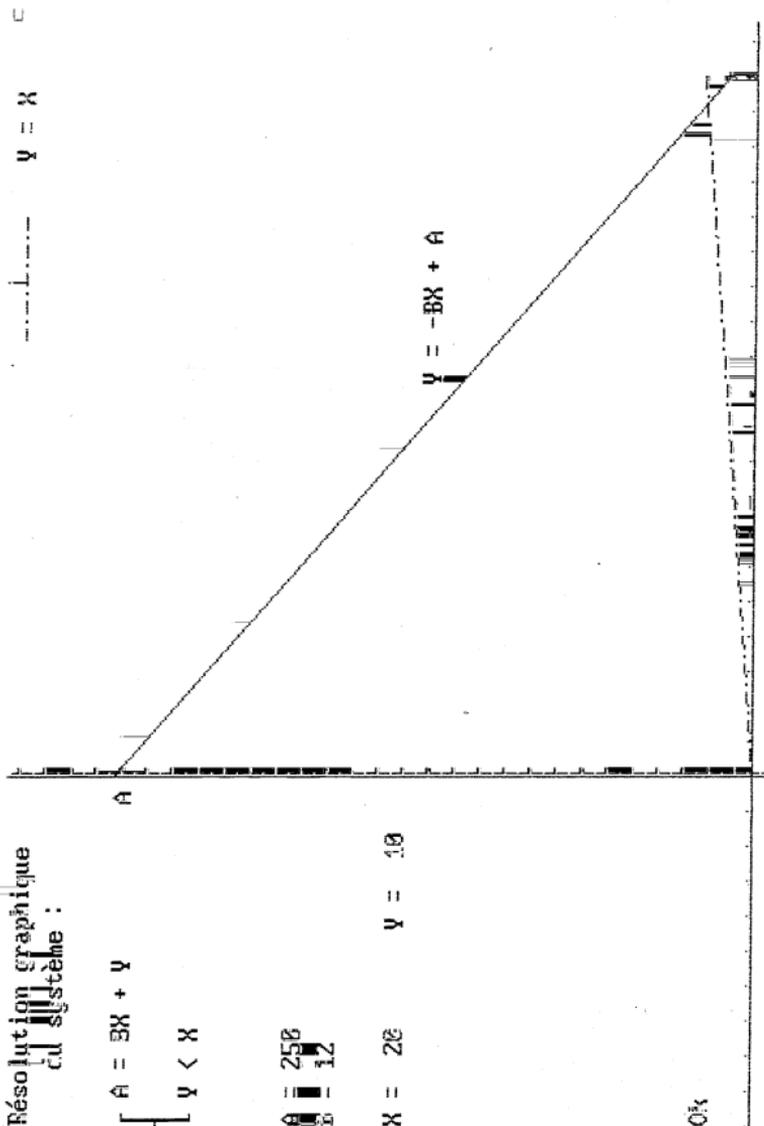
Résolution graphique
du système :

$$A = 3x + y$$

$$y < x$$

$$A = 250$$

$$x = 20 \quad y = 10$$



$$y = -3x + A$$

$$y = x$$

Résolution graphique
du système :

$$A = BX + Y$$

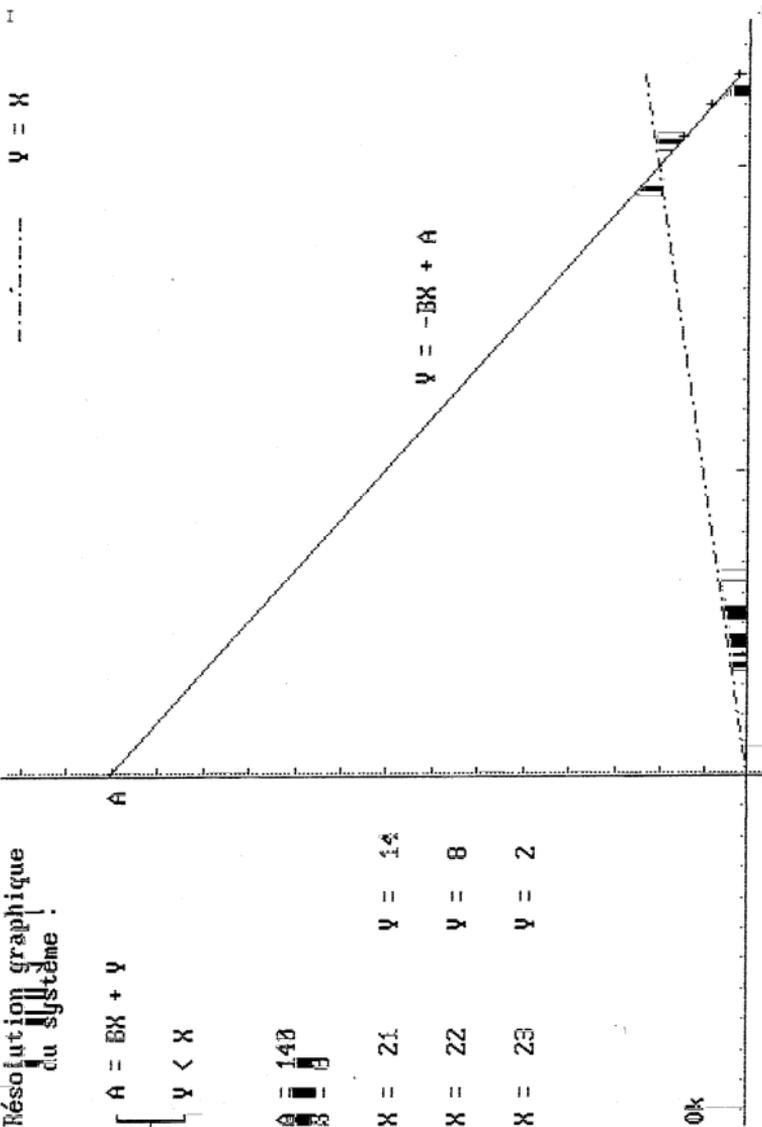
$$Y < X$$

$$A = 140$$

$$X = 21 \quad Y = 14$$

$$X = 22 \quad Y = 8$$

$$X = 23 \quad Y = 2$$



DOCUMENT N° 1

Étude du système $A = BX + Y, \forall X \in \mathbb{N}, B > 0$ dans \mathbb{N}

1. Un problème

Énoncé

"Pour transporter 842 exemplaires d'un même ouvrage, on utilise 20 caisses identiques, chacune pouvant contenir un même nombre X d'exemplaires. On suppose qu'on a rempli d'abord complètement une première caisse, puis une seconde caisse, etc. Que peut-on dire du nombre X ?"

Solution

Sur les 20 caisses utilisées, 19 sont certainement remplies. Il y a incertitude quant à la 20ème. Si elle a été remplie, le nombre total d'exemplaires rangés est égal à $20X$. On a donc: $20X = 842$. Cette équation n'a pas de solution dans \mathbb{N} (en d'autres termes, 20 ne divise pas 842). Par suite, on doit conclure que la 20ème caisse utilisée n'a pas été remplie, et qu'elle contient donc un nombre X d'exemplaires dont on peut seulement dire qu'il vérifie l'inégalité $X < X$.

On est ainsi amené à étudier le système

$$\begin{aligned} 842 &= 19X + X \\ X &< X \end{aligned}$$

qu'il s'agit de résoudre dans \mathbb{N} .

On verra plus loin que ce système possède deux solutions:

$$\begin{aligned} X &= 43, & Y &= 25 \\ X &= 44, & Y &= 6. \end{aligned}$$

On peut donc conclure que (et seulement que) le nombre d'exemplaires qui peut contenir une caisse est égal à 43 ou à 44.

Remarque: si l'énoncé précisait que les caisses sont remplies comme sur la figure 1, l'indétermination pourrait être levée: le nombre X , étant pair, ne peut être égal qu'à 44.

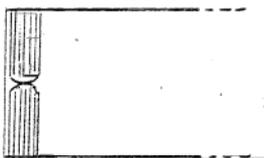


fig.1

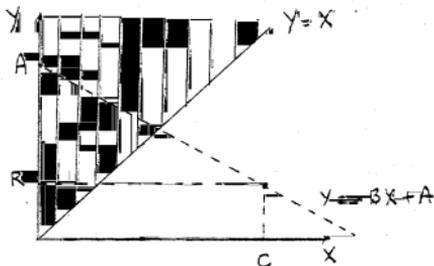


fig.2

2. Etude du système $A = BX + Y$, $Y < X$ ($B > 0$)

Graphiquement, l'étude du système proposé revient à déterminer les points à coordonnées entières de la droite d'équation $Y = -BX + A$ qui sont situés dans le demi-quadrant non hachuré.

Le premier résultat que nous établissons est que le point (X, Y) situé "le plus bas" sur cette droite n'est autre que le point (Q, R) , où Q est le quotient et R le reste de la division euclidienne de A par B .

Proposition 1

Soit (X, Y) une solution de l'équation $A = BX + Y$.
On a : $0 \leq Y < B$ et $0 \leq R < B$, avec $A = BQ + R$, $R < B$.

Démonstration:

Supposons qu'on ait $X \in \mathbb{C}$. On peut écrire $X = QU + V$, avec $0 \leq V < U$ où $Y = A - BX = A - B(QU + V) = A - BC - BU = R - BU$. Comme $R < B$ et $0 \leq V < U$, il vient $Y < 0$. Contradiction. On a donc $X \in \mathbb{N}$.
C. De là $Y = A - BX \in \mathbb{N}$ et $Y < B$, soit $Y = R$, comme annoncé.

Remarque 1:

Cette proposition correspond à l'idée de l'algorithme de division euclidienne par soustractions successives. Pour A et B donnés, on part de $K=0$ et $Y=A$, à chaque étape, on soustrait B , K augmente d'une unité, Y diminue de B , on s'arrête quand $Y < B$, i.e. quand la soustraction n'est plus possible dans \mathbb{N} .

Remarque 2:

La solution (Q, R) de l'équation $A = BX + Y$ n'est pas nécessairement solution du système $A = BX + Y$, $Y < X$. Par exemple, l'équation $31 = 12X + Y$ admet pour solution $X=2$, $Y=7$ (quotient et reste de la division euclidienne de 31 par 12), mais ce couple n'est pas solution du système $31 = 12X + Y$, $Y < X$. Lorsqu'il en est ainsi, il est clair, graphiquement, que le système n'a pas de solution puisque le point "le plus bas", (Q, R) , est situé dans le demi-quadrant hachuré.

Corollaire

Si (X, Y) est une solution du système $A = BX + Y$, $Y < X$, alors on a : $X \in \mathbb{C}$, où Q est le quotient euclidien de A par B .

Commentaire:

Les solutions (X, Y) du système étudié appartiennent à l'ensemble (fini) des couples (X, Y) , $X \in \mathbb{C}$. On va maintenant déterminer le minimum de X , c'est-à-dire

déterminer le point "le plus haut" (correspondant à une solution du système) sur la droite $Y = -BX + A$.

Proposition 2

Si (X, Y) est une solution du système $A = BX + Y$, $Y \in K$, alors on a: $X \geq D+1$, où D est le quotient euclidien de A par $B+1$.

Démonstration:

Si (X, Y) vérifie $A = BX + Y$ et $Y \in K$, on a: $Y = A - BX \in K$; d'où $A \in (B+1)X$. Soient D et R' le quotient et le reste de la division euclidienne de A par $B+1$. On a: $A = (B+1)D + R'$, $R' < B+1$. L'inégalité $A \in (B+1)X$ peut être alors réécrite sous la forme: $(B+1)D + R' \in (B+1)X$. Il en résulte: $X \geq D + R'/B+1$. Comme $R' < B+1$, cette inégalité équivaut encore à $X \geq D+1$, comme annoncé.

Commentaire:

Pour que le couple $(X, A - BX)$ soit solution du système étudié, il est nécessaire que l'on ait à la fois $X \geq D+1$ et $X \in C$. On va voir que cette condition est, en fait, suffisante.

Proposition 3

Si X vérifie les inégalités $X \geq D+1$ et $X \in C$, alors le couple $(X, A - BX)$ est solution du système $A = BX + Y$, $Y \in K$.

Démonstration:

La condition $X \in C$ assure que $X = A - BX$ est positif. En fait: $A - BX \geq A - BC = R$, i.e. $Y \geq R \geq 0$. La condition $X \geq D+1$ entraîne que $(B+1)X \geq A$. On a en effet: $X \geq D+1 \Rightarrow D+1 \leq X \Rightarrow (B+1)D + R' \leq (B+1)X \Rightarrow A \leq (B+1)X$. Il en résulte que $X \geq A - BX$, soit $Y \in K$.

Corollaire 1

Le système $A = BX + Y$, $Y \in K$ a pour ensemble de solutions l'ensemble des couples $(X, A - BX)$, avec $X \geq D+1$ et $X \in C$.

Corollaire 2

Le système $A = BX + Y$, $Y \in K$, n'a pas de solution si et seulement si $D < D+1$.

Corollaire 3

Si $C \geq D+1$, le système $A = BX + Y$, $Y \in K$, a exactement $K - C = D$ solutions, soit les couples $(X, A - BX)$ tels que $D+1 \leq X \leq C$.

Remarque 1:

On peut revenir au système B_4 $-19X+Y, Y=K$. On a ici: $C=4, R=6$ et $D=2$, il y a donc $C-D=2$ solutions, à savoir $X=43$ et $Y=25, X=44$ et $Y=6$. En revanche, le système 3 $-12X+Y, Y=K$, n'a pas de solution. On a en effet: $C=2, R=7, D=2$; par suite, $C \leq D$ et $R \neq 7$.

Remarque 2:

L'étude graphique du système $A = -BX+Y, Y=K$, montre que le système n'a pas de solution si et seulement si $C \leq R$: le point "le plus bas" est alors situé dans la zone hachurée (qui inclut la demi-droite $Y = -X, X \geq 0$). Ce qui se produit pour le système 3 $-12X+Y, Y=K$, pour lequel $C=2$ et $R=7$.

Remarque 3:

On peut démontrer directement l'équivalence: $0 \leq R \iff C \leq D+1$ (qui résulte de la remarque précédente et du corollaire 2 ci-dessus), on a d'abord $R \leq C \iff BC+R \geq BC+0 \iff A \geq (B+1)C \iff (B+1)D+R \geq (B+1)C$. Puisque $R \leq C$, il vient: $(B+1)C \leq (B+1)D \iff (B+1)(D+1) \geq (B+1)D+R$. Inversement, si $C \leq D+1$, on a $C \leq D$ et donc: $A = (B+1)D+R \geq (B+1)C+R \geq BC+R$, comme $A = BC+R$, on a encore: $BC+R \geq BC+(C+R) \iff D \geq C+R \geq C$, soit $0 \leq R$, qqfd.

Remarque 4:

Si le système n'a qu'une solution, cette solution est nécessairement le couple $(0, R)$. On a en effet: $X=D+1, C$, d'où $A=BC=R$.

Remarque 5:

Pour B et K donnés, il existe toujours au moins une valeur de A telle que le système correspondant ait exactement K solutions. En prenant en effet $A=B(B+1)K$, on a $C=(B+1)K, D=BK$; le nombre de solutions est égal à $C-D=K$, comme annoncé.

Remarque 6:

Il est possible d'obtenir un autre paramétrage, assez naturellement établi, de l'ensemble des solutions. Ce que précise la proposition suivante.

Proposition 4

Les solutions du système $A = BX+Y, Y \leq K$, sont données par:

$$\begin{aligned} X &= C-Z \\ Y &= BZ+R \end{aligned}$$

pour Z entier tel que $0 \leq Z < B$ et $0 \leq (C-R)/(B+1)$

Démonstration:

On effectue la division euclidienne de C par B : $C = BZ + T$,
 $0 \leq T < B$. On a alors $A = BX + Y = BX + BZ + T$, $T < B$, soit $A = B(X+Z) + T$, $0 \leq T < B$, il en résulte aussitôt:

$$\begin{aligned} X+Z &= C, \\ T &= R. \end{aligned}$$

De là: $X = C - Z$
 $Y = BZ + R$

La condition $X \geq 0$ entraîne d'abord $Z \leq C$. La condition $Y \leq X$ équivaut à $Z \leq (C-R)/(B+1)$, et on peut donc ignorer la condition $Z \leq C$ (puisque $C > (C-R)/(B+1)$).

Remarque 1:

On retrouve ainsi que le système n'a de solution que si $C \geq R$.

Remarque 2:

En faisant varier Z de 0 au plus grand entier strictement inférieur à $(C-R)/(B+1)$, on obtient, à l'aide de ce paramétrage, les points (X, Y) solutions à partir du point "le plus bas" (C, R) , et en "remontant" la droite $Y = -BX + A$.

UNIVERSITE D'ETE - LUMINY - JUILLET 1985

Mercredi 3 juillet

Plan de travail:

Matin

9h-10h45

(séance plénière)

1. Bilan des interventions de l'informatique en ingénierie didactique rencontrées jusqu'ici:

- l'ingénierie informatique comme source d'analogies pour la présentation et l'analyse de l'ingénierie didactique.

- en amont de la classe pour la préparation de cours; plus généralement, dans le cadre d'un travail d'ingénierie didactique: modélisation et simulation d'une classe de problèmes. Exemples: commandes A, B et D.

- dans la classe:

* exploration numérique d'un phénomène mathématique (ou physique, etc.). Modélisation et simulation d'un type de phénomène. Exemple: commande C.

* exploration ou illustration graphique d'un phénomène mathématique (ou physique, etc.). Modélisation et simulation d'un type de phénomène. Exemple: commande D.

- hors classe, pour l'approfondissement de notions vues en classe:

* pour la dévolution du problème à l'élève. Exemple: commande E.

* pour la dévolution et l'aide à la résolution. Exemple: commande F.

2. Questions sur ce qui a été vu et fait jusqu'ici.

3. Le sujet de la didactique.

3.1. Le mot de didactique: Didactique et pédagogie.

3.2. Le système didactique et ses sous-systèmes: Savoir, Professeur, Elèves. La formation des systèmes didactiques: genèse historique, genèse annuelle, contrat didactique.

3.3. L'environnement du système didactique: le milieu didactique, le système d'enseignement, la noosphère, la société (les parents, les mathématiciens, les autres spécialistes - les informaticiens par exemple).

3.4. L'autonomie relative du système didactique: négliger ce qui est négligeable.

3.5. L'objet de la didactique: le système didactique, sa structure, son fonctionnement.

3.6. Un obstacle épistémologique: y a-t-il des lois didactiques (comme il y a des lois de la nature, etc.) ? Y a-t-il un déterminisme didactique ? L'archaïsme épistémologique des conceptions spontanées à propos du système d'enseignement et des systèmes didactiques.

3.7. La didactique des mathématiques, champ spécifique lié à un objet d'étude spécifique irréductible aux champs antérieurement constitués (postulat "métathéorique" qui oppose à la psychopédagogie par exemple). Théorie didactique et espace de théorisation (psychologie, sociologie, éthologie, théorie des systèmes, informatique, I.A., etc.). Le problème des emprunts aux divers champs scientifiques et la liberté du chercheur dans son domaine; un exemple: la position du chercheur en didactique des mathématiques par rapport à l'informatique comme outil et comme science.

3.8. La compatibilité du fonctionnement du système didactique avec son environnement: obsolescence, innovations et transpositions didactiques.

3.9. Un premier exemple d'analyse didactique: l'intérêt des enseignants pour l'informatique; l'attitude différentielle des enseignants de l'école, du collège, du lycée.

3.10. Un second exemple d'analyse didactique: la calculéte dans l'enseignement des mathématiques: un faux-départ.

4. Conséquences pour la formation.

4.1. La formation comme intervention sur un sous-système spécifique des systèmes didactiques ayant ses lois spécifiques: la professeur. Possibilité d'une théorie et d'une technologie de la formation.

4.2. La réduction des contenus de la formation aux contenus à enseigner. Un exemple: l'alphabétisation informatique, et après? La signification de cette université d'été: voir

l'annexe 3 (ci-après).

5. Vers une redéfinition du métier d'enseignant.

5.1. Les difficultés actuelles du scénario social proposé. Le professeur comme petit producteur indépendant de savoir et de phénomènes didactiques. La "serendipity". L'absence de contrats d'enseignement.

5.2. Un phénomène historique imprévisible: le changement des investissements de l'enseignant et de la représentation qu'il a de son métier. L'exemple de la Commedia dell'Arte.

6. Un scénario social plus réaliste: voir l'annexe 2.

7. RETOUR à l'ingénierie didactique.

7.1. Le zéro et l'infini: l'initiation à la recherche. Voir l'annexe 8.

7.2. L'enseignement "traditionnel". Ses conditions de pertinence et d'efficacité: "Je crois qu'il ne sortira jamais rien de votre fils car, malgré mes prières, il ne veut pas travailler plus de quatorze heures par jour."

7.3. Entre le zéro et l'infini: l'"autonomie". Le mot de milieu comme inducteur de conceptions didactiques: la métaphore du bon jardinier. De Piaget à Papert: voir l'annexe 4.

7.4. Vers une prise en charge plus engagée des conditions de possibilité de l'apprentissage. La notion de situation didactique. Voir l'annexe 5.

7.5. Les propriétés d'une situation didactique: revoir l'annexe du plan de travail du lundi en juillet.

7.6. La notion de séquence didactique (et de suite de séquences didactiques):

- pour la classe;
- pour une activité hors-classe.

8. Les produits de l'ingénierie didactique et la dialectique de la dépersonnalisation et de la repersonnalisation.

11h-12h
(par équipes)

9. Gestion autonome, par chaque équipe, de son temps: poursuite de la recherche documentaire en vue de la

détermination du thème du projet et/ou continuation du travail sur les commandes D, E et F. (Une différenciation des tâches peut être souhaitable au sein de chaque équipe).

10. ~~Reçons et étudier les annexes D, E et F.~~

Après-midi

14h-16h30

(travail par équipes)

~~1. Suite et fin du travail sur les commandes D, E et F.~~

16h45-18h

2. ~~Présentation des produits conçus et réalisés par les différentes équipes. Même schéma que pour le lundi 1er juillet, après-midi, point 2.~~

ANNEXE I

Le texte qui suit est extrait du numéro 2 mars-avril 1985 de la Lettre de L'IREM.

L'INFORMATIQUE A L'IREM

L'alphabétisation, et après ?

La diffusion sociale de l'informatique -- ce qu'on a pu appeler l'informatisation de la société -- est actuellement conduite d'une manière très volontaire, par le moyen de la formation notamment. (Dans un rapport récent, le Commissariat général du Plan soulignait à cet égard que la formation ne doit plus être considérée comme une dépense sociale, mais bien comme un investissement). Le plan Informatique pour tous, en particulier, a déjà touché, au cours des seules vacances de Pâques, près de 12 000 enseignants (dont un millier environ dans l'Académie d'Aix-Marseille).

Cette "alphabétisation" informatique, nécessaire et sans doute d'extension rapide, a entre autres mérites celui de poser désormais nettement, et de manière pressante, la question essentielle, à laquelle il faudra apporter très vite des réponses pertinentes: l'informatique, mais pour quoi faire?

Il est clair en effet que la réussite sociale de l'informatique ne sera acquise que lorsque les différents acteurs du jeu social auront su s'en approprier les potentialités, en leur donnant des formes concrètes et diversifiées répondant à leurs besoins spécifiques.

Or il est tout aussi clair que, selon les pratiques et selon les métiers -- selon que l'on est secrétaire, pharmacien, enseignant -- cette appropriation est inégalement facile. Le traitement de texte remplace sans grande difficulté -- et sans grande exigence de créativité -- la machine à écrire. Il n'en va pas de même -- ou bien alors la chose n'est pas évidente -- en ce qui concerne l'acte d'enseignement. Que feront demain, dans leur classe, l'historien, l'angliciste, le mathématicien, avec le micro-ordinateur (ou l'ordinateur de poche, ou le nanoréseau, etc.)? Telle est la question.

Pourquoi l'informatique à l'IREM ?

La réponse ne va pas de soi. D'autant qu'il n'y a pas de réponse unique. Chaque type d'activité spécifique appelle un examen spécifique de la question posée. Et conduit à envisager une pluralité de réponses. Cela est vrai dans l'enseignement des mathématiques comme ailleurs et, pour des raisons intrinsèques, plus qu'ailleurs.

Le degré zéro de l'informatisation de l'acte d'enseignement, c'est le "didacticiel" passe-partout, utilisé selon un scénario didactique qui rejoint l'ancienne relation de préceptorat - un préceptorat temporaire et intermittent confié à l'ordinateur.

Si l'on veut aller plus loin, le problème central à résoudre est alors celui de l'intégration, ou plus exactement des divers modes d'intégration possibles de l'outil informatique dans la classe.

La solution peut être recherchée dans la définition et la mise au point de scénarios didactiques différenciés. Par exemple, l'enseignant dispose à demeure, dans la classe, d'un micro-ordinateur (avec imprimante, etc.) et de logiciels - qu'il a pu élaborer lui-même ou non - adaptés à l'enseignement qu'il envisage de donner et dont l'emploi est intégré à cet enseignement: scénario retenu par l'une des équipes du groupe "Collèges" de l'IRFM. Ou bien encore, chaque élève est muni d'un ordinateur de poche - scénario illustré par L. Solomon dans un article du numéro d'avril 1985 du Bulletin de l'APM (pp. 211-229).

D'autres scénarios sont bien sûr possibles. Toute réorganisation du "milieu didactique" - par exemple la mise en place de réseaux - en suggère de nouveaux. Le domaine à explorer est immense.

Notons ici - la chose est évidente, mais il vaut mieux l'explicitier - que les emplois du micro-ordinateur dans la classe ne sont nullement exclusifs de ses emplois dans les "entours" de la classe: à titre de scénario complémentaire, on pourra par exemple retenir l'idée d'un accès des élèves à une bibliothèque de programmes en libre-service, comportant, pour un thème mathématique enseigné en classe, des activités de soutien d'une part, des activités d'approfondissement d'autre part. A cette diversité des scénarios didactiques envisageables doit correspondre, bien entendu, une pluralité de styles de conduite, par l'enseignant, du travail des élèves - ce qui réintroduit le problème de la formation.

La notion de scénario didactique intégrant l'outil informatique permet d'avancer dans l'analyse du problème posé. Elle ne permet pas de le résoudre, mais elle permet déjà d'identifier de nouveaux problèmes didactiques.

Il est ainsi clair que tel ou tel type de scénario permettra que soit posé dans la classe tel ou tel type de question, et en écartera d'autres; qu'apparaisse telle ou telle notion mathématique, tandis que d'autres tendront à disparaître. Le "matériel" informatique n'est pas inerte: on ne traite pas les mêmes contenus, on n'accorde pas de la même façon des contenus semblables, selon que l'on travaille avec papier et crayon seulement ou avec, en plus, un ordinateur de poche ou un micro-ordinateur, avec ou sans imprimante, etc.

En s'initiant à la programmation, les professeurs de collèges, qui enseignent le calcul du PGCD par la décomposition primaire, redécouvrent l'algorithme d'Euclide (algorithme autrefois traditionnel mais qui n'existait plus

au collège depuis des années) et découvrent le cas échéant l'algorithme "de Nicomaque de Gêrèse". Ce qui se passe en en amont de la classe - dans la formation de l'enseignant - s'il retrouvera, peut-être, demain (et s'y trouve déjà là où l'on initie les élèves à la programmation à propos de notions mathématiques élémentaires). De semblable façon, les moyens de l'infographie (...) permettront de traiter autrement la géométrie du plan ou de l'espace.

La transformation du "milieu didactique" par l'introduction de l'ordinateur peut changer non seulement les modes d'enseignement, mais encore les mathématiques enseignées elles-mêmes; et changer non seulement leur contenu, mais encore la conception que nous nous en faisons - par exemple en provoquant le passage au point de vue algorithmique (voir, infra, les Notes de lecture).

Les modifications prévisibles ne s'arrêtent pas là. On a envisagé ici - bien rapidement - quelques-unes de celles que pouvait apporter l'outil informatique ou, plus exactement, l'informatique-outil. Mais les conceptions actuelles des mathématiques et de leur enseignement peuvent être modifiées aussi par des concepts empruntés à l'informatique comme science (comme corps de connaissances et de pratiques théoriques). C'est ainsi que l'idée de programmation structurée a pu être reprise par certains chercheurs pour tenter d'apporter une meilleure réponse au problème de l'apprentissage de la démonstration: à la démonstration linéaire traditionnelle dans laquelle les choix pertinents à faire sont souvent parachutés sans que les motifs - ou les mobiles - de ces choix apparaissent clairement, tend à se substituer l'idée d'une démonstration structurée, permettant déjà une lisibilité et une compréhension accrues (voir ainsi l'article de M. Friske, Teaching Proofs: A Lesson from Software Engineering, dans le numéro de février 1989 de l'A.M.M., pp.142-144).

Pourquoi l'informatique à l'IREM? La réponse découle à l'évidence des notations précédentes: "informatisation" - quel que soit le sens donné à ce mot - de l'enseignement des mathématiques ne peut être impulsée, prise en charge, contrôlée et menée à bien que par la communauté mathématique elle-même - par les mathématiciens, les enseignants de mathématiques, les didacticiens des mathématiques. Personne ne pourra le faire à leur place. En prélude à un colloque qui se tiendra sous peu, la Commission Internationale pour l'enseignement des mathématiques (C.I.E.M.) a diffusé en 1984 un questionnaire propre à lancer le débat (L'enseignement-mathématique, tome 30, pp.159-172). Les temps changent...

Le temps des "généralistes"-formateurs en informatique, certes, n'est pas clos. Mais les compétences "générales" atteignent vite leurs limites dès lors qu'on en vient au niveau proprement didactique, c'est-à-dire lorsque l'enseignement de contenus de savoir précis est en jeu. Or c'est là que la bataille se gagnera, ou sera perdue.

NOTES DE LECTURE

Stephen B. Maurer, Two Meanings of Algorithmic Mathematics, The Mathematics Teacher, septembre 1984, pp. 430-435.

L'auteur observe que l'expression "mathématiques algorithmiques" est en fait utilisée en deux sens qu'il convient de distinguer: un sens "traditionnel", un sens "contemporain". Il s'attache à en faire apparaître les différences. Prenant pour exemple le schéma de Horner pour le calcul des valeurs d'un polynôme, il écrit: "Selon le point de vue traditionnel, apprendre à utiliser la méthode de Horner, c'est faire des mathématiques algorithmiques." L'algorithme de Horner est présenté à l'étudiant sur quelques exemples, à partir desquels il devra parvenir à maîtriser l'exécution de l'algorithme. La "preuve de l'algorithme" apparaît comme un problème entièrement séparé de celui de sa mise en œuvre et, lorsqu'il est traité, il est résolu par des méthodes de démonstration qui ne reflètent pas le fonctionnement de l'algorithme. Ces remarques valent évidemment pour la partie "algorithmique" de tout enseignement traditionnel. (Combien d'enseignants de mathématiques - sans parler des instituteurs, dont c'est la tâche de l'enseigner - pourraient donner une preuve de la "technique de division par exemple?"). Le point de vue algorithmique "contemporain" est tout autre. Tout d'abord, il impose et permet - de définir de manière précise l'algorithme étudié, en utilisant le "langage algorithmique". Dans l'approche traditionnelle, au contraire, une définition complète est presque toujours pratiquement impossible: il restera toujours quelque part les fameux trois petits points "...". Qu'est-ce que le langage algorithmique? A un niveau élémentaire, n'importe quel langage "du genre langage de programmation" (computerlike) fera l'affaire - par exemple un pidgin du BASIC. Etant donné un polynôme $f(X) = a_n X^n + \dots + a_1 X + a_0$, dont on veut calculer la valeur $f(a)$, on pourra ainsi formuler l'algorithme de Horner de la façon suivante:

Input: c_0, \dots, c_{n-1}, a

Output: $f(a)$

```

10 Let  $v_0 = c_0$ 
20 For  $k = 1$  to  $n$ 
30   Let  $v_k = av_{k-1} + c_{n-k}$ 
40 Next  $k$ 

```

Une preuve de l'algorithme - qui montrera que l'algorithme "marche" - peut alors être donnée en observant comment il "marche": le moyen technique est ici la mise en évidence d'un "invariant de boucle" (loop invariant) - en l'espèce l'égalité $v_k = \sum_{i=0}^{k-1} c_{n-i} a^{k-i}$ - c'est-à-dire d'une relation constamment vérifiée à chaque sortie de boucle. Lorsque l'algorithme s'arrête la condition d'arrêt est ici $k = n$,

on a $v = -f(a)$. L'informatique éclaire ainsi un point aveugle des mathématiques traditionnelles, en offrant au mathématicien (et à l'enseignant de mathématiques) de nouveaux moyens d'expression, de nouveaux objets mathématiques, à bien des égards plus performants, et dont il sera désormais difficile de se passer. Un article d'ambition limitée, mais clair et bien illustré. (L'auteur développe ensuite un second exemple, celui de la méthode du pivot de Gauss, après avoir abordé la question de la complexité de calcul à propos du schéma de Horner: le calcul "traditionnel" utilise n additions et $n(n+1)/2$ multiplications; l'algorithme de Horner, n additions et n multiplications seulement - le gain devenant non négligeable quand n devient grand, comme dans certaines méthodes de codage où apparaissent des polynômes de degré n supérieur à plusieurs centaines).

Donald E. Knuth, Algorithmic Thinking and Mathematical Thinking, The American Mathematical Monthly, mars 1985, pp.170-181.

L'auteur est professeur de Computer Science à Stanford University; il est surtout, pour de très nombreux lecteurs, l'auteur d'un ouvrage de référence, The Art of Computer Programming (en français: Leçon!). Il mène ici une quête existentielle: qui est-il, et où se situe-t-il entre mathématiques et "Computer Science" (ou "Informatik", "informatique", "Kibernetika", etc.)? Plus concrètement: quel est la place réelle de la notion d'algorithme en mathématiques? Plus subtilement: la plupart des mathématiciens ont-ils un processus de pensée essentiellement différent de celui de la plupart des informaticiens? Cette dernière interrogation - un peu métaphysique sous cette forme - remonte à ses années d'études où, déjà, il a deux casquettes: son "CS hat" quand il programme, son "math hat" quand il suit ses cours de mathématiques). Pour Knuth, l'informatique est l'étude des algorithmes, et il préférerait donc parler tout simplement d'algorithmique, selon le mot forgé il y a plus de vingt ans par J.F. Traub. Au point de départ de son enquête personnelle (qui le conduit à visiter, à l'occasion d'un symposium tenu à Urgench, en Ouzbékistan, la région natale d'Al-Khwarizmi), il y a une certitude - seuls 2% des gens pensent spontanément "en termes d'algorithmes" (Algorithmically) - autrement dit sont des informaticiens-nés. Et une irritation, celle de ne pouvoir mieux distinguer entre mathématiques et algorithmique. Parfois, écrit-il, "je me convaincs presque que la pensée algorithmique est tout à fait semblable à la pensée mathématique, à ceci près qu'elle se concentre sur des questions plus "difficiles". A d'autres moments, j'ai l'impression opposée, que les algorithmes ne touchent que les parties les plus "simples" des mathématiques..." D'où une petite recherche, qui mène à examiner - avec une

"Figureur" scientifique non dénuée d'humour -- la page 100 d'un certain nombre d'ouvrages, y compris "Leuqnüt" (qu'il ne trouve pas, en cet endroit, particulièrement algorithmique). Exercice de style qu'on ne peut résumer. Se dégagent neuf catégories de raisonnement, qui ne départagent guère les deux protagonistes... Lesquels paraissent pourtant diverger sur quelques points essentiels. Ainsi, l'algorithmique semble n'avoir rien à faire avec les espaces de dimension infinie - omniprésents en mathématiques. Et, surtout, les mathématiques ignorent deux notions fondamentales pour l'algorithmicien. Celle de coût d'abord: un des auteurs examinés, constructiviste résolu qui se rapproche beaucoup du point de vue algorithmique, donne une démonstration du théorème d'approximation polynomiale des fonctions continues (sur un compact) dans laquelle "il y a toute chance que l'on se retrouve avec une approximation polynomiale de degré, disons, 10^6 , alors qu'un polynôme convenable de degré 6 aurait pu être trouvé à l'aide d'une procédure plus efficace." Seconde notion manquante: l'assignment operation (en français, l'affectation), le célèbre ":", dont l'absence manifeste, plus largement, l'absence en mathématiques de "la notion dynamique d'état d'un processus" - laquelle est une conquête non évidente de l'informatique, puisqu'elle ne figurait pas dans l'arsenal conceptuel des pères fondateurs, de John von Neumann en particulier.

ANNEXE 2

Le texte qui suit a été élaboré dans le cadre d'une réflexion entamée par les IREM dans la perspective d'une renégociation de leur place et de leurs moyens, sur le rôle de la recherche dans la gestion du système d'enseignement des mathématiques (Y. Chevallard, juin 1985).

RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT DANS LES IREM

Aspects institutionnels et scientifiques
de l'organisation contractuelle
des recherches sur l'enseignement des mathématiques

1. Les principes fondamentaux

1.1. Tout contrat suppose deux contractants. En l'espèce, le ministère de l'éducation nationale d'une part, les IREM d'autre part.

1.2. Cela exige aussi une représentation de chacune des parties. Pour les IREM, l'ADIREM et son président. Pour le ministère, une telle structure n'existe pas formellement aujourd'hui.

1.3. En outre, chacune des instances de représentation, pour être effectivement représentative, doit correspondre à un potentiel d'action capable de donner forme concrète aux engagements pris par voie de contrat.

1.4. En ce qui concerne les IREM, ce potentiel est constitué en premier lieu par les équipes de recherche qui s'y sont formées.

1.5. La formation d'une équipe de recherche exige du temps: temps de formation des chercheurs qui la composent, temps de formation et d'opérationnalisation" de l'équipe elle-même. Ces équipes doivent donc avoir une existence "permanente" (c'est-à-dire doivent être à durée de vie suffisamment longue) pour qu'existe, du côté des IREM, un potentiel scientifique et technique adéquat, qui puisse être engagé par voie contractuelle.

1.6. La même pérennité doit exister du côté de l'instance de décision politique. De la même façon que la création d'équipes de recherche ne peut être suscitée dans l'instant, dans l'ambition illusoire de répondre à des

besoins non anticipés et purement conjoncturels, un contrat ne peut être valablement passé lorsque manquent : pérennité, continuité, connaissance et suivi du dossier, quel que soit le contractant.

1.7. On notera le caractère circulaire de tout contrat : chacun des contractants ne peut s'engager qu'en fonction de l'engagement de l'autre. Pour que les IREM puissent s'engager honnêtement vis-à-vis de l'autre partie contractante, il convient qu'ils disposent du potentiel de recherche nécessaire ; pour cela, ils doivent disposer des moyens appropriés — en argent, mais aussi en personnes, et en temps de formation de ces personnes et des équipes de recherche qu'elles doivent constituer.

1.8. On notera enfin le caractère inégalitaire du contrat visé. Les IREM ne peuvent matériellement entrer dans ce contrat que si l'autre contractant a la volonté qu'il en soit ainsi de lui — en effet dépend que les IREM puissent disposer du potentiel qu'ils engageront par contrat. A cette capacité matérielle et scientifique, aucune "bonne volonté" ne saurait se substituer adéquatement (à moins de charlatanisme). En revanche, le fait que le ministère puisse s'engager, de son côté, ne dépend nullement des IREM : les flux de moyens ne vont que dans un sens.

2. Les objectifs visés

2.1. On admet que les deux parties contractantes souhaitent œuvrer pour l'amélioration de l'enseignement des mathématiques. Le sens qu'il convient de donner au mot "amélioration" est à définir par le moyen du contrat à passer et par les réalisations effectives qui en découleront. Il est au cœur de la négociation du contrat.

2.2. Dans cette perspective partagée, on admet que ce qui intéresse le ministère est constitué par les transferts technologiques, induits par la recherche sur l'enseignement des mathématiques, permettant d'apporter au système de gestion et de pilotage de l'enseignement des mathématiques des changements jugés souhaitables.

2.3. On distinguera ici trois types hiérarchisés de transferts possibles :

- les résultats des recherches en didactique des mathématiques ;
- les produits de l'ingénierie didactique, dont l'élaboration prend appui sur le développement des connaissances en matière d'enseignement des mathématiques ;

--les formations découlant des recherches en didactique et en ingénierie didactique ou qui leur sont associées.

2.4. Cette hiérarchie a pour objet de substituer progressivement au système actuel de gestion de l'évolution de l'enseignement des mathématiques, marqué par son empirisme et son archaïsme, un système fondé sur l'analyse scientifique des besoins et des moyens.

2.5. Le système actuel est en effet caractérisé par l'insuffisance du développement des recherches fondamentales et appliquées en matière d'enseignement des mathématiques, et surtout par l'inexistence des moyens visant à intégrer l'apport potentiel de ces recherches dans le processus de décision qui commande ce système, à quelque niveau que ce soit (celui de l'établissement, de l'académie, du ministère). Exception à ce tableau, la création de la COPREM, qui va dans le bon sens, et qui irait davantage si des liens systématiques rapprochaient son activité des sources de savoir concernant les objets dont elle se préoccupe.

2.6. Cette absence se traduit concrètement par l'empirisme dans la construction des programmes et curricula d'abord (empirisme tempéré depuis la mise en place de la COPREM); par l'inexistence ensuite de produits d'ingénierie didactique, en lieu et place desquels prolifèrent les manuels sur lesquels nul contrôle de qualité ne peut aujourd'hui véritablement s'exercer (ce qui permet de distinguer un manuel d'une boîte de petits pois en conserve par exemple); ainsi que les "aides pédagogiques", de production sauvage pour beaucoup d'entre eux, et en tout cas très inégalement contrôlés.

2.7. Le contrôle dont il s'agit ne peut en aucun cas être réduit à un contrôle aval, du type "expérimentation des nouveaux programmes des classes de ..." (expression qui, au demeurant, n'a aucune signification scientifiquement recevable, son emploi relevant de l'air du temps et de la pesanteur des imaginations). Le meilleur contrôle est un contrôle-amont: tel thème est retenu dans la construction de tel programme, par exemple, parce qu'il a fait l'objet d'analyses théoriques (mathématiques, épistémologiques, didactiques, etc.) et d'expérimentations (véritables), même réalisés sous des classes particulières de conditions, qui permettent de le retenir comme objectif d'enseignement pertinent ("intéressant") d'une part, comme objectif d'enseignement viable d'autre part (c'est-à-dire pour lequel on sait pouvoir créer, du moins sous certaines conditions quant au type de public, de temps nécessaire, etc., des conditions de possibilité des apprentissages correspondants).

2.8. L'acte pivot de l'administration de l'enseignement des

mathématiques, la publication des programmes et des textes d'accompagnement, n'est en rien producteur d'un objet "expérimentable" au sens usuel du terme dans les diverses sciences. Il propose en effet à la collectivité des enseignants et des chercheurs un simple balisage d'un champ de savoir a priori ouvert, lacunaire, dont la fermeture et la rigidification ne seront réalisées qu'ultérieurement (et en sont donc, en droit, distinctes), par le moyen d'une "tradition" interprétative instituée, ou relayée par les manuels (lesquels n'émanent pas de l'instance officielle d'administration), processus qui contribue à fixer, d'une manière en fait indiscutée, le détail du "programme". Tel ou tel manuel peut bien être objet d'expérimentation, un programme ne l'est pas.

2.9. A l'opposé de l'idéologie de "l'expérimentation des programmes", il faut souligner qu'en créant un espace de contraintes, le programme crée dans le même temps un espace de liberté et de créativité didactiques, qui doit permettre de mettre en place, sur la base d'un balisage déterminé d'un champ de connaissances donné, des didactiques différenciées, adaptées à des conditions particulières d'exercice et de public. A la notion — reprise de manière critique jusqu'ici — d'expérimentation des programmes" (laquelle est un non-sens épistémologique et ne renvoie qu'à un vide méthodologique), il convient de substituer l'idée de création d'une pluralité appropriée de types de réalisations didactiques d'un programme donné. La publication officielle d'un programme ne détermine pas le processus d'enseignement, elle lui fixe des repères. Elle ne ferme pas un problème, en déterminant une procédure bien définie qu'il resterait seulement à mettre en œuvre dans les classes. Elle est au contraire une invitation contraignante à rechercher et à réaliser de telles "procédures", dont elle ne renferme nullement la définition. Loin donc de chercher à soumettre à l'expérience un objet qui existerait déjà comme un donné, il convient de travailler à la création d'objets didactiques viables, appropriés, divers. Aux possibilités qu'il offre en cette matière se mesure la valeur d'un programme.

3. La différenciation et la spécification des rôles

3.1. Il résulte de ce qui précède que l'intérêt des recherches sur l'enseignement des mathématiques et de ce qui s'en induit (en matière d'élaboration et de réélaboration des programmes et curricula, d'ingénierie didactique, de formation) ne diffère pas fondamentalement selon que l'on se situe en amont de la construction des programmes ou en aval de celle-ci. Il faut défetichiser le programme. Le programme n'est pas un point de départ absolu, non plus qu'un recommencement dans la fraîcheur du

premier matin. C'est un repère, un jalon et un moyen dans la perspective d'une évolution d'ensemble qui doit devenir le véritable objet de préoccupation.

3.2. On est ainsi conduit à envisager le schéma suivant (lequel ne prend son sens et ne porte fruit que dans la durée). Sur la base des recherches conduites, et compte tenu des produits d'ingénierie didactique qu'elles peuvent permettre de développer d'une part, des formations qu'elles autorisent d'autre part, sur la base donc de ce que nous nommerons ici les productions primaires, la COPREM élabore des productions secondaires dégageant les thèmes et les objectifs d'enseignement, ainsi que les moyens d'action appropriés à la poursuite des objectifs déterminés (produits d'ingénierie didactique, formations). A leur tour, sur la base de ces productions secondaires, les instances compétentes du ministère élaborent les productions tertiaires qui auront force réglementaire (programmes et textes d'accompagnement), indiquent et rendent disponibles les moyens de mise en œuvre des dispositions arrêtées.

3.3. Il convient de souligner que ce schéma s'éloigne fondamentalement du schéma traditionnel, dans lequel prévaut - implicitement ou non - la croyance en l'efficacité magique du verbe, la publication des programmes y étant regardée comme l'opérateur de changement essentiel. L'anticipation raisonnée concernant les besoins en produits d'ingénierie didactique et en formations y laisse la place, dans l'urgence, à la précipitation et à la fièvre d'une économie de guerre qui ne touche jamais qu'à la surface des choses et notamment en ce qui concerne l'unique produit d'"ingénierie" didactique: il faut dire en fait: de bricolage didactique), le manuel. Les formations y sont réparatrices plus qu'anticipatrices et novatrices (si l'on veut bien ne pas appeler novatrices des mesures visant en fait seulement à atténuer des archaïsmes profonds et tenaces).

3.4. Il importe de marquer encore, en opposition au schéma traditionnel, la place qu'il convient d'accorder, à tous les niveaux d'initiative, d'intervention et de commande, à la gestion rationnelle de la durée - puisque, dit-on, gouverner, c'est prévoir. Le dispositif qu'il s'agit de mettre en place doit protéger l'évolution de l'enseignement des mathématiques des coups et des discontinuités liés à des phénomènes de surface étrangers à la longue durée.

4. La procédure contractuelle

4.1. Sur la base de ce qui précède, la procédure contractuelle peut prendre les formes suivantes.

4.2. Les différentes instances du ministère font connaître, après consultation de la COPREM et discussion approfondie avec elle, l'ensemble des grands secteurs de la recherche sur l'enseignement des mathématiques auxquels elles souhaitent voir donner une priorité dans les 3 années à venir.

4.3. L'élaboration de ce programme triennal relève de la responsabilité de l'instance de décision politique, dont elle constitue, à ce niveau et dans ce domaine, un moyen essentiel d'action sur l'évolution de la société française.

4.4. Etant donné son rôle cardinal, ce travail s'effectue dans le cadre d'un large débat associant notamment les chercheurs, les associations de spécialistes, les responsables de tous niveaux du système d'enseignement.

4.5. Le programme triennal est réexaminé tous les 3 ans dans le cadre d'une continuité maintenue.

4.6. Par le canal de l'ADIRFM, les IREM présentent au ministère et à la COPREM en particulier, pour chacun des secteurs retenus, un ensemble de thèmes de recherche relatifs à ce secteur, en indiquant pour chaque thème présenté

- les équipes de recherche s'engageant à travailler sur ce thème pour une période de trois années, ainsi que le ou les sujets plus précisément définis à l'intérieur du thème de référence sur lesquels elles entendent travailler pendant cette période (les sujets étant actualisables à la fin de chaque année);
- les moyens complémentaires éventuellement nécessaires, qui peuvent inclure notamment la mise en place d'une commission inter-IREM de coordination thématique ou sectorielle.

4.7. Si il n'existe pas, dans le secteur proposé, d'équipes de recherche déjà constituées et prêtes à aborder le secteur en question, l'ADIRFM peut proposer la création d'une commission inter-IREM d'exploration et d'incitation préliminaire à la constitution locale d'équipes. Cette procédure devra être utilisée notamment lorsque, en dépit du dispositif envisagé, et par défaut d'anticipation, un secteur de recherche s'impose brusquement comme une nécessité à la fois urgente et imprévue.

4.8. Outre les équipes de recherche et les commissions inter-IREM dont l'existence est directement liée au programme triennal, des équipes de recherche et des commissions inter-IREM doivent pouvoir exister, soit parce qu'elles apparaissent de manière permanente comme nécessaires pour constituer un environnement scientifique indispensable au développement et à la qualité des travaux

soumis à contractualisation (c'est le cas par exemple de l'histoire et de l'épistémologie des mathématiques, même en l'absence de toute intégration de ces savoirs dans le domaine enseigné), soit parce que les travaux correspondants apparaissent nécessaires au renouvellement et à l'ajustement de la définition des secteurs et des thèmes, c'est-à-dire à l'évolution et à l'innovation en matière de conditions de gestion et de pilotage du système d'enseignement.

4.9. Il importe au plus haut point d'attirer l'attention de tous (enseignants, chercheurs, proposant et décideurs) du rôle déterminant (et facilement invalidant) du phénomène des durées inégales. Le temps de la recherche n'est pas superposable au temps de la décision administrative, il le précède, l'exécute, lui survit. Les décideurs peuvent ainsi être tentés d'introduire brusquement, sans anticipation et sans préparation correspondante, des points de vue nouveaux. Cette manière de faire doit être résolument bannie, même dans le cas où ces points de vue feraient consensus quant à leur pertinence.

4.10. Considérons brièvement, en appui à cette affirmation, deux exemples (qui ne sont ici considérés qu'à titre d'exemples, et non de recommandations). Il se pourrait que, dans les années à venir, l'évolution des choses, à l'extérieur et dans le voisinage du système d'enseignement du second degré, amène à conclure que l'enseignement de l'analyse au lycée doit intégrer

- le point de vue algorithmique;
- la présentation des concepts et des techniques non standards en lieu et place d'un point de vue qui, pour l'essentiel, s'est formé dans les années 1820.

Ce changement ne saurait être réalisé du jour au lendemain, sur simple injonction administrative. Il suppose, pour se révéler fécond et non catastrophique

- une période d'études préliminaires, au cours de laquelle notamment des équipes de recherche suffisamment nombreuses se mettent en place, et dont les travaux puissent nourrir un large débat sur la pertinence du choix et la possibilité de réalisation des objectifs envisagés;
- des travaux d'ingénierie didactique appropriés, qui se substitueront au décalque tremblé trop habituel, par des auteurs de manuels pris de court, des ouvrages adressés à des publics tout différents (enseignement supérieur, recherche);
- des formations anticipatrices adaptées, dont la nécessité est évidente sur les exemples choisis,

et qui devront permettre à la grande majorité des enseignants d'opérer, sans conséquence négative pour les élèves notamment, une véritable révolution personnelle (qui dépasse de beaucoup un recyclage à but d'"actualisation" des connaissances), tant dans leur conception des mathématiques que dans leur rapport aux mathématiques et à leur enseignement.

4.11. La procédure décrite doit mettre en œuvre un double canal de communication, de manière directe (ADIREM — ministère), et de manière médiate (ADIREM — COPREM — ministère). Ces interactions ne sont bien entendues pas exclusives d'autres interactions nécessaires: recherches conduites en d'autres instances de recherche, en d'autres pays, au niveau international, avis des associations de spécialistes, etc.

4.12. En matière de propositions de programme notamment, et en complément du cycle long d'études et de recherches décrit précédemment, la COPREM sollicite à plus court terme des avis et recommandations, qui peuvent être donnés par les équipes de recherche des IREM ou par leurs instances de coordination (commissions inter-IREM) sur la base de leur connaissance du domaine d'enseignement concerné. Ces avis et recommandations dépassent la simple opinion, mais ne sauraient être identifiés à une "expérimentation des programmes" dont le concept demeure, jusqu'à plus ample informé, une œuvre de pure imagination.

ANNEXE 3

On trouvera ci-après un texte extrait d'une étude de présentation de la didactique des mathématiques et d'analyse du rôle des IRFM dans son développement. Les passages reproduits ici concernent plus précisément la description des similitudes et des dissemblances entre la formation par la recherche et la formation par l'enseignement. (Pour la didactique, Y. Chevallard, septembre 1981).

RELATIONS INFRADIDACTIQUE, DIDACTIQUE, SUPRADIDACTIQUE

Je vais revenir d'abord à un thème auquel nous nous sommes déjà arrêtés, celui de l'autogestion pédagogique, entendant par là la gestion par les enseignants eux-mêmes, non seulement des conditions institutionnelles de leur activité (gestion portant d'ailleurs, par force, essentiellement sur les institutions internes à la classe), mais aussi, et surtout, la gestion de la construction de leur savoir. Ce cas de figure vaut qu'on y revienne, parce que ce qui le distingue de celui que j'ai présenté plus haut (le système didactique du second type) pourra paraître, à l'œil non exercé, fort mince. Dans les deux cas, certes, des formulations presque analogues, ou du moins voisines, une sensibilité commune, des valeurs partagées. Mais c'est le détail qui change tout - un dispositif technique différent, différent par le rôle qui y est assigné au temps didactique: dans un cas, cubil et dénégation, et tentative impensée et sauvage pour abattre la tyrannie; dans l'autre, analyse explicite du temps didactique comme moteur de la relation d'enseignement, et prise en compte théorique et pratique de ce constat. J'ai essayé de montrer que les essais d'autogestion pédagogique, dans leur exigence radicale, sont des solutions imaginaires à un problème mal posé: et j'ai parlé aussi de cette catégorie de tentatives de subversion de ce qui est, au nom de ce que l'on voudrait qui fût, qu'on peut appeler empiriques imaginaires, parce qu'elles procèdent, par la voie rapide de l'imagination, d'un réel avéré (comme la licorne procède du cheval). L'autogestion pédagogique est-elle de cette facture là ? Eh bien, beaucoup plus qu'on ne le pense. Car cette réalité que quelques-uns ont rêvée, et ont voulu faire exister parmi nous, à force d'opiniâtreté, et d'entêtement en un labeur indéfiniment recommencé; cette réalité tellement incertaine là où on voudrait la voir advenir; cette réalité

perfide qui se défait à mesure que nous nous épuisons à la construire; cette réalité existe très tranquillement pourtant, dans le même temps, mais ailleurs dans la société! L'imaginaire ici tient seulement en ceci qu'on cherche une réalité existante à où elle ne peut pas se trouver. Alors donc, où rencontre-t-on cette réalité? Voyons: des gens qui construisent leur savoir, qui gèrent eux-mêmes, collectivement, leur activité, non en fonction d'un plan préétabli par un "maître" qui sait par avance où ils vont arriver, mais en fonction d'une histoire toujours inédite, et largement imprévisible, qui est le fruit de cette activité même, où cela se voit-il? La réponse tient en peu de mots: dans la cité scientifique. Le visage que l'on voudrait donner à la relation d'enseignement dans les écoles et les lycées est la réalité quotidienne du laboratoire. Le rêve interdit, ce n'est pas de rêver une réalité qui existe, et bien, c'est d'en déplacer le lieu, de la transporter, par un transfert subreptice, en un lieu où elle ne peut continuer d'exister parce qu'elle ne peut s'y adapter, comme un organisme qu'on aurait sorti de sa niche écologique. La relation "didactique", par laquelle on voudrait renouveler l'enseignement, est une chose bien réelle, et bien banale, mais... elle n'est pas faite pour l'enseignement! Pourquoi, demandez-vous? Parce qu'enseignement et recherche sont deux "machines" qui fonctionnent différemment, et qu'il y a, de l'une à l'autre, discontinuité. La machine de la recherche est aussi une "machine didactique" si l'on veut, même si ce n'est pas ce trait qui nous vient à l'esprit quand nous songeons, parce que son but n'est pas d'enseigner: mais on y apprend constamment. Et on peut même le cas n'est pas fréquent, mais se rencontre — commencer dans une discipline, en ignorant presque tout, directement par la recherche. Mais les objectifs, les valeurs, les mécanismes, et les performances, sont différents. Les objectifs d'abord: dans un cas il s'agit de faire acquiescer du savoir par des individus; dans l'autre, il s'agit de créer du savoir, collectivement: tant mieux pour les individus qui créent plus et mieux que d'autres — on les récompensera plus et mieux — mais leurs réalisations individuelles sont un moyen, un support, le vecteur d'une avancée d'ensemble, non une fin. A ces objectifs différents sont associés des valeurs dissemblables. Dans le système d'enseignement ce qui importe, c'est de savoir, celui qui sait plus vaut plus. Tandis que le savoir est, en lui-même, dénué de pertinence dans le système de la recherche. L'étendue des connaissances du chercheur n'est pas une garantie de la fécondité de ses travaux, et surtout elle n'est pas le problème. L'histoire des sciences nous montre côte à côte tous les cas de figure. (Qu'on me pardonne cette licence, je citerai, pour convaincre les sceptiques, un savoureux passage du portrait contrasté qu'un historien a donné des mathématiciens anglais Cayley et Sylvester (1): "Cayley dévorait tous les ouvrages de mathématiques; Sylvester trouvait fastidieux d'essayer d'assimiler les œuvres des

autres... Cayley paraissait tout connaître, même sur des sujets dont il s'occupait rarement; auteurs et éditeurs de l'Europe entière s'en référaient à son avis; il oubliait rien de ce qu'il avait vu. Sylvester, au contraire, avait de la peine à se remémorer ses propres découvertes; un jour il contestait qu'un certain théorème dont il était l'auteur puisse être vrai; des questions relativement courantes, que n'importe quel mathématicien ordinaire connaît, étaient pour Sylvester des sources de perpétuel étonnement et de satisfaction..."). Ainsi donc, nous avons affaire à des systèmes technoculturels qui servent des buts différents, avec des choix de valeurs différents: on ne doit pas s'étonner que, pour ce faire, ils aient retenu des moyens différents, que leurs mécanismes ne soient pas superposables. Pour faire acquérir du savoir à des individus, le système didactique met ces individus aux prises avec du savoir à acquérir sous la forme de savoir temporalisé, de temps du savoir; le savoir n'apparaît pas à l'état "naturel" dans la relation didactique -- ou du moins il n'y apparaît pas pertinent sous cet aspect. Et semblablement, pour faire créer du savoir par tout une communauté, le système de la recherche met cette communauté aux prises avec du savoir à créer sous une forme bien particulière: ce savoir à créer y prend l'allure de problèmes à résoudre (et d'abord à poser) et c'est cela que le chercheur rencontre; c'est sous cette forme virtuelle que le savoir se dresse en face de lui -- et le souci d'une connaissance personnelle étendue ne vaut pour lui, le cas échéant, que comme moyen pour résoudre les problèmes qu'il se pose. Ainsi, de même que le moteur de l'activité didactique n'est pas le savoir, pris sans autre détermination, mais le temps du savoir, de même le moteur de l'activité de recherche n'est pas le savoir à produire (qui est une fin, comme telle socialement affirmée), mais les problèmes, qui constituent le véritable ressort de l'activité scientifique, en mathématiques et ailleurs. J'ai dit plus haut comment cette dernière observation -- les problèmes, moteur de la recherche -- pouvait égarer, en nous amenant à penser le système d'enseignement comme une imitation, en réduction, du système de la recherche, en nous laissant tenir pour naturelle une activité (la résolution de problèmes) -- et conséquemment la construction d'un savoir comme effet de cette activité -- à coup sûr naturelle ici, mais là hautement improbable. A moins justement qu'on ne travaille (comme j'ai commencé de l'indiquer en introduisant le thème des situations de problématisation) à l'articuler au mécanisme spécifique de la relation didactique, où elle ne saurait trouver sa place d'emblée de manière évidente; à moins donc de se poser, pour tenter de la résoudre, ce problème fondamental de la didactique des mathématiques que j'appellerai le problème des problèmes.

La mise en rapport ébauché jusqu'ici de l'enseignement et de la recherche nous a surtout montré,

pour le moment, l'imperfection du fonctionnement didactique face au fonctionnement savant, en ce qui concerne la construction personnelle du savoir. Je voudrais arriver maintenant à la question de l'"intérêt" du système didactique, question qui nous conduira à l'examen de la spécificité de la relation didactique. Si le système d'enseignement fait difficilement, et de toute façon assez mal, ce que le système de la recherche fait "naturellement" (c'est à dire de par sa nature propre de système de la recherche), à quoi sert donc le système d'enseignement? Il est bien vrai que le système didactique est moins performant que le système de la recherche pour ce qui est de la construction du savoir par l'individu (l'élève, le chercheur). Dans un cas, ce processus s'exerce à plein par la nature même de l'activité poursuivie. Dans l'autre, il ne trouve à se réaliser que fragmentairement, et n'est jamais une certitude. Pouvons-nous encore plus loin le paradoxe: le système de la recherche atteint pleinement un but qui ne lui est pas fixé comme but (la construction par le chercheur de son propre savoir); le système didactique parvient très mal (à nos yeux) à atteindre ce même but, alors que c'est là pourtant son objectif déclaré. Alors, quel est l'intérêt du système didactique? Eh bien, il suffit pour comprendre de considérer la situation en termes de coûts. Le système d'enseignement vient résoudre le problème de l'enseignement de masse - même si cette "masse" n'est pas "les masses", même si elle n'est que celle d'une classe sociale particulière. Il est une réponse techno-culturelle particulière apparue à un certain moment dans l'histoire, je vais y revenir à un problème que j'aborde frontalement et principalement. Alors que le système de la recherche, s'il résout sans doute très efficacement un problème d'enseignement (celui des chercheurs) ne le fait qu'accessoirement, sans vraiment y penser, comme effet secondaire (quoique nécessaire, au double sens du mot) du processus de la recherche, et comme par surcroît. Si l'école, comme dispositif d'enseignement de masse, n'existait pas, le coût social des apprentissages aujourd'hui socialement nécessaires deviendrait insupportable. Ou plutôt, l'apprentissage de masse deviendrait impossible. C'est bien ce que l'on observe d'ailleurs tous les jours, puisqu'il existe toujours, à un moment donné, des secteurs de savoir en développement auxquels on ne peut accéder par un enseignement proprement dit, où l'apprentissage passe nécessairement par l'activité de recherche: il est à ce propos judicieux, je crois, de s'arrêter un instant à l'exemple de la didactique des mathématiques, précisément! Voilà un domaine scientifique dans sa prime jeunesse: majoritairement encore, on apprend la didactique en faisant de la didactique. Cela n'a rien de banal en vérité, car c'est ainsi qu'on apprend ordinairement, depuis toujours et dans tous les domaines - de la vie quotidienne à l'avant-garde de la création technique, scientifique ou artistique. L'instruction par apprentissage sur le tas, par imprégnation mimétique, est

le fond éternel sur lequel va s'établir en contraste l'instruction scolaire; elle est la règle à l'échelle de l'histoire humaine; l'instruction scolaire, l'exception. Mais, passés les gestes les plus simples, les savoir-faire coutumiers, les rituels de l'action domestique, cette règle est d'un insuffisant rendement sous l'angle de la quantité (non de la qualité). Si tôt franchi le seuil de la maison, le petit homme qui veut apprendre encore, et s'aguerrir en quelque savoir un peu spécialisé, va devoir faire son tour de France, s'affilier personnellement à un groupe d'initiation, fait de personnes singulières, qui le recevront comme une personne singulière. Ce tableau peut nous faire rêver, nous qui sommes accoutumés à l'indifférenciation et à l'anonymat de l'enseignement scolaire. Mais ne rêvons pas au-delà du raisonnable, revenons à l'exemple de la didactique des mathématiques, et considérons que, en ce domaine comme en vingt autres, un tour de France serait bien vite fait: il n'y a pas, aujourd'hui en France, dix lieux où l'on puisse apprendre - en enseignant de la didactique! Il est alors capital de se demander si, dès aujourd'hui, la didactique peut s'enseigner "scolairement" si on peut l'enseigner à l'instar d'autres disciplines depuis longtemps scolarisées (et que souvent d'ailleurs nous ne connaissons guère qu'à travers leur traitement didactique); si son développement est parvenu en ce point qu'un certain corpus de connaissances soit devenu disponible pour l'enseignement, c'est-à-dire, en particulier, ait été séparé de ses producteurs - est le phénomène de la dépersonnalisation du savoir - et par cela même banalisé. Bien entendu, le processus de banalisation du savoir, qui en permet la transposition didactique éventuelle, apparaît toujours un peu, aux producteurs de ce savoir - ceux qui oeuvrent dans la cité scientifique, - comme un abâtardissement qui éloigne les produits de la recherche de la fraîcheur des commencements, de la vigueur intellectuelle du temps de la découverte, pour les livrer trop vite aux incertitudes d'une culture de seconde main. C'est oublier qu'il y a aussi - c'est pour cela que j'écris et que peut-être, vous me suivez en mon propos - de la fraîcheur et de la vigueur d'esprit à espérer des recommandations et des redécouvertes qui se font, chaque jour, dans la classe... C'est en tout cas un signe de maturité que les didacticiens aient décidé, dépassant le stade des colloques, séminaires, et autres congrès, qui forment la partie visible la plus explicitement didactique du système de la recherche, de fonder une école - qui n'est qu'une école d'été de didactique des mathématiques, parce que, bien sûr, c'est une école aux marges du fonctionnement scientifique normal, une ouverture que les "clercs" ont voulu se donner sur la société "laïque". Une telle décision, au demeurant, relève moins d'un pari sur l'avenir - l'enseignabilité des savoirs scientifiques est un caractère qui vient tôt ou tard, avec le temps - que d'une volonté affirmée de ne rien faire qui puisse retarder la maturation scientifique et "sociale" de

cette discipline, au prix éventuel d'une légère anticipation, et d'un acte de foi dans sa capacité de supporter sans dommage les affres de la transposition didactique. Assurément, certaines parties de la didactique des mathématiques étaient devenues quasi-enseignables, et il ne restait plus qu'à faire l'effort de les enseigner, c'est-à-dire de les constituer dans une forme qui en fasse les enjeux possibles d'un contrat didactique de type usuel -- déroulement temporel d'un discours du savoir, croisé avec une topogénèse acceptable. Et c'est pourquoi il y a eu, à la première école d'été (2), des cours couplés avec des "ateliers", qui avaient pour charge de réaliser cette articulation... Bien entendu, à un moment donné, tout ne peut pas s'enseigner de cette façon (le travail de transposition didactique n'est pas assez avancé en ce qui concerne certaines parties) et on a dû, à côté des cours et ateliers, prévoir des "séminaires", formule passe-partout de l'"enseignement" interne à toute communauté scientifique, fonctionnant selon un contrat moins exigeant, et si l'on veut moins structuré, où la place du participant est moins assurée, et se rapproche davantage de celle de l'auditeur de la conférence - dont j'ai parlé plus haut - que de celle qui constitue l'enseigné comme tel dans le système didactique.

Apprentissage sur le tas (dans le système de la recherche ou dans la vie de tous les jours), audition d'une conférence; relation didactique. Autant de situations différentes que nous avons rencontrées, dont je voudrais éclairer les points communs, les oppositions, les interconnexions. Je vais pour cela introduire, à des fins didactiques, une petite typologie tentée d'un évolutionnisme que j'essaierai ensuite de détruire. Au vu des considérations consacrées plus haut à la relation qui unit l'auditeur au conférencier (et au savoir que celui-ci met en paroles), on m'accordera de donner à ce type de rapports le nom de relation infradidactique: relation didactique à laquelle il manque quelque chose -- à savoir la topogénèse, qui y est moins qu'embryonnaire. Je crois qu'il faut alors situer l'"enseignement" tel qu'il se réalise dans la cité scientifique à l'autre pôle: entre le chercheur débutant et son patron s'établit en principe - une relation qui est au-delà de la relation didactique, et dans laquelle celle-ci trouve un premier achèvement, et se trouve dépassée sans retour: je parlerai alors de la relation supradidactique. On peut suivre aisément, en bien des disciplines universitaires, la transformation qui conduit l'enseigné de la relation didactique à la relation supradidactique. Le lieu de passage, c'est l'année du DEA. Avant, jusqu'à la maîtrise inclusivement, la relation didactique règne sans partage - le mémoire de maîtrise, qui existe en certains domaines, sauf exception n'y fait rien. Après, inscrit en thèse de troisième cycle, l'étudiant n'est plus tout à fait un étudiant: s'il doit réussir sa nouvelle vie de chercheur. Un changement s'est

produit dans le contrat un changement de valeurs - et ceux qui n'ont pas su changer, ceux qui n'ont pas vu que la règle du jeu changeait, ceux-là vont disparaître... Arrivés en DEA l'étudiant croit, bien sûr, que l'important est de savoir; il croit que le jeu important, c'est le cours; et il a en effet un cours de DEA, comme si rien ne s'était passé. Mais bientôt il doit comprendre que tout ne se joue pas avec le cours; que les couloirs autour de la salle de cours sont des lieux où parfois, plus souvent qu'il n'aurait pu le croire, souffle l'esprit; où, en d'anodins conventicules, se trace l'avenir - tout à coup il faut trouver un sujet de mémoire, et trouver quelque chose dont on remplira son mémoire, quand bien même le directeur, qui devrait diriger, se fera absent. Alors brusquement les anciennes certitudes de l'étudiant - suivre le cours, savoir le cours - deviennent comme de faibles survivances d'un univers lointain. L'étudiant chercheur songe déjà à l'année qui vient - trouver un directeur de thèse, trouver un sujet, le panorama n'est plus le même, nul ne lui demandera plus de "savoir". Seulement de chercher, et de trouver. Des cours, il n'aura plus guère l'occasion d'en suivre (sauf peut-être dans des écoles d'été...). Il suivra des séminaires, ira à des colloques, participera à des congrès. Et puis, au quotidien, apprendra en faisant - surtout. Peut-être, certains soirs de lassitude, lui arrivera-t-il de regretter le temps où il suffisait de suivre le cours, et de le savoir; peut-être, au contraire, ne regrettera-t-il rien du carcan de la relation didactique, heureux d'avoir échangé, contre davantage de liberté, un peu de son ancienne quiétude... Voilà donc ma typologie: relation infradidactique, objet techno-culturel encore rudimentaire; relation didactique, hautement sophistiquée, mais non toujours praticable; relation supradidactique, achèvement de la relation didactique, parce que s'y réalise progressivement - du chercheur débutant au chercheur avancé - l'autonomisation, au sein d'une communauté, des rapports du sujet à la construction de son savoir. Je vais brouiller un peu cette claire progression... Le premier geste didactique, commun sans doute à toutes les sociétés et à toutes les époques (s'il peut être étendu à tous les savoirs), c'est l'apprentissage sur le tas: l'apprentissage. Au Moyen-Âge, écrit Philippe Ariès (3), "toute éducation se faisait par apprentissage, on donnait à cette notion un sens beaucoup plus étendu que celui qu'il a pris plus tard. On ne gardait pas ses enfants chez soi, on les envoyait dans une autre famille, avec ou sans contrat, pour y demeurer ou commencer leur vie, ou pour y apprendre les manières d'un chevalier, ou un métier, ou même pour suivre l'école et se instruire dans les lettres latines". Dans ces conditions, l'enfant apprenait par la pratique, et cette pratique ne s'arrêtait pas aux limites d'une profession, d'autant qu'il n'y avait pas alors, et pour bien longtemps encore, de limites entre la profession et la vie privée" (4). "Il n'y avait pas de place pour l'école dans cette transmission par apprentissage direct

d'une génération à l'autre. En fait l'école, l'école latine, qui s'adressait seulement aux clercs, aux latinophones, apparaît comme un cas isolé, réservé à une catégorie très particulière. L'école était en réalité une exception, et on aurait tort, parce que plus tard elle a fait tâche d'huile et s'est étendue à toute la société, de décrire à travers elle l'éducation médiévale: "c'est faire de l'exception la règle, la règle commune à tous était l'apprentissage" (5). A certains égards donc, notre relation supradidactique est la forme primitive, comme spontanée, de tout enseignement. Sans doute est-elle la meilleure, qualitativement, tant qu'aucune surcharge quantitative n'enseigne ou en savoir à enseigner, ne vient souligner ses limitations. Sur ce fond éternel de l'éducation des générations, voici alors qu'apparaît, tel un dispositif d'appoint, la relation que j'ai appelée infradidactique, conférence, exposé de séminaire, cours magistral, qui s'épuise toute dans la plénitude de la parole enseignante. C'est un dispositif d'enseignement qui a l'avantage de véhiculer beaucoup de savoir, vers beaucoup d'enseignés, sous une forme ramassée. Mais au contraire de la relation supradidactique, qui mesure l'acquisition du savoir à la une de la pratique - forme première et véritable du "contrôle continu" - la relation infradidactique ne garantit rien quant à ses effets: elle procède d'une parole lancée à la cantonade. Aussi n'a-t-elle de valeur qu'en couplage avec un dispositif de mise à l'épreuve et de contrôle, tel justement que la pratique - scientifique ou autre - en constitue l'archétype. C'est pourquoi, curieusement, au sein du travail scientifique, ces deux niveaux extrêmes du rapport d'enseignement cohabitent, se rencontrent et se rebutent. A la pratique de la recherche au sein d'une équipe ou d'un laboratoire, c'est à dire à une relation supradidactique, s'ajoute l'emploi "discrétisé" de relations infradidactiques - exposés de séminaires, communications de congrès, etc.; la première a besoin des secondes, auxquelles elle peut envier leur puissance d'information; les secondes ne seraient qu'illusion - comme il advient quelquefois - si elles n'intervenaient dans un contexte qui, en garantissant les effets, en définit la portée et en précise la signification. En un sens alors, la relation didactique surgit comme un moyen terme entre deux extrêmes: elle prend place entre eux comme un dispositif d'une nouvelle espèce, propre à assurer une haute densité d'information à l'endroit d'un grand nombre d'enseignés pris ensemble - et en cela elle se rapproche de la relation infradidactique - et dans le même temps, tentative rigoureuse pour contrôler, par le biais d'une "pratique" reconstituée et artificielle, les conditions de garantie de l'apprentissage associées jusqu'à la relation supradidactique. Par cette conjonction introuvable, elle apparaît bien comme un objet technique hautement élaboré...

NOTES

- (1) ~~E.T. Bell~~, Les grands mathématiciens, Payot, Paris, pp. 415-416.
- (2) Tenué à Chamrousse en juillet 1980.
- (3) L'enfant et la vie familiale sous l'ancien régime, Seuil, Paris.
- (4) Ibid.
- (5) Ibid., p. 412.

ANNEXE 4

Les analyses ci-après sont extraites d'une étude non publiée sur la notion de travail autonome (désignée ici par le sigle TWA), et est dans ce cadre que trouvait place un examen de la notion de milieu (V. Chevallard, mars 1983).

LA NOTION DE MILIEU

COMME INDUCRICE DE STRATEGIES DIDACTIQUES

1. La notion de "milieu"

1.1. La conception du milieu pédagogique est fondée sur une métaphore biologique, plus précisément sur une conception botaniste du développement de l'enfant: l'enfant est semblable à une petite plante qui, si le milieu n'est pas défavorable, va croître spontanément, pourvu qu'on la laisse faire. L'enseignant devient alors le bon jardinier, qui devra se contenter de préparer un milieu riche, propice à un développement naturel, et naturellement harmonieux. Cette conception, qui trouve dans l'histoire de la nososphère de prestigieux précurseurs, entend aujourd'hui se prévaloir des acquis de la connaissance scientifique de l'enfant:

"L'activité spontanée, personnelle et productive, tel est l'idéal de l'Ecole active. Cet idéal n'est point nouveau. C'est celui de Montaigne, de Locke, de J.J. Rousseau. - Pestalozzi, Fichte, Froebel en firent le centre de leur système éducatif. C'est, en somme, celui de tous les pédagogues intuitifs et généraux du passé, celui des grands précurseurs. Mais ce qui fit la force de ces précurseurs: leur intuition fut leur faiblesse, si l'on envisage la diffusion de leur œuvre et le progrès de la science. Ils ont deviné l'enfance, ils ne l'ont pas connue, au sens que notre siècle de science donne à ce mot. Avant l'avènement de la psychologie expérimentale, on n'avait que le moyen de pressentir; aujourd'hui l'on sait, demain on saura mieux encore. Et que sait-on? Précisément que l'enfant croît comme une petite plante, selon des lois qui lui sont propres; qu'il ne possède vraiment que ce qu'il a assimilé par un travail personnel de digestion. Le meilleur des engrais chimiques mis en pâte et étalé à coups de pinceau sur le tronc d'un arbre ne lui ferait aucun bien. Si l'écorce ne faisait craquer ce vernis, l'arbre étoufferait. Ainsi fait trop souvent l'école

traditionnelle. Quelle apprenne à mettre l'engrais au pied de la plante, afin que la pluie l'entraîne vers les racines, alors on verra se faire lentement mais sûrement ce travail d'assimilation qui fera porter à l'arbre les plus belles fleurs et les plus beaux fruits."

(A. Ferrière, reproduit in SALINES 1972, pp. 90-91).

1.2. Dans ce cadre, l'élève n'interagit plus que de manière résiduelle avec l'enseignant; les apprentissages (ou plutôt la formation) se fera par le moyen d'une interaction directe avec le "milieu". Quant à l'enseignant, sa tâche essentielle consiste désormais à organiser le milieu. C'est en ce sens que "l'enseignant n'enseigne plus". Cette doctrine est partagée par tout un ensemble de courants pédagogiques modernes. Ainsi, à propos de "l'autogestion pédagogique", Lapassade (op. cit., pp. 112) écrira que:

"... l'intervention du pédagogue se structure à trois niveaux:

1. Celui de l'analyste.
2. Celui de technicien de l'organisation.
3. Celui de l'enseignant possédant un "savoir" et devant le livrer par obligation professionnelle (c'est pour cela qu'il est là)."

La première fonction semble moins nettement soulignée dans les déclarations des praticiens et des théoriciens du "A"; en revanche, la seconde fonction y apparaît comme centrale; la troisième, qui est celle de l'enseignant au sens usuel du mot, mais qui devient ici nettement minorée et facilement péjorée (cf. les guillemets mis à "savoir"), a suscité, comme on l'a noté déjà, l'appellation nouvelle d'"expert" quelquefois attribuée au professeur.

1.3. Par rapport à la relation ternaire Enseignant-Enseignés-Savoir qu'étudie la DDM, la différence est ici profonde: elle substitue la relation élève-milieu, binaire, dont l'enseignant apparaît alors comme le "metteur en scène". Car, désormais, l'enseignant cesse d'être un acteur au même titre que les élèves, il se réfugie dans les coulisses de la classe, et ne fera plus que de courtes apparitions sur la scène pédagogique, pour relancer, si nécessaire, le jeu des acteurs-élèves sur le canevas qu'il aura préalablement tracé.

1.4. Cette modification du "jeu" pédagogique trouve un appui dans la psychologie "moderne", piagétienne notamment, dont l'objet d'étude est le sujet dans le cadre de l'interaction sujet-objet. Plus encore qu'en situation pédagogique, en situation expérimentale le troisième terme (ici l'expérimentateur, là le professeur) ne joue qu'un rôle d'adjuvant, de "préparateur" qui suscite l'interaction (afin de l'observer et de l'analyser) mais n'en fait pas partie. Chez Piaget cette conception (qu'on ne critiquera

pas ici sous l'angle de la psychologie) se prolonge en une conception pédagogique (dont, à rebours, elle procède peut-être partiellement) dans laquelle le troisième terme, qui est alors le professeur, est de la même façon vécu comme un existant empiriquement nécessaire mais inessentiel, et dont il ne saurait exister de "théorie" du moins de théorie qui ait quelque incidence sur l'analyse du véritable objet d'étude -- l'interaction élève-milieu.

1.5. Car l'incidence de la présence -- théoriquement contingente - de l'enseignant sur la scène pédagogique serait tout empirique, et souvent négative: la présence du professeur se révélerait surtout au "bruit" qu'il viendrait faire, intempestivement, dans l'interaction élève-milieu, le bon professeur étant celui dont toute l'action serait médiée par le milieu, "intégrée" au milieu, et dont la fonction principale serait alors de permettre le libre accès de l'élève à un milieu suffisamment riche pour assurer des interactions diversifiées.

1.6. Ces interactions seraient d'emblée fécondes: il suffirait de laisser faire la Nature pour que tout se passe pour le mieux dans le meilleur des mondes possibles. Ayant visionné un film montrant des élèves dans une classe "active", Piaget soulignera ainsi ce qu'il y a vu:

"Une des choses qui m'a le plus vivement intéressé est de constater les expériences de science, de physique en particulier, que font spontanément ces écoliers. Il y a des années que je suis convaincu que dans leur développement spontané, il se crée des possibilités, des capacités d'expérimentation qu'en général l'école n'exploite pas. (...)

(Piaget interviewé par M. Gülnet, interview parue dans L'Éducateur, 39 (5 décembre 1980), p. 1174).

On reconnaîtra, en ce libéralisme pédagogique, un proche parent de la doctrine libérale en matière politique et économique qui se pose en s'opposant à l'"étatisme", et dénonce l'interventionnisme de l'Etat). Il faut souligner, à cet égard, le phénomène retard propre au système éducatif: dans la noosphère, les "novateurs", qui se croient à la fine pointe du progrès, ne sont, la plus souvent, qu'en retard d'un siècle ou deux...

1.7. Une autre filiation peut être mise en évidence, qui signe mieux encore l'archaïsme permanent du système éducatif: l'idéologie générale de "l'éducation nouvelle" retrouve - quand elle croit découvrir et innover - un principe fort ancien, qui a occupé une place centrale dans l'histoire de la médecine: vers la fin du XVIIIème siècle et le début du XIXème, en effet, deux conceptions s'opposent, celle de la médecine agissante (qui aura finalement le dessus) et celle de la médecine expectante.

M. Foucault a rappelé ainsi les termes de ce débat :

"Selon la médecine des espèces, la maladie, par droit de naissance, des formes et des saisons étrangères à l'espace des sociétés. Il y a une nature "sauvage" de la maladie qui est à la fois sa nature vraie et son plus sage parcours: seule, libre d'intervention, sans artifice médical, elle laisse apparaître la nervure ordonnée et presque végétale de son essence. Mais plus l'espace social où elle est située devient complexe, plus elle se dénature. Avant la civilisation, les peuples n'ont de maladies que les plus simples et les plus nécessaires (...).

L'hôpital, comme la civilisation, est un lieu artificiel où la maladie transplantée risque de perdre son visage essentiel (...); il faudrait un médecin bien habile "pour échapper au danger de la fausse expérience qui semble résulter des maladies artificielles auxquelles il doit donner ses soins dans les hôpitaux. En effet, aucune maladie d'hôpital n'est pure" (DUPONT-DE-NEMOURS, Idées sur les secours à donner, Paris, 1786, pp.24-25).

Le lieu naturel de la maladie, c'est le lieu naturel de la vie - la famille (...); le médecin d'hôpital ne voit que des maladies louches, altérées, toute une tératologie du pathologique; celui qui soigne à domicile "acquiert en peu de temps une véritable expérience fondée sur les phénomènes naturels de toutes les espèces de maladies" (Ibid.). La vocation de cette médecine à domicile est nécessairement d'être respectueuse: "Observer les malades, aider la nature sans lui faire violence et attendre en avouant modestement qu'il manque encore bien des connaissances" (MOSCATI, De l'emploi des systèmes dans la médecine pratique, trad. fr. Strasbourg, an VII, pp.26-27). Ainsi se ranime à propos de la médecine des espèces le vieux débat de la médecine agissante et de la médecine expectante (Cf. VICQ D'AZYR, Remarques sur la médecine agissante, Paris, 1786). Les nosologistes sont favorables à celle-ci, et l'un des derniers, Vitet, dans une classification qui comporte plus de deux mille espèces et qui porte le titre de Médecine expectante, prescrit invariablement le quina pour aider la nature à accomplir son mouvement naturel (VITET, La médecine expectante, Paris, 1806, 6 vol.)."

(FOUCAULT 1963, pp.15-17).

1.3. Du point de vue théorique, et à côté de la psychologie piagétienne, la conception pédagogique fondée sur la mise en réserve de l'enseignant trouve un autre modèle dans la psychologie du travail: la convocation de ces deux problématiques dans le cadre d'un travail théorique sur le TA (Cf. AMIGUES et al., s.d.) n'est donc nullement inattendue.

2. Les moyens de l'organisation du milieu en TA

2.1. Les conceptions spontanéistes et "teacher-free" de l'apprentissage ne sont pas strictement naturalistes (comme on l'a vu, d'ailleurs, avec Ferrière). Dans une première version, qui semble encore être celle de Piaget, il s'agirait bien de laisser faire la nature, l'intervention de l'enseignant se bornant, selon les principes d'une pédagogie "négative", à éliminer les entraves au libre accès de l'élève au milieu "naturel" (c'est-à-dire au milieu spontanément disponible dans une société donnée: c'est le thème de l'ouverture de l'école sur "la vie"). Mais ce naturalisme intégral fait place à un artificialisme assumé dès lors qu'est reconnue la nécessité de travailler le milieu naturel, perverti ou appauvri par la vie en société, afin de le redresser et de l'enrichir: à se replacer dans l'univers de type rural cher à Freinet, l'image du bon jardinier prend ici toute sa force... L'"enseignant" sera donc le créateur d'un milieu propice au libre développement de l'enfant. Cousinet résume fort bien ce credo pédagogique:

"Il ne s'agit plus d'enseigner, mais de préparer un milieu vivant, comme un savant prépare dans un laboratoire la solution où pourra vivre et croître un organisme. Etant entendu que l'activité de l'enfant, être vivant, est telle qu'il enrichira lui-même ce milieu. De pédagogique, le problème devient ainsi psychologique, ou, mieux, biologique.

C'est ainsi que l'ont posé, et résolu, chacun à sa manière, les réformateurs de l'éducation. Chacun, selon le état de la psychologie au moment où il travaillait, a choisis les éléments dont il allait former le milieu nouveau (...)"

(Reproduit in SALINES 1972, p. 395).

2.2. Avant d'en venir au TA, et pour appuyer la ligne de réflexion suivie en ce qui précède, signalons encore les travaux de Seymour Papert, à propos de "l'environnement LOGO". Ces recherches procèdent de la lignée piagétienne mais aboutissent à la création d'un milieu pédagogique construit autour du matériel moderne par excellence: l'ordinateur. Le milieu LOGO, selon Papert, offrirait des possibilités pratiquement absentes des milieux "naturels" rencontrés jusqu'ici:

"En 1964, après cinq années passées au Centre d'épistémologie génétique de Piaget, j'emportais de là cette notion essentielle: celle de l'enfant considéré comme le bâtisseur actif de ses propres structures intellectuelles. Mais dire que les structures intellectuelles sont élaborées par celui qui apprend plutôt qu'introduites par celui qui enseigne, cela ne revient pas à dire qu'elles sont élaborées à partir de rien. Bien au

contraire: comme tout bâtisseur, l'enfant s'approprie, pour en faire usage à son idée, des matériaux qu'il trouve autour de lui, et surtout, de façon manifeste, les modèles et les métaphores suggérées par la culture environnante.

Piaget décrit l'ordre dans lequel l'enfant développe diverses facultés intellectuelles. Il accorde plus de poids que lui au rôle que jouent les matériaux offerts par telle ou telle culture dans la détermination de cet ordre. Notre culture occidentale, par exemple, est très riche en matériaux utiles à l'enfant pour mettre en place certaines parties de sa pensée logique et numérique (...). Les enfants élaborent ces structures de pensée de manière préconsciente et "spontanée", c'est-à-dire sans qu'elles leur soient volontairement inculquées. D'autres structures de la connaissance, comme l'agilité d'esprit que réclament les permutations et les combinaisons, par exemple, ne s'acquièrent que plus lentement, ou même ne se développent pas spontanément, et doivent être abordées grâce à un enseignement classique. Le présent ouvrage, dans son ensemble, tend à démontrer que la différence observée dans le développement de ces structures est imputable, dans bien des cas importants, à la relative pauvreté de notre culture en matériaux qui permettraient de bâtir ces structures intellectuelles "plus avancées" (...).

(PAPERT 1981, pp. 31-32).

Face à la sophistication de LOGO, le CA ne met en oeuvre que des moyens techniques relativement simples et de toutes façons déjà anciens: documents, fiches, travail en groupes.

REFERENCES

- Amigues R. et al. (S.I.N.G.), Le travail autonome des élèves en mathématiques et en sciences physiques.
- Foucault M. (1963), Naissance de la clinique, PUF, Paris, 4ème édition 1978.
- Epassade G. (1971), L'autogestion pédagogique, Gauthier-Villars, Paris.
- Papert S. (1981), Juïllissement de l'esprit, Flammarion, Paris.
- Salines M. (1972), Pédagogie et éducation, Mouton, Paris — La Haye.

ANNEXE 5

On a reproduit ci-dessous un extrait du Commentaire général présentant à l'utilisateur une suite de séquences didactiques portant sur les notions d'arithmétique enseignées en classe de cinquième. On trouvera notamment une analyse de la notion de "prise en charge des conditions d'apprentissage" ainsi qu'une présentation de la structure adoptée dans le cadre du travail de référence des séquences didactiques et de leur organisation d'ensemble (V. Chevallard, janvier 1985).

**LA PRISE EN CHARGE DE L'APPRENTISSAGE
ET LA STRUCTURE DES SÉQUENCES DIDACTIQUES**

Structure et fonctionnement des séquences didactiques

La prise en charge de l'apprentissage

Les mathématiques ne peuvent être apprises seulement par définitions et théorèmes, parce que l'activité mathématique suppose l'emploi de maints théorèmes en acte, de maints schèmes laissés implicites, que l'élève ne pourra donc rencontrer s'il n'a pas l'occasion de s'affronter à des problèmes, et qui sont pourtant indispensables et à l'appropriation des concepts, et à leur emploi efficace.

Cette remarque, de même que les analyses qui précèdent, ne disqualifient pas pour autant le plan didactique traditionnel qui procède par définitions, théorèmes et exercices. Le travail de repérage que l'élève doit réaliser pour construire les concepts pourra tout de même se faire s'il doit avoir, même de manière limitée, et peut-on ajouter, de manière nécessairement limitée, appropriation et maîtrise des concepts. Mais ce travail nécessaire n'apparaît pas alors dans le découpage officiel du cours de mathématiques.

Il constitue la face cachée du fonctionnement du système didactique, dont l'organisation est laissée à l'initiative de l'élève; l'enseignant n'a guère de prise, alors, sur son existence, non plus que sur la pertinence de ses modalités et de ses contenus. La prise en charge, par l'enseignant, de ce moment essentiel de l'activité de l'élève demeure

faible, elle se limite à fournir la matière sur laquelle l'élève devra ensuite oeuvrer seul — une matière qui n'est d'ailleurs pas spécialement préparée pour cette fin.

On peut être tenté de résumer cette problématique de l'enseignement en disant que, s'agissant de l'élève, l'enseignant ~~se~~ pose deux types de question.

Que doit-il apprendre? — se demande-t-il avant de donner son enseignement. La réponse à cette question conditionne la liste des définitions, théorèmes et types d'exercices.

Qu'a-t-il appris? — se demandera-t-il ensuite, un peu après qu'il aura délivré son enseignement. C'est alors le temps de l'évaluation (interrogations orales, écrites, etc.).

Or, une exigence plus forte quant à la prise en charge des conditions d'apprentissage de l'élève par l'enseignant devrait conduire celui-ci à se poser des questions complémentaires et essentielles. Etant donné ce que je lui propose de faire (par exemple, apprendre ses leçons, faire ses exercices), comment peut-il apprendre ce qu'il doit — ce qu'il est censé devoir — apprendre? Et encore: étant donné ce que je lui ai proposé de faire, que pourra-t-il éventuellement apprendre?

C'est ici que le plan didactique traditionnel, s'il peut montrer une grande rigueur mathématique (par exemple dans l'enchaînement des définitions, des théorèmes et des exercices), apparaît souvent manquer de rigueur didactique.

Cette insuffisance de principe est clairement visible, par contraste, lorsque, sur tel point particulier, une plus haute ambition se manifeste: il en est ainsi dans les cas où l'enseignant entreprend d'assurer la maîtrise par l'élève de tel schème, de tel pattern élémentaire (comme par exemple, en arithmétique, de tel ou tel caractère de divisibilité), par le moyen de la répétition d'exercices de type semblable.

Cette intention participes authentiquement à un plan de prise en charge de l'apprentissage de l'élève. Elle n'en est certes qu'un élément, le plus facile à concevoir et à réaliser (même si, comme pour le danseur qui travaille à la barre, le chanteur qui fait ses gammes, etc., ce type d'activité est un ingrédient indispensable d'un apprentissage réussi). Mais elle donne une idée d'une semblable ambition, appliquée à d'autres aspects et à d'autres moments de l'apprentissage: par rapport à elle, il y a différence de difficulté (dans la conception comme dans la réalisation), non différence de nature.

Dans les séquences didactiques présentées ici, c'est

cette ambition que l'on s'est efforcé de poursuivre. Mais cette dernière affirmation doit être aussitôt complétée par deux remarques essentielles.

La première pour observer que, étant donné l'état actuel du développement de la recherche en didactique des mathématiques, une telle ambition dessine d'abord une perspective de travail, et ne désigne qu'ensuite un objectif lequel demeure encore largement hors de portée de nos possibilités théoriques et pratiques.

La seconde - qui, elle, n'est pas liée à la situation historique des recherches en matière d'enseignement des mathématiques -, afin de souligner que ce n'est pas tant l'apprentissage lui-même qu'il s'agit de tenter de prendre en charge que les conditions de cet apprentissage: l'effort de l'élève en ce domaine peut se voir proposé des contenus mieux adaptés, et des modalités plus pertinentes. Mais, de cet effort, le processus d'apprentissage ne saurait, bien entendu, faire l'économie.

E'une des questions que nous appelons l'enseignant à se poser à propos de l'élève était, rappelons-le, celle-ci: "étant donné ce que je lui propose de faire, que pourra-t-il éventuellement apprendre ?" Il serait évidemment très tentant de prétendre répondre à cette autre question: "étant donné ce que je lui propose de faire, que va-t-il effectivement apprendre ?" Question qui demeure pourtant, malgré qu'on en ait, quoi qu'on fasse, et par essence, ouverte.

1.2. La structure ~~Activité-Théorie-Exercices~~

Nous présenterons ici assez brièvement la logique qui sous-tend l'organisation du processus didactique mis en oeuvre dans les séquences, la présentation détaillée des séquences successives et leur enseignement effectif permettant seuls ensuite d'en assurer, de la part de l'utilisateur, une maîtrise satisfaisante.

La structure des séquences didactiques (à l'exception de l'introduction) est essentiellement ternaire. Par rapport au plan usuel, c'est le premier moment - l'Activité - qui en constitue l'originalité.

Pour justifier cette assertion, il convient de préciser les fonctions dévolues à l'Activité.

Celle-ci, en effet, ne se voit pas assignée la simple charge de "motivation" ou de "mise en train" des élèves. Elle constitue la pièce centrale du dispositif d'enseignement et d'apprentissage.

C'est en s'affrontant aux problèmes proposés dans

L'activité que les élèves devraient opérer le travail que l'on a appelé plus haut "de repérage des concepts", lequel influe, dans le sens extensif donné à cette expression, l'identification - ou, du moins, une première reconnaissance - des méthodes et des résultats.

L'activité n'a pas l'exclusivité de cette fonction, certes - puisque la Théorie et les Exercices, d'autres manières, offriront matière à l'exercer. Mais elle constitue, pour chaque séquence, le moment où la conceptualisation précédemment mise en place et confortée par la Théorie et les Exercices de la séquence précédente, se trouve ébranlée, pour être retravaillée, ouverte à de nouveaux éléments conceptuels qui vont émerger, s'imposer, être assimilés, et provoqueront le cas échéant une rééquilibration du système de connaissances antérieurement organisé.

Il apparaît à un aspect caractéristique de l'Activité: elle est le moment où l'élève rencontre du nouveau, et cette rencontre se fait, si l'on peut dire, à la première personne.

Alors qu'en effet, dans le plan didactique traditionnel, c'est le "cours" (c'est-à-dire la Théorie) qui assume cette charge, alors que c'est par la médiation expresse de l'enseignant que l'élève se voit confronté à des notions inédites, il en va autrement ici.

Le poids du renouvellement, c'est-à-dire de la progression dans le temps didactique, est déporté sur l'Activité, moment où l'élève, au sein de la classe comme communauté d'élèves, s'avance, en le construisant, ou du moins en en posant les prémisses, vers un savoir neuf pour lui. C'est là, donc, que la progression dans le savoir se fait, ou sera manquée. Moment essentiel, dont la durée ne saurait être chichement mesurée.

L'Activité est le moment de l'élève. A l'opposé, la Théorie est le moment de l'enseignant. C'est dans la Théorie, en effet, que l'enseignant intervient, dans la classe mais au nom d'un savoir dont il doit faire reconnaître qu'il préexiste à la classe et existe en dehors et indépendamment d'elle, afin d'évaluer le savoir construit par les élèves, par un travail de nomination, de définition, de formulation visant à l'institutionnalisation de ce savoir.

La Théorie joue ainsi, indissolublement, un double rôle. Vis-à-vis de la classe comme organisation "autonome", elle opère un inventaire et un bilan, périodiquement dressés, de l'état du savoir dans la classe, à des fins de capitalisation - capitalisation par laquelle s'engendra une version officielle de l'histoire intellectuelle de la classe. Vis-à-vis de la classe comme lieu d'acculturation,

C'est à dire vis-à-vis de la classe comme élément d'une société, de ses savoirs et de sa culture, elle réalise la confrontation, l'ajustement, la mise en phase "d'un savoir endogène - produit dans la classe - avec le savoir exogène donné par l'institution comme objectif du processus d'apprentissage.

C'est en un autre sens que les Exercices viennent conforter - selon l'expression employée plus haut - le travail amorcé dans l'Activité. En cette étape, les notions auxquelles on a jugé bon de donner un statut culturel explicite ont été estampillées, les théorèmes énoncés, les méthodes précisées. Les Exercices sont, à nouveau, le lieu de l'élève. Mais ici la matière n'est pas neuve. Non que le travail d'appropriation et de construction du savoir ne s'y poursuive pas. Mais il est ici, en principe, un travail d'approfondissement visant à une maîtrise conceptuelle et technique accrue d'une matière pour l'essentiel inchangée.

Il convient pourtant de souligner encore ce qui a été dit longuement plus haut. L'explicitation culturelle réalisée par la Théorie laisse par nécessité échapper nombre de "savoirs pratiques", indispensables à la pratique mathématique. Les Exercices, de même que l'Activité - par la force des choses, ces deux moments sont à cet égard de même nature - ne retiennent pas entre eux le "devenu explicite" et le "laissé implicite". C'est l'ensemble des éléments de savoir nécessaires en ce point à sa pratique que l'élève doit entreprendre de maîtriser. Et c'est donc tout autant à l'apprentissage de ce qui émerge dans la théorisation qu'à la maîtrise de ce que celle-ci n'a pas explicité - mais qui est nécessairement présent en toute pratique - que l'enseignant devra prêter attention.

1.3. Interrogations écrites et problèmes libres

Toutes les trois séquences, une Interrogation écrite est proposée, en vue d'une passation en classe de 50 minutes environ. A cet égard, le rythme et les modalités retenus ici peuvent être qu'indicatifs. Il est en revanche essentiel de souligner, même très brièvement, le rôle décisif que jouent ces points de rendez-vous dans la conduite de la classe.

Il convient d'abord d'indiquer que ce qu'il est convenu d'appeler l'évaluation ne doit être en aucun cas conçue comme venant se surajouter d'une manière que d'aucuns pourront trouver d'ailleurs bien regrettable - à l'activité "normale" de la classe. Tout au contraire, les interactions d'évaluation doivent prendre rang à côté des autres moments du processus didactique, dont ils font organiquement partie.

Le tableau que nous avons tracé précédemment pêche sans

doute par angélisme. Une classe réelle est traversée de conflits. Mais elle est d'abord le lieu d'un rapport de forces, entre élèves et enseignant, à propos du savoir. C'est ce rapport de forces que l'évaluation amène brusquement sur le devant de la scène. Et c'est la gestion, bonne ou mauvaise, de ce moment conflictuel, entre tous qui décidera du sort de ce qui aura précédé et, également, des conditions, bonnes ou moins bonnes, de la poursuite du travail engagé.

Les trois moments de la séquence didactique, en effet, ne fixent pas complètement, aux yeux des élèves, l'attente de l'enseignant. Le savoir qu'ils ont construit pour eux-mêmes, le savoir qui a été explicitement théorisé ensuite, et celui qui a couru au fil des exercices, tout cela est pour eux, peut-être, bel et bon. Mais seul l'acte d'évaluation leur dira, par ses contenus et ses modalités, ce qui fait l'attente de l'enseignant - ce qui doit, non seulement être appris, mais être su, ou plutôt, dont on doit pouvoir montrer, de telle ou telle manière, qu'on le sait. Jusqu'à l'extrême limite, rien n'est tout à fait sûr; tout, ou presque, peut encore être négocié.

L'évaluation - l'interrogation écrite ici - est ce point tournant qui va provoquer, de manière parfois irréversible, un immense tri dans ce qui, du savoir, a été antérieurement parcouru, définissant (implicitement) ce qu'on pouvait donc négliger - ce dont il fallait savoir surtout que l'enseignant n'attendait pas vraiment qu'on le sût - et ce sur quoi l'enseignant ne transigerait pas. Une partie de l'énergie dépensée pour faire vivre dans la classe un certain savoir est dès lors privée de ses effets - l'évaluation ayant tué ce à quoi l'enseignant avait eu peut-être tant de mal à donner vie et signification.

Mais au-delà de ce reclassement empirique portant sur le passé, l'évaluation donnera aussi une plus ou moins grande validité à certains schèmes anticipateurs concernant les attentes et les exigences futures de l'enseignant. Or ces schèmes anticipateurs seront soit une aide, soit au contraire une gêne, voire un facteur de dénaturation, vis-à-vis du travail à poursuivre.

Pour toutes ces raisons, l'évaluation constitue donc un point crucial, d'extrême sensibilité, dans le pilotage par l'enseignant du processus didactique, en lequel toute erreur - par laxisme ou par excès de rigueur - peut engendrer des effets sans proportion avec leur cause. Il y a là un problème d'exacte mesure qui ne saurait trouver de solution facile. Au moins conviendra-t-il d'y demeurer attentif.

Les Problèmes libres que nous proposons (toutes les quatre séquences) n'appartiennent pas au plan de l'évaluation proprement dit; auquel on peut dire, en effet,

qu'ils se surajoutent. Leur existence a un lien évident avec ce que nous disions du rôle des problèmes dans les communautés scientifiques. Bien qu'ayant un rapport avec les thèmes traités dans les séquences précédentes - contrairement aux problèmes proposés dans les activités, ils ne supposent pas véritablement d'outils mathématiques nouveaux - leur résolution ne peut être obtenue par une application plus ou moins immédiate des notions antérieurement étudiées - en quoi ils se distinguent également des exercices. En ce sens on peut dire qu'ils sont (relativement) libres par rapport au contexte de l'étude, libres aussi parce que les élèves sont libres de s'y attaquer ou non.

On soulignera seulement deux dispositions pratiques dont l'absence pèserait sur la signification et la possibilité même de ce type d'activité.

D'une part, le temps laissé aux élèves pour apporter leurs solutions doit être suffisamment long, par exemple de l'ordre du mois, ou du trimestre - à moins que l'enseignant décide d'accepter les solutions tant que le problème demeure ouvert dans la classe. (En conséquence il y aura, assez vite, plusieurs problèmes libres attendant leur solution.)

D'autre part, les solutions apportées (tout au moins les premières d'entre elles) devront être récompensées effectivement - c'est-à-dire valoir à leurs auteurs une note qui prennent rang parmi les autres notes de l'élève (obtenues aux interrogations écrites par exemple).

Enfin ajoutons que, pour souligner le caractère de compétition "publique", l'enseignant peut par exemple afficher dans la classe et l'énoncé des problèmes, et la ou les meilleures solutions reçues. Dans la mesure où cela apparaît possible, les problèmes libres pourront d'ailleurs faire l'objet d'une "mise au concours" entre plusieurs classes de cinquième de l'établissement.

COMMANDE 0 - EQUIPE 1

Fiche d'évaluation du produit

1. Examen du dossier

- Lettre de présentation: OK.
- Guide d'utilisation: c'est seulement une notice technique; le mode d'emploi didactique manque.
- Copie d'écran du menu: OK.
- Copie d'écran du graphique: OK.
- Listing: clairement présenté.

2. Essai sur machine

- Le programme semble exploitable.
- Cependant, à l'affichage des résultats, la première ligne de l'affichage saute.

LUMINY le 2 juillet 1985

Votrs Références: Chose 27735 D

GROUPE (RFA)
à
CHOSE IREM

Objet: Résolution d'un système du type:
 $bx + y = a$
 $y < x$
 a et b entiers naturels, b non nul

Monsieur,

Nous avons l'honneur de vous adresser sous ce pli le logiciel correspondant à votre commande, comme vous nous l'avez demandé, nous avons utilisé le matériel LOGABAX Persona 1600 en langage Basic.

En consultant les documents joints vous voudrez bien vous reporter :

- au guide d'utilisation pour les contraintes éventuelles,
- au listing pour la présentation des résultats à l'écran.

Nous vous rappelons que nous sommes à votre disposition pour toute amélioration des performances de votre logiciel.

Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

Groupe 1 (RFA)

GUIDE D'UTILISATION

Votre Référence : Chose 272850

Objet : Résolution d'un système du type:
 $b \times y = a$
 $y < x$
 a et b entiers naturels, b non nul

Après mise en route de l'appareil et chargement du système puis du GRAPHICS suivi du GWBASIC (voir notice constructeur), retirer votre disquette système, introduire la disquette ci-jointe et entrer LOAD "CHOS2" puis RUN. Suivre ensuite rigoureusement les instructions portées au menu.

Pour faire une copie d'écran taper sur Shift *.

Restrictions :

Pour les questions A (respectivement 5) de grandes amplitudes de l'intervalle [M,N] associées à de petites valeurs de B (respectivement A) peuvent conduire à de très longs temps de traitement.

ETUDE DES SYSTEMES DE TYPE : $b \cdot x + y = a$ et $y \leq x$
 a et b entiers naturels non nuls. (x,y) couples d'entiers naturels positifs
 tel que le système admette k solution(s)

Pour a et b donnés, résolution du système 1

Pour b donné, déterminer a avec $m \leq a \leq n$
 tel que le système admette k solution(s) 2

Pour a donné, déterminer b avec $m \leq b \leq n$
 tel que le système admette k solution(s) 3

Pour b et s donnés, déterminer a avec $m \leq a \leq n$
 tel que le couple (s, y) soit solution 4

Pour a et s donnés, déterminer b avec $m \leq b \leq n$
 tel que le couple (s, y) soit solution 5

Illustration graphique des solutions du système 6

Pour terminer la séquence de travail 7

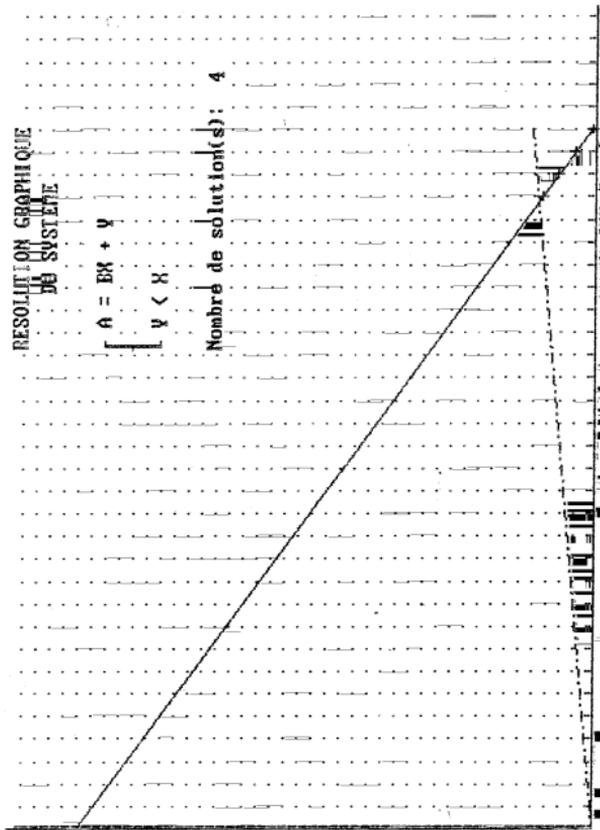
 Entrer le numéro correspondant à votre choix ?

RESOLUTION GRAPHIQUE
DU SYSTEME

$$A = BX + Y$$

$$Y < X$$

Nombre de solution(s): 4



$a = 250$
 $b = 0$

pour continuer appuyer sur \downarrow C
pour aller au (n)end appuyer sur \rightarrow n

```

10 REM programme Opam laequipe 1 RFA
14 REM
15 REM -----O H O F S O I-----
14 REM
20 KEY OFF
30 DIM X(10),Y(10)
100 *****
110 ** MENU **
120 *****
130 GOSUB 7000
135 FOR K=1 TO 100: NEXT K
138 LOCATE 7,60
139 PRINT "*****"
140 LOCATE 10,60
150 PRINT "* MENU*"
155 LOCATE 11,60
158 PRINT "*****"
160 LOCATE 4,1
165 PRINT
170 PRINT "Pour a et b donnés, résolution du système";TAB(50);"1"
175 PRINT
180 PRINT "Pour b donné, déterminem a avec m<a<n"
190 PRINT "tel que le système admette k solution(s)";TAB(50); "2"
195 PRINT
200 PRINT "Pour a donné, déterminem b avec m<b<n"
210 PRINT "tel que le système admette k solution(s)";TAB(50); "3"
215 PRINT
220 PRINT "Pour b et s donnés, déterminem a avec m<a<n"
230 PRINT "tel que le couple (s,y) soit solution";TAB(50); "4"
235 PRINT
240 PRINT "Pour a et s donnés, déterminem b avec m<b<n"
250 PRINT "tel que le couple (s,y) soit solution";TAB(50); "5"
255 PRINT
260 PRINT "Illustration graphique des solutions du système";TAB(50);"
265 PRINT
270 PRINT "Pour terminer la séquence de travail";TAB(50);"7"
275 PRINT
300 LOCATE 23,1:PRINT STRING$(80," ")
310 PRINT "entrez le numéro correspondant à votre choix :";
300 INPUT R%
310 IF R% < 2 OR R% > 7 THEN PRINT CHR$(7) :GOTO 100
320 IF R% = 1 THEN GOTO 1000
330 IF R% = 2 THEN GOTO 2000
340 IF R% = 3 THEN GOTO 3000
350 IF R% = 4 THEN GOTO 4000
360 IF R% = 5 THEN GOTO 5000
370 IF R% = 6 THEN GOTO 6000
380 IF R% = 7 THEN GOTO 7000
390 REM -----fin du menu-----

```

```

1000 CLS: PRINT "Vous avez choisi la question 4" PRINT
1030 INPUT "donnez la valeur de a": A: PRINT
1040 IF INT(A) <= 0 OR A < 0 THEN PRINT "a doit être élément de N" PRINT GOTO 1050
1050 PRINT: INPUT "donnez la valeur de b": B: PRINT
1060 IF INT(B) <= 0 OR B < 0 THEN PRINT "b doit être élément de N" GOTO 1050
1070 GOSUB 10000
1072 REM ----- sortie des solutions -----
1073 CLS
1074 IF A=0 THEN GOTO 1130
1090 PRINT
1100 FOR I=1 TO (C-D)
1110 PRINT " (" ; X(I) ; " , " ; Y(I) ; " )": PRINT
1115 FOR L=1 TO 100 NEXT L
1120 NEXT I
1122 LOCATE 10,60:PRINT "il y a " TC-D; " solutions pour "
1123 LOCATE 14,60:PRINT "A=" TAB LOCATE 14,68: PRINT "B=" TAB
1125 GOTO 1145
1130 LOCATE 10,14:PRINT "il n'y a pas de solution au système proposé"
1145 LOCATE 22,1:PRINT STRING$(80," ")
1150 PRINT "Pour continuer appuyez sur < c >"
1151 PRINT "Pour aller au menu appuyez sur < m >"
1160 S$=INPUT$(1)
1170 IF S$="c" THEN GOTO 1000
1180 IF S$="m" THEN GOTO 100
1190 IF S$("<c>" OR S$("<m>") THEN GOTO 1160
1200 END

```

```

2000 CLS PRINT
2000 GOTO 2007
                Vous avez choisi la question 2 PRINT
2007 PRINT
2008 PRINT "Veuillez entrer le nombre de solutions souhaitées";
2010 INPUT K PRINT
2013 PRINT "K = "; K, " Si vous n'êtes pas d'accord tapez <N>, sinon RETOUR"
; INPUT G$
2015 IF G$ <> "" GOTO 2019
2017 IF G$ = "n" GOTO 2007
2018 PRINT
2019 IF K < 0 OR INT(K) <> K THEN PRINT CHR$(7); "K doit être un entier naturel. Rec-
ommencez." GOTO 2007
2021 PRINT
2022 PRINT "Veuillez entrer le nombre B";
2023 INPUT B PRINT
2024 PRINT "B = "; B, " Si vous n'êtes pas d'accord tapez <N>, sinon RETOUR"
; INPUT G$
2025 IF G$ <> "" GOTO 2030
2024 IF G$ = "n" GOTO 2021
2030 IF B <= 0 OR INT(B) <> B THEN PRINT CHR$(7); "B doit être un entier naturel non
nul. Recommencez." GOTO 2021
2040 IF 0
2045 FOR A = 1 TO N+1
2050 C = INT(A/B) - 1 = INT(A/(B+1))
2055 IF C <= 0 THEN PRINT A;
2060 NEXT A
2065 CLS
2065 IF T = 0 THEN PRINT PRINT PRINT "Il n'y a pas de valeur de A répondant à v
os conditions" GOTO 2145
2069 CLS
2070 PRINT PRINT PRINT "Il y a "; T; " valeur(s) de A répondant à vos condition
s, qui sont: PRINT
2110 FOR A = 1 TO N+1)
2120 C = INT(A/B) - 1 = INT(A/(B+1))
2130 IF C <= 0 THEN PRINT A; " ";
2140 NEXT A
2145 LOCATE 20, 1 PRINT STRING$(80, " ")
2150 PRINT "Pour continuer appuyez sur < c >"
2155 PRINT "Pour aller au < n > appuyez sur < n >"
2160 G$ = INPUT$(1)
2170 IF G$ = "c" THEN GOTO 2000
2180 IF G$ = "n" THEN GOTO 100
2190 IF G$ <> "c" OR G$ <> "n" THEN GOTO 2160

```

```

3000CLS: PRINT "Vous avez choisi la question 3" PRINT
3005GOSUB7500
3007PRINT
3008PRINT "Veuillez entrer le nombre de solutions souhaitées";
3010INPUT K:PRINT
3013PRINT "K=";K, "Si vous n'êtes pas d'accord tapez <N>, sinon RETOUR"
      :INPUT G$
3015IF K<>"N" GOTO 3019
3017IF G$="N" GOTO 3007
3018PRINT
3019IF K<>0 OR INT(K)>K THEN PRINT CHR$(7); "4 doit être un entier naturel. Rec
ommencez." GOTO 3007
3021PRINT
3022PRINT "Veuillez entrer le nombre A";
3023INPUT B:PRINT
3024PRINT "A=";A, "Si vous n'êtes pas d'accord tapez <N>, sinon RETOUR"
      :INPUT G$
3025IF G$="N" GOTO 3030
3026IF G$="A" GOTO 3021
3030IF A<=0 OR INT(A) <> A THEN PRINT CHR$(7); "A doit être un entier naturel. Rec
ommencez." GOTO 3021
3040M=0
3042IF M=0 THEN M=1
3045FOR B=M TO 1000M
3050PRINT (A/B): D=INT(A/(B+1))
3053IF G$="A" THEN GOTO 3031
3060NEXT B
3063CLS
3065IF T=0 THEN PRINT PRINT PRINT "Il n'y a pas de valeur de B répondant à
ces conditions" GOTO 3145
3069CLS
3070PRINT PRINT PRINT "Il y a " ; T ; " valeur(s) de B répondant à vos condition
s" qui sont:" PRINT
3110FOR S=M TO 1001
3120PRINT (A/B): D=INT(A/(B+1))
3130IF G$="A" THEN PRINT B:PRINT " "
3140NEXT S
3145LOCATE 22,1:PRINT STRING$(80," ")
3150PRINT "Pour continuer appuyez sur <C>"
3151PRINT "Pour aller au <m> menu appuyez sur <M>"
3160GOTO INPUT$(1)
3170IF S$="C" THEN GOTO 3000
3180IF S$="M" THEN GOTO 100
3190IF S$="?" OR S$="<" THEN GOTO 3160

```

```

0 CL6: PRINT "                                Vous avez choisi la question #1:PRINT
5 GOSUB 7500:PRINT
7 PRINT "Veuillez entrer la valeur de solution pour A:"
8 INPUT S:PRINT
9 PRINT "S = ";S, " Si vous n'etes pas d'accord tapez <R>:sinon RETOUR"
:INPUT G$
10 IF G$<>"R" THEN GOTO 4022
21 IF G$="n" THEN GOTO 4017
22 PRINT:PRINT "Veuillez entrer le nombre B:"
23 INPUT B:PRINT
24 PRINT "B = ";B, " Si vous n'etes pas d'accord tapez <R>" :INPUT G$
25 IF G$<>"R" THEN GOTO 4080
26 IF G$="n" THEN GOTO 4022
80 DD=D:CLS
10 FOR A=1 TO 1000
20 GOSUB 10000
26 IF DD<=0 THEN GOTO #150
28 FOR L=1 TO C-D
30 IF L<=C-S THEN GOSUB #700
32 NEXT L
50 NEXT A
300 IF DD#0 THEN LOCATE 10,10:CLS:PRINT "Aucune valeur de A ne convient"
305 PRINT
310 GOTO #800
320 -----
700 IF DD#0 THEN LOCATE 5,17:CLS:PRINT "Les valeurs de A repondant au probleme s
:PRINT
710 PRINT:USING "#####" A,
720 L:CL:OT1
730 DD=i
740 RETURN
800 LOCATE 22,17:PRINT STRING$(80," ")
805 PRINT:PRINT "Pour <c> continuer appuyez sur <c >"
810 PRINT:PRINT "Pour aller au menu d'ajout appuyez sur <m >"
820 S=INPUT$(1)
830 IF S#<c > THEN GOTO 800
840 IF S#<m > THEN GOTO 100
850 IF S#<R> OR S#<N > THEN GOTO 4820

```

```

5000 CLS: PRINT " Vous avez choisi la question 54 PRINT
5005 GOSUB 7500:PRINT
5017 PRINT "Veuillez entrer la valeur S solution pour K";
5018 INPUT B:PRINT
5019 PRINT "S = "; S, " Si vous n'etes pas d'accord tapez <n>, sinon RETOUR"
: INPUT G$
5020 IF G$ <> "N" THEN GOTO 5022
5021 IF G$ = "N" THEN GOTO 5017
5022 PRINT:PRINT "Veuillez entrer le nombre A";
5023 INPUT A:PRINT
5024 PRINT "A = "; A, " Si vous n'etes pas d'accord tapez <n>, sinon RETOUR"
: INPUT G$
5025 IF G$ <> "N" THEN GOTO 5042
5026 IF G$ = "N" THEN GOTO 5022
5042 IF A < 0 THEN GOTO 5041
5080 DD=0:CLS
5110 FOR B=M TO N:
5120 GOSUB 6000
5126 IF C=0 THEN GOTO 5150
5128 FOR L=0 TO G-1
5130 IF K(L)=S THEN GOSUB 5700
5132 NEXT L
5150 NEXT B
5200 IF DD=0 THEN CLS:LOCATE 0,10:PRINT "Aucune valeur de S ne convient"
5205 PRINT
5210 GOTO 5800
5220 -----
5700 IF DD=0 THEN LOCATE 6,1:CLS:PRINT "Les valeurs de S correspondant au probleme
n°5: ";:PRINT
5710 PRINT USING "#####L:B,
5720 C=L+1
5750 DD=L
5740 RETURN
5800 LOCATE 22,1:PRINT STRING$(80," ")
5805 PRINT "Pour continuer appuyez sur <e>"
5810 PRINT "Pour aller au menu appuyez sur <m>."
5820 S=INPUT$(1)
5830 IF S="e" THEN GOTO 5000
5840 IF S="m" THEN GOTO 5000
5850 IF S <> "e" OR S <> "m" THEN GOTO 5820

```

```

6000 REM Visualisation graphique-----
6001 SCREEN=CLEAR:PRINT
6002 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
6003 PRINT "*****"
6004 PRINT " * * * * * "
6005 PRINT " * * * * * "
6006 PRINT " * * * * * "
6007 PRINT " * * * * * "
6008 PRINT " * * * * * "
6009 PRINT " * * * * * "
6010 PRINT " * * * * * "
6011 PRINT " * * * * * "
6012 PRINT " * * * * * "
6013 PRINT " * * * * * "
6014 PRINT " * * * * * "
6015 PRINT " * * * * * "
6016 PRINT "*****"
6017 PRINT:PRINT:PRINT
6018 INPUT "Quelle est la valeur de A choisie? A"
6019 IF INT(A) < 0 THEN PRINT "A doit être un élément de N":PRINT:GOTO 6018
6020 INPUT "Quelle est la valeur de B choisie? B"
6021 IF INT(B) < 0 THEN PRINT "B doit être un élément de N":PRINT:GOTO 6020
6022 PRINT "Pour continuer appuyer sur Return"
6023 C$=INPUT$(1)
6024 CLS
6025 I=INT(A/B):R=A-B*I:PRINT(A/I,B/I)
6026 IF A < 0 THEN LY=500/A: LX=500/B:EL=LY:LY=0:BX=10
6027 LINE(50,0)-(50,540)J,,&HFFF
6028 LINE(50,540)-(640,540)I,,&HFFF
6029 IF A < 0 THEN LINE(50,540)-(50,EL:LX,540)J,,&HFF:EL=EL+LINE(50,540)
6030 LINE(50,540+A*LY)-(50,EL:LX,540)R*Y
6031 FOR K=50 TO 538 STEP LY
6032 PSET(K,EL)
6033 LINE(K,538)K,1)J,,&H101
6034 NEXT K
6035 FOR J=540 TO 5 STEP -LY
6036 PSET(52,J)
6037 NEXT J
6038 LOCATE 1,50:PRINT "RESOLUTION GRAPHIQUE"
6039 LOCATE 2,55:PRINT "DU SYSTEME"
6040 LOCATE 3,50:PRINT CHR$(218); "A = BX + Y"
6041 LOCATE 4,50:PRINT CHR$(180)
6042 LOCATE 5,50:PRINT CHR$(192); " M * K"
6043 LOCATE 6,50:PRINT "Nombre de solution (S) : "TIC-D)
6044 I=S:PRINT I
6045 FOR I=0 TO C
6046 PSET(50+X1:LX,540-(A*B*X1)LY)DRAW I$
6047 NEXT X1
6048 LOCATE 23,8:PRINT "A = ";A;TAB(35);"Pour continuer appuyer sur >"
6049 LOCATE 24,8:PRINT "B = ";B;TAB(35);"Pour aller au menu appuyer sur <"
6050
6051 S$=INPUT$(1)
6052 IF S$="m" THEN GOTO 100
6053 IF S$="c" THEN GOTO 5000
6054 IF S$=">" OR S$="<" THEN GOTO 6050

```

```

6999 -----ab si on allait faire autre chose-----
7000 CLS
7010 LOCATE 10,20
7020 PRINT " AU REVEIL....."
7030 LOCATE 6,1
7040 PRINT "          En esperant que votre sequence de travail vous a apporte les
satisfactions que vous en attendiez..."
7045 LOCATE 25,1
7050 END
7499 '
7500 '*****entree de la base de m et n*****
7501 PRINT
7502 PRINT "Veuillez entrer la borne inferieure M";
7503 INPUT M;PRINT
7504 PRINT "M = "; M , "Si vous n'etes pas d'accord tapez n, sinon RETOUR"
; INPUT G$
7507 IF G$=<> THEN GOTO 7510
7508 IF G$="n" GOTO 7501
7510 IF M<=0 OR INT(M) <> M THEN PRINT "M doit etre un entier nat
rel. Recommencez"; GOTO 7501
7511 PRINT
7512 PRINT "Veuillez entrer la borne superieure N" ;
7513 INPUT N;PRINT
7514 PRINT "N = "; N , "Si vous n'etes pas d'accord tapez n, sinon RETOUR"
; INPUT G$
7517 IF G$=<> THEN GOTO 7520
7518 IF G$="n" GOTO 7511
7520 IF N<=0 OR INT(N) <> N THEN PRINT "N doit etre un entier nat
rel. Recommencez"; GOTO 7511
7530 IF N<M THEN PRINT "N doit etre strictement superieur a M. Recomm
encez"; GOTO 7500
7540 RETURN
-----
9000 '*****
9010 '**          ss:progr deaffichage          **
9020 '*****
9025 VIEW PRINT TO 4
9030 CLS
9040 PRINT "-----ETUDE DES SYSTEMES DE TYPE :  bx + y = a          et          y
<x
9050 PRINT "a est b entiers naturels non-nuls. (x,y) couples d'entiers naturels i
nconnus
9060 PRINT STRING$(80," ")
9065 VIEW PRINT # TO 4
9068 CLS
9070 RETURN
10000 REM *****resolution equation*****
10020 '
10030 PRINT (A/B);PRINT (A/ZIB+1))
10080 IF (C/D) <= 0 THEN GOTO 10165
10100 W=C/D
10110 ERASE K%Y
10130 DIM K(C/D)%(C/D)
10140 FOR I=1 TO (C/D)
10150 K(I)=D*I:Y(I)=A-B*K(I)
10160 NEXT I
10165 RETURN
10165 *****
10180
  EN A DEMAIN=3 VOUS LE VOULEZ BIEN!!!!
10270
  EN A DEMAIN=3 VOUS LE VOULEZ BIEN!!!!

```

```

ETUDE DES SYSTEMES DE TYPE :  $bx + y = a$  et  $y = x$ 
a)  $a \in \mathbb{N}$  entiers naturels non nuls.  $(x,y)$  couples d'entiers naturels inconnus
*****
( 20 , 18 )
( 21 , 16 )
( 22 , 14 )
( 23 , 12 )
( 24 , 10 )
( 25 , 8 )
( 26 , 6 )
( 27 , 4 )
( 28 , 2 )
( 29 , 0 )
il y a 10
solution(s) pour
A=58 B=2

```

```

*****
Pour continuer appuyer sur  $\rightarrow$ 
Pour aller au  $\leftarrow$  menu appuyer sur  $\leftarrow$ 

```

COMMANDE E - EQUIPE

Fiche d'évaluation du produit

1. Examen du dossier

- Lettre de présentation: OK.
- Mode d'emploi satisfaisant quoiqu'un peu succinct.
- Listing pas très clair.

N.B. Le listing reproduit ci-après n'est pas l'original fourni par l'équipe, celui-ci étant difficilement lisible à cause de la mauvaise qualité de l'imprimante utilisée.

2. Essai sur machine

- OK.
- Il serait utile de compléter par un dialogue avec l'élève afin de s'assurer que celui-ci a bien compris.
- Utilisation judicieuse des couleurs.

Service Commercial - Titane
de L. D. P. S. M.
Service Team Nine

Luminy - le 27/7/85

Objet : Votre commande du 2 juillet 1985

Veuillez trouver ci-joint le programme demandé dans votre lettre citée en objet. J'espère qu'il vous satisfera dans sa forme.

Avant toute manipulation prenez garde de lire attentivement la fiche utilisateur. Pour la suite suivez les instructions données par le programme.

Nous attirons votre attention sur le fait que nous avons apposé en plus grande taille possible (sous l'expression dans les parenthèses du 3ème attché de votre commande) au détriment de l'efficacité de nombreux plus importants.

Dans l'espoir de conserver les meilleures relations professionnelles et commerciales avec vous nous vous suggérons de :

- planifier votre travail suffisamment à l'avance afin d'éviter de faire appel à nos services la veille de votre besoin. Nous ne pouvons garantir pour l'avenir la satisfaction de vos besoins dans des délais aussi courts de plus forte raison en période de congés ;
- de traduire vous-même les textes de référence écrits en langue étrangère. Afin :

de gagner du temps compte tenu des délais que vous nous imposez ;

que votre interprétation du texte ne sera pas traitée par une traduction discutable ;

- nous épargner impérieusement toute modification du contenu des charges à quelques heures seulement de la livraison du produit. Nous travaillons d'ailleurs le samedi de facturation déterminée par votre demande tardive. Je note votre attente relative à l'intervention sur la possibilité de mise au point induite par votre intervention.

Veuillez croire, Monsieur MESSIER, en nos sentiments informatifs les meilleurs.

Le Directeur Commercial :

D. Hlapet

FICHE UTILISATEUR

Nom du Logiciel : PGCDGRA₇

Pour démarrer le programme : Taper RUN
 Choisir une des modalités proposées (toute autre
 réponse que F ou 2 est refusée)

Choisir des nombres de 1 à 20 compris

Recommandations : Il est conseillé d'observer plusieurs fois le fonctionnement
 en mode automatique avant d'utiliser le mode de recherche
 manuelle .

Les nombres choisis restent affichés au dessus de la grille
 durant toute la durée du programme choisi .

En mode manuel , toute réponse autre que numérique pour
 X et Y est refusée .

Remarque : Lorsque le PGCD est égal à 1 les derniers graphismes sont mal
 discernables. Ceci est imputable à la machine .

Copyright 85/1 Bouquet, Gallot, Gaudin, Marchand, Soulard

```

10 REM-----RECHERCHE GRAPHIQUE DE P+Q=R-----
20 REM-----DE DEUX ENTIERS NATURELS-----
30 REM-----
35 SCREENO=0
40 CLS:PRINT"      VOUS ALLEZ CHERCHER COMMENT  ":PRINT
50 PRINT"      OBTENIR GRAPHIQUEMENT LE P+Q=R.  ":PRINT
60 PRINT"      DE DEUX ENTIERS NATURELS  ":PRINT
62 PRINT"      INFERIEURS A 2000:PRINT:PRINT
63 PRINT"CHOISIS-LE NUMERO 1:PRINT:PRINT
64 PRINT"RECHERCHE AUTOMATIQUE..... 1:PRINT
65 PRINT"RECHERCHE MANUELLE..... 2:PRINT
66 INPUT"TON CHOIX ";CHX
67 IF CHX=1 THEN GOTO 70
68 IF CHX=2 THEN GOTO 200
69 GOTO 66
70 CLS:INPUT"NUMBRE A =":A
71 IF A=0 THEN PRINT"REVOYEZ VOTRE LECON":PRINT:GOTO 70
72 IF A<0 OR A>200 THEN PRINT"RECOMMENCEZ 1:PRINT:GOTO 70
73 IF INT(A/A)=A/A THEN PRINT"RECOMMENCEZ 1:PRINT:GOTO 70
80 INPUT"NUMBRE B =":B
81 IF B=0 THEN PRINT"REVOYEZ VOTRE LECON 1:PRINT:GOTO 65
82 IF B<0 OR B>200 THEN PRINT"RECOMMENCEZ 1:PRINT:GOTO 65
83 IF INT(B/B)=B/B THEN PRINT"RECOMMENCEZ 1:PRINT:GOTO 65
100 CLS:SCREENO=0
110 LOCATE 5,1:PRINT A,B
120 FOR I=1 TO 180 STEP 8
130 LINE(1+I/27,1),I,B)_:6
140 NEXT I
150 FOR J=1 TO 180 STEP 8
160 LINE(20,1)-(180,1)_:6
170 NEXT J

```

```

180 LINE(20,187) = 190,187 : LINE(20,182) = 20,187
190 LINE(20,187) = 180,187 : 2
200 GOTO 24 IF X=0 AND Y=0 : COLOR,1 : PRINT
300 GOTO 25 IF NOT PRINT : "X LOCATED : PRINT "Y=" : Y
305 IF X=0 THEN GOTO 400
310 LOCATE 25,3 : PRINT "POUR CONTINUER"
320 LOCATE 25,3 : PRINT " FRAPPER "
330 LOCATE 25,3 : PRINT "UNE TOUCHE "
340 ZZ=INKEY(1)
350 FOR I=0 TO 2 : LOCATE 25,4+2*I : PRINT "NEXT"
360 IF ZZ THEN K=VAL(Y+INKEY) : GOSUB 400 : GOTO 500
370 K=VAL(Y+INKEY) : GOSUB 400 : GOTO 500
371 STOP
395 REM ---- TRACE : TRIANGLE ----
400 COLOR,1 : LOCATE XN,3 : YN,ORPRINT "*"
410 LINE(20+X*8,187+Y*8) = (20+X*8,187+Y*8)
420 LINE(20+X*8,187+Y*8),1
430 LINE(20+X*8,187+Y*8),1
450 K=INKEY : YN+1 : RETURN
1000 LOCATE 2,24 : COLOR,3 : PRINT "REVOYEZ VOTRE A : " : ET " " : PRINT
1010 PRINT "RETOUR AU MENU : TAPER UNE TOUCHE " : ZZ=INKEY : GOTO 1000
2070 CLS : INPUT "NOMBRE " : A
2075 IF A=0 THEN PRINT "REVOYEZ VOTRE LECON " : PRINT : GOTO 2070
2075 IF A=0 OR A>20 THEN PRINT "RECOMMENCEZ " : PRINT : GOTO 2070
2080 IF INT(A)/A=0 THEN PRINT "RECOMMENCEZ " : PRINT : GOTO 2070
2085 INPUT "NOMBRE " : B
2087 IF B=0 THEN PRINT "REVOYEZ VOTRE LECON " : PRINT : GOTO 2085
2090 IF B=0 OR B>20 THEN PRINT "RECOMMENCEZ " : PRINT : GOTO 2085
2095 IF INT(B)/B=0 THEN PRINT "RECOMMENCEZ " : PRINT : GOTO 2085
2100 CLS : SCREEN 0
2110 GOTO 3 : PRINT
2120 FOR I=1 TO 180 : STEP 5
2130 LINE(I,27) = 1,187 : 6
2140 NEXT I

```

```

2150 FOR J=27 TO 187 STEP 3
2160 LINE 20, J TO 480, 15
2170 NEXT J
2180 LINE 20, 187 TO 190, 187, 23 LINE 20, 187 TO 20, 57, 2
2190 LINE 20, 187 TO 180, 27, 2
2200 LOCATE A+2, 23, 2, 4: X=A+Y=B+C: COLOR 0: PRINT "*"
2300 IF X=Y THEN GOTO 4000
2360 IF X>Y THEN K=30:TYN=Y+K:V=V+TGOSUB 4000+GOSUB 4000:GOTO 2305
2370 X=N:TYN=Y+K:U=0:V=V+TGOSUB 4000+GOSUB 4000:GOTO 2305
4000 END
4005 LOCATE 25, 2: PRINT "NOUVELLES"
4010 LOCATE 25, 4: PRINT "COORDONNEES"
4020 LOCATE 25, 6: PRINT "DEBUT DE LA TOILE"
4030 I=I+1
4034 COLOR 0
4035 LOCATE 25, 8: PRINT " "
4036 LOCATE 25, 9: PRINT " "
4037 LOCATE 25, 11: PRINT " "
4038 LOCATE 25, 13: PRINT " "
4039 LOCATE 25, 15: PRINT " ": COLOR 0, 1
4040 LOCATE 25, 17: PRINT "X=";: INPUT X
4050 LOCATE 25, 19: PRINT "Y=";: INPUT Y
4060 IF X<=XN AND Y<=YN THEN RETURN
4070 IF I<=4 THEN LOCATE 25, 1: PRINT "RECOMMENCEZ LE JEU TOUS LES 5000 POINTS"
4075 LOCATE 25, 1: PRINT " "
4080 LOCATE 25, 4: PRINT "ATTENTION..."
4081 LOCATE 25, 13: PRINT "DERNIER" "
4082 LOCATE 25, 15: PRINT "ESSAI" "
4140 LOCATE 25, 17: PRINT "X=";: INPUT X
4150 LOCATE 25, 19: PRINT "Y=";: INPUT Y
4160 IF X<=XN AND Y<=YN THEN RETURN
4170 COLOR 0, 7: C=3: PRINT "POUR OBTENIR LA SOLUTION, RECHERCHEZ LA"
4175 LOCATE 25, 1: PRINT "TOMATIQUE..."
4180 GOTO 5

```

COMMANDE - EQUIPE

Fiche d'évaluation du produit

1. Examen du dossier

- Lettre de présentation OK.
- Mode d'emploi suffisant.
- Listing clair, semblant répondre à la demande.

2. Essai sur machine

- OK.
- Quelques remarques de détail:
 - * il manque un format pour le tirant Leau (pour éviter les "599999");
 - * il faudrait qu'une touche permette de ramener la boîte à la position de départ.

groupe IBM
 université de

Lumigny le 2 juillet 1955

Messieurs,

Nous avons le plaisir de vous féliciter pour votre commande
 d'imprimante électrique sur 2 juillet 1955.

Vous trouverez ci-joint :

- II Une description de l'équipement
- III Une documentation technique
- IV Une description du programme

Nous vous remercions de votre confiance et restons à votre disposition
 pour tout autre travail ou renseignement que vous
 demanderez. Cependant, qu'il arrive que vous veniez à bien ne pas nous
 imposer des délais excessifs, nous sommes obligés de travailler
 dans des conditions extrêmement défavorables pour vous bonne
 satisfaction.

Très cordialement...

;

LOGICIEL "ARCHI"
 Application de traitement de texte
 Ce logiciel est à deux

MODE D'EMPLOI

- Appareil à utiliser: MICRAL 8022-3 (graphique)

- Changer le système à 6633EX

- Lancer le programme "ARCHI"

- La disquette doit rester dans le lecteur.

- L'écran de l'exécutable propose apparaît de la façon:

Représente la boîte métallique pour dimensions de papier:

--largeur de la base: carré 10 cm

--hauteur: 10 cm

Il faut rechercher si la boîte toute ou flote lorsque l'on modifie sa largeur ou sa hauteur. (Sa masse surfacique reste constante).

- On fait varier la hauteur ou la largeur de la boîte en appuyant sur les flèches verticales ou horizontales de la droite de travail.

Le schéma de la boîte se positionne sur l'écran et ses dimensions apparaissent sur l'écran.

En comparant les schémas successifs et les valeurs numériques affichées sur l'écran, l'utilisateur peut répondre aux 4 questions posées.

Remarque pour la duplication de cette disquette:

La disquette contient le fichier programme ARCHI et le fichier données ARCHI.

Logiciel ARCHI

```

1 *
2 *
3 * Elaboré pendant le stage de l'Université d'Edinburgh, R.E.M. de Louvain par
4 *
5 * Christian BOUVIER - Lycée français de La Joliette (TUNISIE)
6 *
7 * Christiane DABIN - Lycée français de Valence (ESPAGNE)
8 *
9 * Michel DUNOGIER - Lycée français de Barcelone (ESPAGNE)
10 *
11 * Alain Pierre LORANG - Lycée français de Londres (Royaume Uni)
12 *
13 * Marie-Georges ROUX - Lycée français de Madrid (ESPAGNE)
14 *
50 AFFICHER .128. NETTOYER 0
98 *
99 * DEBUT DU PROGRAMME *****
100 CHAINÉ @, CA
102 AFFI(1) -> SUITE() -> AFFI(2) -> SUITE() -> M
104 ENHIT -> AFFICHER .130. 48.
106 LF10 -> H + 10 -> X + 4 -> H / C
108 BOITE(L, H, X)
190 POSCR(24) -> AFFICHERE(L, largeur -> 10, X, Hauteur -> 10, X, Tirant -> 10, OJ)
    &RESUL(L, H, X)
200 CALS(LIRE())
202 SI CA = 145. ALORS DEBUT LF17 -> S1 -> 25. ALORS DEBUT LF18 :&DING() -> FIN SINON
    DEBUT LF19 -> 4 -> H / C :&RESUL(L, H, X) -> BOITE(L, H, X) -> FIN -> ALLER EN 200. FIN
204 SI CA = 8. ALORS DEBUT LF17 -> X -> 4 -> H / C -> S1 -> K -> H ALORS DEBUT DEBUT &COULE(L, H) ->
    ALLER EN 104. FIN SINON DEBUT &RESUL(L, H, X) -> BOITE(L, H, X) -> FIN -> ALLER EN 200
    FIN
206 SI CA = 147. ALORS DEBUT LF43 -> S1 -> 25. ALORS DEBUT LF44 -> DONG() -> FIN SINON
    DEBUT LF45 -> 4 -> H / C :&RESUL(L, H, X) -> BOITE(L, H, X) -> FIN -> ALLER EN 200. FIN
208 SI CA = 0. ALORS DEBUT LF17 -> X -> 4 -> H / C -> S1 -> I -> H ALORS DEBUT &COULE(L, H) ->
    ALLER EN 104. FIN SINON DEBUT &RESUL(L, H, X) -> BOITE(L, H, X) -> FIN -> ALLER EN 200
    FIN
240 SI CA = 27. ALORS ALLER EN 600
500 AFFICHER .131. ACTIF -> TERMINER
998 *
999 * PROCEDURE DE SAISIE D'UN CARACTERE AU CLAVIER *****
1000 PROCEDURE CALS(LIRE() LOCAL O, P, ST, CLAV, CHAINÉ, CLAV
1002 C = PZ -> L -> B -> 44 -> L -> 10. 1. 142 -> 73 -> 0
1004 FAIRE 1012 TANT QUE S#1
1006 CLAV -> AUVO(L)
1008 FAIRE 1010 POUR I#1 JUSQUA 6
1010 S#1 -> MA(CLAV) -> SCH(O, I, J) ALORS S#1
1012 *
1014 RESUL -> AT -> CLAV
1998 *
1999 * PROCEDURE D'AFFICHAGE D'UN TEXTE MIS EN FICHER *****
2000 PROCEDURE AFFI(N) LOCAL N
2002 AFFICHER .128.
2004 CHARGER EN ARCHI
2006 AFFICHER CUJ
2008 RETOUR
2998 *
2999 * PROCEDURE DE DESSIN DE LA BOITE SUR LE CLAV *****
3000 PROCEDURE BOITE(L, H, X) LOCAL O, H, X
3002 NETTOYER 0
3010 PAGE PLN1
3020 FORME BOIT
3030 BOITEVEC(O, L, 1/2, H, X) -> VEC(PAT, O, H) -> VEC(O, L, O) -> VEC(O, O, H) -> VEC(O, O,
    X, H) -> VEC(O, L, 29, O) -> VEC(O, L, 29, O) -> VEC(O, L, 29, O)
3040 INSERER EN PLN1, BOIT
3042 CADRE PLN1, -25, -25, 25, 25
3050 TRANSFERER PLN1 70
3200 RETOUR

```

```

3998*
3999* PROCEDURE DESSIN DE LA BOITE AU FOND DE L'EAU *****
4000 PROCEDURE COULE(CU,H) LOCAL H,L
40+0 NETTOYER
4020 PAGE PLN1
4025 PAGE PLN2
4030 FORME BOITE HORI
4040 HORI+VEC(A*,25,0)+VEC(A*,50,0)
4050 BOIT+VEC(A*,0,H)+VEC(A*,L,0)+VEC(A*,0,H)
4055 BOITERN(BOIT,2/2775)
4060 INSERER PLN1,HORI
4080 INSERER PLN2,BOIT
4090 CADRER PLN1,25,25,26,15
4092 CADRER PLN2,25,25,26,15
4095 TRANSFERER PLN1,0
4096 TRANSFERER PLN2,0
4098 &RESULT(H,K)FBI()
4200 RETOUR
4998 *
4999 * PROCEDURE LARGEUR TROP GRANDE *****
5000 PROCEDURE &DONG()
5002 POSCR 23,1+AFFICHERD.133., 'INUTILE D'AUGMENTER LA LARGEUR : LA BOITE NE
COULERA PAS ',.134.]+TEMPO(8)+AFFICHER(C+BOX+40X)
5004 RETOUR
5998*
5999* PROCEDURE HAUTEUR TROP GRANDE *****
5000 PROCEDURE &DONG()
5502 POSCR 23,1+AFFICHERD.133., 'INUTILE D'AUGMENTER LA HAUTEUR : LA BOITE NE
COULERA PAS ',.134.]+TEMPO(8)+AFFICHER(C+BOX+40X)
5504 RETOUR
5998 *
5999 * PROCEDURE : AFFICHAGE DES VALEURS DE L, H ET A *****
6000 PROCEDURE &RESULT(H,K)
6002 POSCR 24,10+AFFICHERD.10X]+POSCR 24,25+AFFICHERD.10X]+POSCR 24,53+AFFICHER
E.10X]
6004 POSCR 24,1+AFFICHERCUII]+POSCR 24,29+AFFICHERCUIH]+POSCR 24,54+AFFICHERCUIX
6006 RETOUR
6998*
6999 * PROCEDURES STANDARDS *****
7000 PROCEDURE &SUITE(LOCAL G+CHAINED)
7002 POSCR 24,1
7004 IRECBO POUR POURSUIVRE APPUYEZ SUR LA TOUCHE DE VALIDATION C+AFFICHER
.128.
Z008 RETOUR
7998 *
8000 PROCEDURE &P()
8002 POSCR 23,1+AFFICHERD.133., ' LA BOITE COULE DANS CES CONDITION
S ',.134.]+
8004 &TEMPO(8)+AFFICHER(C+BOX+35X)
8006 RETOUR
8998 *
9000 PROCEDURE &TEMPO(T) LOCAL P,I
9002 FAIRE 9002 POUR I=1 JUSQUA 2000
9004 RETOUR
9998*
9999 * PROCEDURE BINAIRE *****
10000 PROCEDURE BINAIRE AUVOL
10010 PROCEDURE BINAIRE INHIT
10020 PROCEDURE BINAIRE ACTIT
10030 PROCEDURE BINAIRE POSCR-

```


PARTI

LES SEPT
JOURNÉES
SUIVANTES

Chapitre 8

Le travail sur les projets

Le passage de la formation par l'enseignement (caractérisant les trois premières journées) à la formation par la recherche — formule adoptée pour les sept journées suivantes — suppose en premier lieu un changement dans l'ordre de la durée: l'organisation prévue allouait ainsi environ deux fois plus de temps à cette seconde phase.

Il convient de réfléchir un instant à cette disproportion des besoins en temps selon que l'un ou l'autre mode de formation est adopté: la comparaison que leur rapprochement au cours de l'université d'été invitait à faire permettait de souligner — dans la perspective de la formation des participants à la conduite d'actions de formation — les avantages et les inconvénients respectifs de chacun des deux modes de formation successivement mis en oeuvre.

L'enseignement — en dépit de l'inflation temporelle qui paraît l'affliger chroniquement — a pour principal avantage de réaliser une très large économie de temps, ou, du moins, de ce temps qu'enseignants et enseignés doivent passer ensemble. Une telle économie est évidemment relative, dans la mesure où la face visible de tout système didactique (celle qui nous montre enseignant et enseignés travaillant de concert) se double d'une face cachée — où l'enseignant est en principe requis de fournir un travail personnel important. Principe qui semble aujourd'hui relativement oublié — d'aucuns reprochant même les "devoirs à la maison" (1) — mais dont l'inobservance hypothèque profondément la possibilité d'un fonctionnement satisfaisant des systèmes didactiques "traditionnels" (qu'il vaudrait mieux appeler réels) (2).

Mais, quoi qu'il en soit de ce travail personnel de l'enseignant, l'enseignement, qui opère par nature une condensation artificielle de la pratique des savoirs théoriques et pratiques qu'il promeut, ne saurait être autre chose qu'une miniature de cette pratique. La formation par la recherche tend alors à lui restituer ses véritables dimensions — tout en nous laissant encore dans l'ordre du didactique car, formation par la recherche, et non formation à la recherche (ni, bien sûr, activité de recherche tout court), elle demeure par nature marquée au coin d'une certaine artificialité et d'une indubitable stylisation.

Le passage de la formation par l'enseignement à la formation par la recherche se justifie alors — selon une remarque déjà faite (3) — par l'incomplétude, au regard de

la capacité d'agir, de la formation acquise par les voies et moyens de l'enseignement. Avantage qui se paie pourtant, et aussi subtils en soient les dispositifs, d'une dilataction sensible de la durée requise.

Avec cette seconde phase, les participants découvraient tout à la fois les affres et les délices d'une gestion à peu près libre de leur temps.

Pour seul guide, un "plan de travail" (voir pp. 205-209) rappelant la signification des changements opérés dans l'organisation du travail — marqués par la mise en place d'un contrat nouveau — et précisant l'objectif à atteindre: concevoir un projet, le conduire à son terme, dans un délai (ici) indépassable.

Pour seuls repères, les "points de rendez-vous", scandant l'avancée du travail en réunissant, deux fois par jour, les différentes équipes, dans la perspective d'un suivi en continu permettant des ajustements à très court terme de l'intervention des formateurs.

Avant d'en venir à une description plus précise de ce qui était prévu et fut réalisé, soulignons deux types de difficultés, l'une consubstantiel à la technique de la formation par la recherche, l'autre liée à la formule des universités d'été.

D'une part en effet, l'activité de recherche est, en soi, dénuée de la transparence (relative) avec laquelle l'observateur habitué de l'enseignement est devenu familier. Au contraire d'une activité fortement organisée, découpée dans le temps et où les lieux sont nettement assignés (salle de cours, de TD, etc.), l'activité de recherche accumule une multitude de petits faits, disséminés dans le temps comme dans l'espace, dont la réalité demeure souvent largement inaccessible. Lorsque, par chance, ces micro-événements — qui font la trame d'une telle activité — se révèlent à l'observateur, et à leur signification qui risque fort de manquer, parce qu'il manque fréquemment la connaissance des cadres généraux et de l'histoire singulière de cette recherche, de cette équipe, etc., qui leur donnent sens (4).

A ce regard, les points de rendez-vous dont nous avons parlé ne permettaient bien entendu que d'accéder à des faits déjà suffisamment significatifs pour les participants eux-mêmes pour qu'ils songent à en faire mention. L'observation sur le poste de travail, qui aurait pu apporter dans cette ligne un progrès intéressant, ne pouvait être véritablement réalisée que par un membre de l'équipe de formateurs qui ne fût pas absorbé dans la conduite immédiate du stage — auprès des stagiaires ou à un niveau plus global. De ce point de vue, l'évaluation de la taille de l'équipe de formateurs faite lors de l'élaboration du

projet d'université d'été est alors apparue insuffisante (5).

D'autre part, une limitation, sur le moment incontournable, était imposée par le cadre même de l'université d'été. Un travail de recherche ne peut se faire sans qu'il y ait expérimentation. Or cette dimension expérimentale ne pouvait ici, par obligation matérielle, pleinement exister - pleinement, car sa nécessité comme son absence pouvaient au moins être évoquées (6). Il y a là clairement l'un des vices majeurs de la formule des universités d'été, dont on ne peut se débarrasser en se contentant de le mentionner: nous reviendrons plus loin sur cette question essentielle.

La première journée de cette période - la quatrième de l'université d'été - était consacrée à la formulation des projets, à présenter en séance plénière le lendemain. (Rappelons que ce travail avait été précédé par une recherche documentaire engagée dès le deuxième jour.)

L'exigence adressée aux équipes était ici, sur un point important, différente de celle qui avait prévalu lors de la période précédente: en lieu et place d'une commande imposée, chaque équipe devait déterminer ce que le plan de travail appelait le thème et le sujet du projet à élaborer (voir p. 206). Situation moins structurée sans doute mais, sans doute aussi, plus motivante, et dont on pouvait dès lors légitimement attendre qu'elle susciterait un investissement rendant plus acceptables les efforts à accomplir.

Nous passerons rapidement sur la description du processus enclenché alors, pour en examiner surtout les principaux points sensibles.

Le problème de la formulation du projet est fondamental et le plan de travail en soulignait expressément l'importance: on s'y reportera p. 206, notamment point 6). La présentation des projets, à laquelle était consacrée la deuxième journée de cette seconde période, avait pour objectif de souligner très explicitement la nécessité de pouvoir déclarer ses intentions, et de savoir les communiquer de manière claire et convaincante à qui de droit: en principe, au "client" potentiel, qui pourrait être éventuellement un client institutionnel (7); en fait ici, à l'ensemble des participants.

Techniquement, la distinction faite entre le thème et le sujet a deux finalités. Elle permet d'une part de mieux assurer cette communication en situant, par approximations successives, la recherche projetée - le thème désignant, de manière un peu large, et donc plus aisément communicable, le contexte dans le cadre duquel le sujet du travail envisagé, plus ponctuel, doit alors être considéré et où il prend son sens (voir p. 206, point 7). Elle permet d'autre part de structurer la définition de l'objectif poursuivi,

et facilite par là le "dégraissage" -- selon une expression employée dans la notice de présentation (8) - de projets dont on pouvait a priori penser qu'ils seraient au départ excessivement ambitieux (9).

L'expérience acquise par les formateurs sur ce type de problème - la difficulté obtenue en pareil cas un double niveau de précision - s'est trouvée partiellement confirmée, chaque équipe résumant son projet par un intitulé unique, en général intermédiaire entre les deux niveaux indiqués, c'est-à-dire trop large comme sujet, trop pointu comme thème.

En revanche, les projets proposés, généralement clairement présentés - du moins pour un public familier des thèmes retenus (10), - sont apparus plus justement calibrés qu'on pouvait l'attendre.

On peut voir en cela l'influence de l'idée (exprimée à plusieurs reprises au cours des journées précédentes) de la pertinence, en matière d'ingénierie didactique - composante informatique, d'une perspective multiponctuelle - coordonnée (11), comme opposée aux conceptions totalisantes usuellement observées. Avec cette réserve toutefois que l'inexistence de certains volets du travail à réaliser (et singulièrement de la phase d'expérimentation) réduisait artificiellement les dimensions du travail normalement exigé par les projets exposés.

Une seconde réserve doit être faite encore en ce qui concerne la dimension proprement didactique des travaux des différentes équipes. Insuffisante jusqu'alors - jusqu'à l'étape marquée par les commandes D, E et F, la place accordée à celle-ci croît cependant de manière remarquable dans cette seconde période (12). Surtout, la notion de scénario didactique, et le rôle qu'il convient de lui faire jouer et dans la formulation du projet, et tout au long de la conduite du travail, s'affirment très expressément. Le plan de travail de cette seconde partie de l'université d'été lui accordait bien sûr une place centrale (voir pp. 202-208); mais tout confirme (13) qu'on a là, pour la plupart des participants, l'un des acquis les plus solides - et les plus fondamentaux - du stage.

Deux autres problèmes doivent être encore mentionnés. Celui de l'organisation du travail, et notamment de la division des tâches au sein de chaque équipe, d'une part; celui des difficultés rencontrées en matière de programmation, d'autre part. Sur le premier point, nous ne disposons que de très peu d'information. Signalons seulement que ce thème avait été abordé au cours de la première partie du stage, et que l'idée de la nécessité d'un partage coordonné des activités, entre les membres d'une même équipe, semble avoir bien pénétré. En particulier, dans la perspective de la poursuite du travail

après l'université d'été, et dans l'hypothèse de la constitution, par les participants revenus dans leurs établissements, d'un certain nombre d'équipes d'ingénierie didactique, l'idée a été développée — et paraît avoir reçu l'assentiment de beaucoup, — qu'il n'était pas nécessaire que chacun fût un programmeur hors-pair (14), chacun devant toutefois être capable de suivre le travail de programmation confié plus particulièrement à l'un des membres de l'équipe par exemple, afin que le dialogue et la transparence de l'état du travail restent, au sein d'une équipe donnée, à un niveau satisfaisant du point de vue de l'efficacité souhaitable.

En ce qui concerne les difficultés du travail de programmation, précisément, le suivi des équipes pendant le stage et les bilans réalisés à l'occasion des points de rendez-vous successifs ont mis en évidence un certain nombre de lacunes, dont on a déjà parlé (15). Au delà des interventions ponctuelles et individualisées faites à la demande des participants dans le cadre des travaux poursuivis, deux interventions sous forme de cours furent décidées (16), l'une sur le graphisme en LSE, l'autre sur la structuration des programmes (dont on trouvera une version écrite, diffusée aux participants à titre de document de travail, pp. 210-214).

Voici alors dans l'ordre de numérotation des équipes, la liste des travaux qui seront soumis en séance plénière lors de la dixième et dernière journée:

- Homothéties en seconde (Équipe 1).
- Repérage dans le plan (Équipe 2).
- Résolution d'équations par dichotomie (Équipe 3).
- Calcul d'aires de surfaces planes (Équipe 4).
- Usage d'opérateurs numériques pour la résolution d'équations numériques en classe de troisième (Équipe 5).
- La poussée d'Archimède (Équipe 6).
- Les coniques: foyer, directrice, excentricité. Approche expérimentale (Équipe 7).
- Simulation d'expériences de mécanique en classe de seconde (Équipe 8).
- Addition des entiers relatifs (Équipe 9).

Le lecteur intéressé trouvera reproduits dans les documents de ce chapitre plusieurs de ces travaux. Il jugera mieux de l'intensité de l'effort accompli par les participants s'il sait que, à partir du cinquième jour — la présentation des projets — jusqu'au dixième jour — la présentation des travaux, — ceux-ci Laurent guère plus de trois jours pleins (17) pour se rendre maîtres du processus qu'ils avaient enclenché. En revanche, nous n'entrerons pas plus avant, ici, dans le détail d'une chronique qui appartient d'abord à l'intimité et à la convivialité d'un groupe.

Notes du chapitre 8

1. Cette expression rappelle bien les difficultés rencontrées dès lors qu'un enseignement, prévu dans une certaine phase de son histoire pour un public choisi, qui dispose, à la maison, des conditions matérielles et culturelles d'un travail personnel, est étendu à une population plus large, partiellement démunie des moyens à cet égard nécessaires. Deux attitudes peuvent alors prévaloir: supprimer le problème en supprimant les devoirs à la maison, conserver cette indispensable dimension du bon fonctionnement de l'école en dégageant les moyens adéquats (ainsi que le font par exemple certaines associations aidant les élèves dans leur travail après la classe). En fait, une troisième pratique a aujourd'hui cours: devoirs à la maison, sans mécanismes compensatoires.

2. C'est le sens de la citation que l'on trouvera dans les notes du cours de la troisième journée, au point 4.2. (voir supra, p. 129).

3. Voir le chapitre 2, notamment p. 36.

4. La nécessité d'une telle "microanalyse" du travail scientifique est aujourd'hui bien mise en avant par les recherches d'anthropologie des sciences (voir Latour et Woolgar 1979). On notera par ailleurs qu'il y a, dans cette différence relative mais nette des deux modes de formation l'une des raisons de la prégnance de la formation par l'enseignement: celle-ci permet à la fois au "formateur" (l'enseignant) un pilotage réglé sur des paramètres plus clairement identifiables, et à l'administration une transparence plus nette, et donc un contrôle plus sûr.

5. Insuffisante aussi d'un autre point de vue: celui de la constitution, de la gestion et de l'aide à l'utilisation des ressources documentaires mises à la disposition des participants (voir le chapitre 9).

6. Elles le furent dès la notice de présentation envoyée aux futurs stagiaires: voir supra, p. 23, point 6.

7. Voir sur ce point l'annexe 2 du cours de la troisième journée, pp. 137-144.

8. Voir supra, pp. 22-23, point 7.

9. La cause de l'appréciation inadéquate de la différence des volumes de travail exigés, d'une part par l'activité de "bricolage" didactique -- seule référence spontanément disponible chez des enseignants, d'autre part par l'activité d'ingénierie.

10. Ce qui évidemment ôte de sa valeur à la démonstration.

11. Le thème définit une perspective coordinatrice en ouvrant un champ exploré alors de manière ponctuelle par la juxtaposition coordonnée de multiples recherches se focalisant sur des sujets divers dont l'unité d'ensemble est assurée au niveau du thème. Bien entendu il n'était pas question ici d'imposer un thème unique soumis à une exploration systématique mais celle était bien pourtant dans le principe la conception retenue.

12. Croit aussi - et cela nous paraît significatif, pour des raisons que nous n'explicitons pas ici - l'importance désormais attribuée à la qualité formelle des produits.

13. On y reviendra au chapitre 9.

14. Fantasma assez répandu pour que l'on en souligne les aspects invalidants dans le cadre d'un projet d'équipe d'ingénierie didactique à composante informatique.

15. Voir supra, p. 46.

16. En conformité avec le contrat régissant cette seconde phase de l'université d'été - contrat prévoyant la libre gestion de leur temps par les participants, aux points de rendez-vous près, - ces cours étaient simplement proposés aux stagiaires et ne furent pas suivis par la totalité d'entre eux. Les formateurs avaient toutefois souhaité que, dans le cadre de la division des tâches dont on a parlé plus haut, chacune des équipes y fût représentée.

17. Le dimanche - et non le samedi, comme il avait été initialement prévu (voir supra, p. 20, point 6) - était jour de relâche. Mais le travail - loin des machines - avait été conseillé...

- Plan de travail pour la seconde période (pp.205-209).
- Essai de standardisation de l'écriture d'un programme (pp.210-214).
- Homothéties en seconde (pp.215-257).
- Résolution par dichotomie d'une équation du type $f(x)=0$ (pp.259-272).
- Les coniques : foyer, directrice, excentricité. Approche expérimentale (pp.273-296).
- Addition des nombres entiers relatifs (pp.297-310).

Documents du
chapitre 8

UNIVERSITE D'ETE — LUMINY — JUILLET 1985

Du jeudi 4 au mardi 9 juillet

1. A partir de jeudi commence une nouvelle phase de travail. A une activité organisée, et imposée, correspondant à un contrat d'enseignement, succède une activité autonome, et libre, correspondant à un contrat de recherche.

2. Pour toutes ces journées, il n'y a donc pas de Plan de travail spécifique, chaque équipe gérant son temps à sa guise. Mais il y aura, chaque jour, deux

Points de rendez-vous

le matin, à 9h

l'après-midi, à 17h.

3. Le contrat d'enseignement (passé entre les participants et les formateurs) portait sur l'initiation à quelques problématiques, concepts et méthodes de l'ingénierie didactique à composante informatique. Il avait été explicité, dès la notice de présentation du stage adressée à tous les participants, par deux sortes de clauses. La première, de type "positif", précisait ce qui était l'enjeu du processus didactique:

"Le terme d'"ingénierie didactique" et les notions qui s'y rattachent vous seront présentés au cours de plusieurs exposés répartis sur les trois premiers jours du stage (...)" (loc. cit., B, 1).

"Ils (les enseignements d'informatique) auront pour but de rendre opérationnelles les connaissances que vous possédez déjà, par un approfondissement visant par exemple à en étendre le champ des utilisations possibles en vue d'un travail d'ingénierie didactique (graphisme, etc.)." (ibid., B, 3).

La seconde, formulée négativement, précisait ce qui se situait d'emblée hors contrat:

"Les enseignements d'informatique ne pourront pas prendre la forme d'une initiation à un langage nouveau pour vous." (ibid.).

4. Le contrat de recherche, qui doit maintenant être passé

par les formateurs avec les participants, respecte les formes générales d'un contrat de recherche, bien qu'il n'en soit ici qu'une "simulation" didactique, nécessairement artificielle - comme il en va en tout enseignement - d'un contrat de recherche "réel" (ou: "en vraie grandeur"). On en détaille divers aspects ci-après.

5. Ce contrat se réfère d'abord à un secteur déterminé de la production scientifique et technique: celui de l'élaboration de produits d'ingénierie didactique pour l'enseignement des mathématiques, des sciences physiques, etc.

6. Ce secteur est imposé. En revanche, chaque équipe d'ingénierie didactique doit choisir son thème de travail.

6.1. La formulation du thème est un point essentiel. Elle est soumise à deux types de contraintes:

-- elle doit permettre une bonne communication et une compréhension claire entre les contractants (ici: l'équipe d'ingénierie didactique d'une part, les formateurs d'autre part), ainsi déjà qu'entre les membres de l'équipe eux-mêmes.

- elle doit se justifier du point de vue épistémologique et didactique.

6.2. Bien qu'elle soit non exclusive d'autres manières de faire, une manière simple de préciser un thème consiste à croiser un objet d'enseignement (notion ou champ notionnel, méthode, etc.) avec un niveau dans un type de cursus (filière de formation, niveau dans cette filière).

7. Découpant un sous-domaine dans le secteur retenu, la définition du thème peut encore être assez large. On pourra ainsi retenir pour thème "L'arithmétique en cinquième", (voire: "L'arithmétique au collège"), ou "Les vecteurs en quatrième", etc. Mais le projet de recherche choisi devra être précisé encore par la définition d'un sujet à l'intérieur du thème délimité. Ainsi les formulations suivantes de sujets pourraient elles par exemple être adoptées dans le cadre des thèmes énoncés ci-dessus: "Exercices d'approfondissement à partir de la division euclidienne en classe de troisième" (revoir la commande D), ou "Première leçon sur l'addition vectorielle en quatrième", etc. Ce ne sont là que des exemples, bien entendu.

8. Le choix des sujets pourra être fait sur la base des documents mis à la disposition des participants par les formateurs:

- dossiers sur des thèmes particuliers;
- revues consultables à la bibliothèque de l'IREM.

9. La constitution définitive des équipes devra avoir été réalisée pour le jeudi 4 juillet, début de matinée. A partir de ce moment là, chaque équipe doit définir un thème, un sujet dans le thème, et doit élaborer un (mini-, ou plutôt un micro-) projet de recherche, qui fera, le vendredi 5 juillet, l'objet d'une présentation d'une quinzaine de minutes, suivie d'une discussion, en séance plénière.

10. Le projet doit préciser, outre l'intitulé du thème et du sujet, les éléments essentiels du scénario didactique choisi, et en particulier le (ou les) type(s) d'interventions de l'outil informatique envisagés dans l'élaboration ou la définition du produit d'ingénierie didactique visé.

11. Deux types de scénarios peuvent notamment être considérés:

1) celui d'une séquence didactique mettant en jeu l'outil informatique dans l'une au moins de ses parties et comportant:

- * une activité, utilisant ou non l'outil informatique;
- * un cours (la "théorie" décrite dans l'annexe 5, §2), utilisant ou non l'outil informatique;
- * des exercices (même remarque).

2) celui d'une activité d'approfondissement hors-classe, comportant un problème ou une suite de problèmes, et faisant intervenir l'outil informatique dans l'une au moins des phases suivantes:

- * la dévolution du problème;
- * l'aide à la résolution;
- * le contrôle de la résolution.

Là encore, on peut envisager de faire travailler les élèves individuellement ou par équipes (en binômes, etc.).

12. Chacun des types de scénario indiqué peut encore être précisé (et devra l'être, sauf exception), ce qui signifie, d'ailleurs, qu'il offre encore des lacunes, donc des choix possibles, et qu'il laisse place à l'imagination didactique, laquelle doit cependant s'exercer de manière appropriée aux contenus qu'on aura décidé de traiter.

13. Ainsi la partie "Activité" d'une séquence didactique pourra-t-elle être par exemple organisée selon le schéma suivant: les élèves sont groupés en binômes; les binômes

sont associés par deux, B1 et B2; le binôme B1 reçoit l'énoncé d'un problème par le truchement de l'ordinateur (comme dans la commande E, le logiciel correspondant étant cette fois utilisé en classe); ce binôme doit alors transcrire l'énoncé sous forme mathématique écrite, transmettre cet énoncé au binôme B2, qui doit alors résoudre le problème posé.

14. Dans le cadre de travail adopté, et compte tenu notamment du temps disponible, on privilégiera les interventions "ponctuelles" de l'outil informatique, associées à de "petits" logiciels, dont l'usage soit (plus) facilement intégrable à l'activité de la classe.

15. Ce choix permettra en particulier la division des tâches au sein d'une même équipe d'ingénierie didactique. Ainsi, dans un scénario de type 2, on pourrait par exemple aboutir à ceci:

- * dévotion du problème: par l'ordinateur;
- * aide à la résolution: par le professeur, qui dispose d'une simple fiche détaillant de manière progressive et graduée l'aide à apporter à l'élève ou aux élèves);
- * contrôle de la résolution: par l'ordinateur, puis le professeur.

16. Pour de multiples raisons -- que l'on explicitera dans la fiche de présentation du produit d'ingénierie didactique obtenu, -- on pourra préférer un tel schéma, de type modulaire, à l'élaboration d'un logiciel unique, censé prendre en charge l'ensemble du processus.

17. Le produit d'ingénierie didactique obtenu sera présenté en séance plénière le

mercredi 10 juillet

et devra comporter:

- une fiche de présentation, décrivant notamment thème, sujet et scénario didactique;
- les textes à l'intention du professeur;
- les logiciels réalisés (listing et disquettes).

18. Au cours des journées du 4 au 9 juillet, divers exposés pourront être proposés par les formateurs en fonction de l'évolution du travail. Ils seront annoncés au coup par coup.

19. Un projet de recherche comporte normalement la

définition d'un calendrier de la recherche projetée — un calendrier qu'on dit souvent "glissant" — parce qu'en général... il n'est pas tenu. Ici, le problème ne se présente guère: tout devra se faire du jeudi 4 au mercredi 10 juillet - sans dépassement possible.

20. Bon courage!

DOCUMENT 2

Essai de standardisation de l'écriture d'un programme

La présentation des programmes doit faciliter la lecture du listing et le repérage des différents blocs par les utilisateurs. Pour chaque module du programme, on veillera à respecter les grands blocs suivants:

- Début: lignes 1 à 99

1ère partie: Description générale du programme.

Ces sont des lignes de remarques qui permettent d'identifier le module de programme:

- Nom du module
- Date de la dernière modification
- Micro-ordinateur et configuration nécessaires
- Langage et version utilisés
- Noms et références des auteurs

2ème partie: Lignes de remarques indiquant

- une description générale succincte du fonctionnement du module;
- les modules qu'il appelle;
- les fichiers qu'il crée ou utilise.

3ème partie: Déclaration préalable des variables, si nécessaire:

- Variables numériques entières
- Variables numériques simple précision
- Variables numériques double précision
- Variables alphanumériques
- Tableaux de variables

- Programme principal: lignes 100 à 900

1ère partie: Présentation: Ligne de remarque

2ème partie: Initialisation des variables ~~le~~
nécessitant.

3ème partie: Corps du programme constitué par un
assemblage de blocs logiques.

- Fin: lignes ~~900~~ à ~~999~~

4ème partie: Commentaire.

5ème partie: Conclusion du module, ~~branchement~~
possible vers un autre module, ou fin
de programme.

- Sous-programmes:

On ~~distinguera~~ deux ~~natures~~ de ~~sous-programmes~~ en
fonction de leur utilisation:

* ~~les sous-programmes fonctionnels~~ propres au module
de programme considéré;

* ~~les sous-programmes utilitaires~~ qui vont développer
des routines utilitaires dont on va avoir besoin et
que l'on va retrouver pratiquement dans tous les
programmes.

- Les sous-programmes fonctionnels: lignes 1000 à 9999

Ils vont ~~commencer~~ si possible à un ~~numéro~~ de ligne
"rond", en général une centaine. Leur première ligne sera
un commentaire de présentation, la dernière ligne un
commentaire séparateur. Exemple:

```
1500 REM Procédure de simplification de fraction
      "
      "
      "
1640 REM -----
```

- Les sous-programmes utilitaires: lignes 10 000 à 19 999

Ils pourront ~~ne pas~~ être commentés, car on retrouve
les mêmes dans tous les programmes. Ils permettront:

* l'initialisation des variables particulières servant

dans la gestion de l'écran:

- Effacement d'écran
- Positionnement du curseur
- Passage en vidéo inverse et retour à la normale
- Début et fin de souligné
- Effacement de fin de ligne
- Mise en place d'attributs vidéo
- etc.

Cette procédure pourra être appelée une seule fois en début de programme.

* les procédures de mise en page et de présentation:

- Pause
- Saut de page
- Messages courants
- Centrage et encadrement d'un message
- Temporisation
- Effacement d'une fenêtre écran
- etc.

* les procédures de saisie de réponses et de préparation à l'analyse:

- Analyse de réponse OUI/NDN
- Choix Ecran/Imprimante
- Transformation en majuscules ou minuscules
- Procédure mange blanc
- Saisie d'une chaîne avec filtrage des caractères
- Saisie d'un nombre avec filtrage
- etc.

SOUS-PROGRAMMES UTILITAIRES

(en BASIC sur PERSONA I600)

```

10000 REM SAUT DE PAGE
10010 COLOR 075
10020 LOCATE 24,43:PRINT "Pour continuer appuyez sur une touche"
10030 RR%=INPUT$(1)
10040 COLOR 070
10050 CLR:RETURN
10060 REM -----
10100 REM PAUSE
10110 COLOR 075
10120 PRINT:PRINT "Pour continuer appuyez sur une touche"
10130 RR%=INPUT$(4)
10140 GOTO 10050
10150 FOR RR%=1 TO 56:PRINT CHR$(39);:NEXT:PRINT "SPACES(56)"
10160 PRINT CHR$(50);
10170 RETURN
10180 REM -----
10200 REM TRANSFORMATION EN MAJUSCULES
10210 FOR RR%=1 TO LEN(C%)
10220 C=ASC(MID$(C%,RR%,1))
10230 IF C<65 AND C>90 THEN MID$(C%,RR%,1)=CHR$(65+C-97)
10240 NEXT
10250 RETURN
10260 REM -----
10300 REM TRANSFORMATION EN MINUSCULES
10310 FOR RR%=1 TO LEN(C%)
10320 C=ASC(MID$(C%,RR%,1))
10330 IF C<65 AND C>90 THEN MID$(C%,RR%,1)=CHR$(65+C-97)
10340 NEXT
10350 RETURN
10360 REM -----
10400 REM SUPPRESSION DES ESPACES
10410 FOR RR%=1 TO LEN(C%)
10420 IF MID$(C%,RR%,1)="" THEN MID$(C%,RR%,1)=CHR$(65)
10430 NEXT
10440 RETURN
10450 REM -----
10500 REM composition transmission de la date avec la variable TEMPR=
10510 FOR RR%=1 TO TEMP
10520 FOR RRR%=1 TO 999
10530 NEXT
10540 NEXT
10550 RETURN
10560 REM -----
10600 REM EFFACEMENT DE LA LIGNE
10610 RESULT%=1:GOTO 10620
10620 PRINT "SPACE(4)";
10630 FOR RR%=1 TO 80:PRINT CHR$(32);:NEXT
10640 RETURN
10650 REM -----

```

```

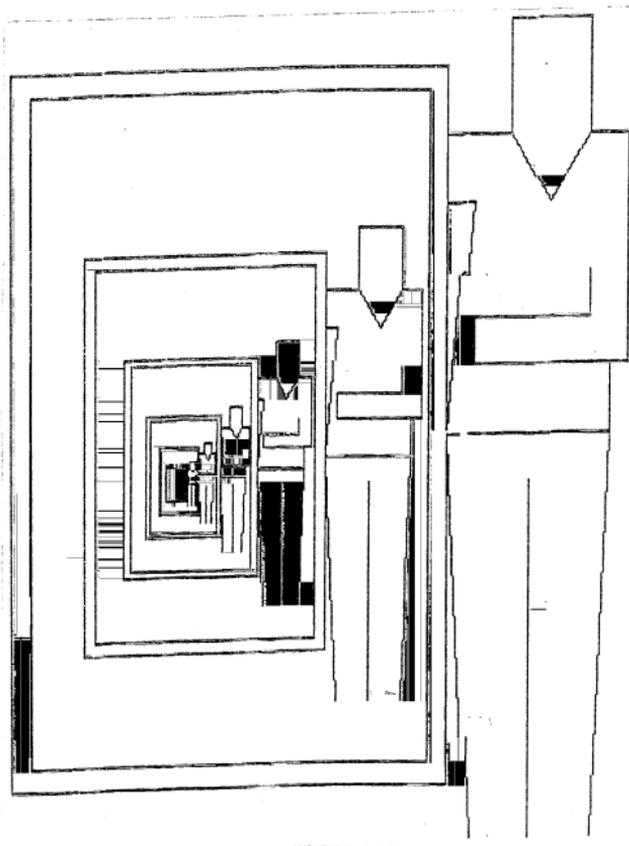
10650 REM-----
10700 REM EFFACEMENT D'UNE FENETRE ECRIAN LONG% LONGUEUR HAUT% HAUTEUR
10710 FOR RRR% = 1 TO HAUT%
10720 PRINT SPACE$(LONG%);
10730 FOR RRR% = 1 TO LONG% PRINT CHR$(69);; NEXT PRINT CHR$(13);
10740 NEXT
10750 RETURN
10760 REM-----
10800 REM ENCADREMENT D'UN MESSAGE CENTRE DE 70 CARACTERES MAX
10810 LONG% = LEN(C$) + 4 * MARGE% - 70 : LONG% = 72
10815 IF LONG% > 72 THEN PRINT C$ : RETURN
10820 PRINT SPACE$(MARGE%); CHR$(218);; FOR RRR% = 1 TO LONG% PRINT CHR$(196);;
NEXT PRINT CHR$(191)
10830 PRINT SPACE$(MARGE%) + CHR$(192); " ";; " ";; CHR$(199)
10840 PRINT SPACE$(MARGE%); CHR$(192);; FOR RRR% = 1 TO LONG% PRINT CHR$(196);;
NEXT PRINT CHR$(197)
10850 RETURN
10860 REM-----
10900 REM SAISIE D'UNE DATE
10910 LONG% = 0; DAT$ = ""; C$ = ""
10920 WHILE LEN(DAT$) < 8
10930 C$ = ""
10940 WHILE C$ = "0" OR C$ = "9" AND C$ <> CHR$(8)
10950 C$ = INPUT$(1)
10960 WEND
10965 IF C$ = CHR$(8) AND LEN(DAT$) > 0 THEN C$ = CHR$(29); PRINT C$; " "; DAT$; LEF
T$(DAT$, LEN(DAT$) - 1)
10970 PRINT C$;
10975 IF C$ = "0" AND C$ = "9" THEN DAT$ = DAT$ + C$
10977 PRINT DAT$
10980 IF VAL(LEFT$(DAT$, 2)) > 31 THEN DAT$ = "TGOSUE 1200
10990 IF VAL(MID$(DAT$, 4, 2)) > 12 THEN DAT$ = LEFT$(DAT$, 3) + "GOSUE 1200
11000 IF (LEN(DAT$) = 2 OR LEN(DAT$) = 5) AND C$ = CHR$(29) THEN DAT$ = DAT$ + "/" + P
RINT "7";
11010 WEND
11020 PRINT RETURN
11200 PRINT CHR$(29); CHR$(29); " ";; CHR$(29); CHR$(29);
11210 RETURN
11220 REM-----
16000 REM SAISIE D'UN NOMBRE
16010 NB$ = ""; C$ = ""
16030 WHILE C$ <> CHR$(13)
16032 C$ = ""
16035 WHILE C$ = CHR$(13) AND C$ = " " AND C$ = "-" AND C$ = "+" AND C$ = "." AN
D C$ = "0" OR C$ = "9" AND C$ <> CHR$(8)
16040 C$ = INPUT$(1)
16045 WEND
16050 IF C$ = CHR$(8) AND LEN(NB$) > 0 THEN C$ = CHR$(29); PRINT C$; " "; NB$; LEF
T$(NB$, LEN(NB$) - 1)
16055 PRINT C$;
16060 IF C$ = " " THEN C$ = ""
16070 IF C$ = CHR$(29) THEN NB$ = NB$ + C$
16080 WEND
16090 NB$ = LEFT$(NB$, LEN(NB$) - 1); NB$ = VAL(NB$); RETURN
16095 REM-----

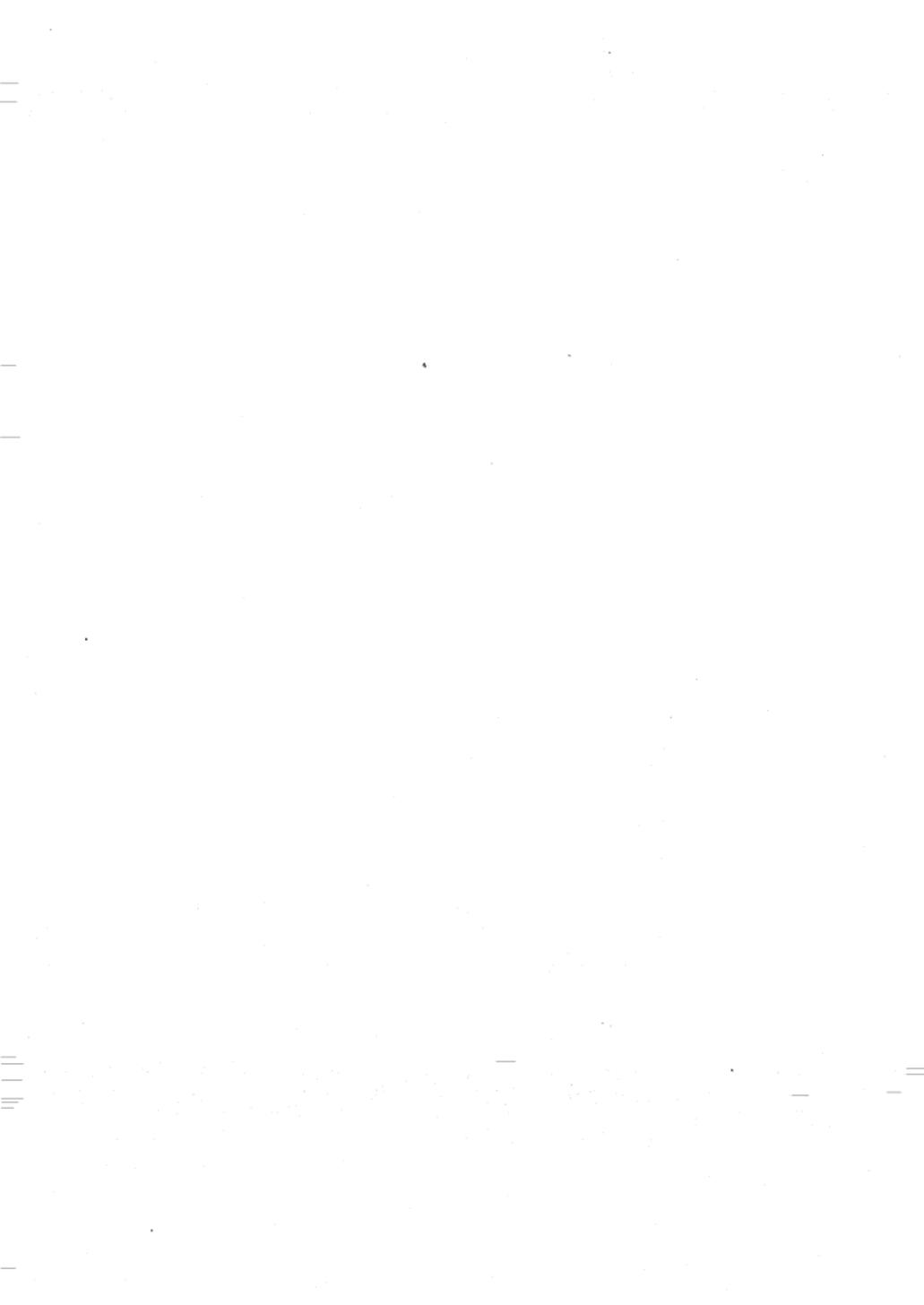
```

Université d'été N-20
PROJET du groupe 1 — R.F.R.

Marseille Luminy
le 10 juillet 1985

HOMOTHÉTIES en Seconde





Collection : **Dépersonnalisez votre Enseignement pour mieux le
Repersonnaliser**

Alain BAREL
Annie FORAY

Serge DELPORTE
Frédéric et Noël GAY

Jacqueline KLUTE

géométrie en Seconde :

HOMOTHÉTIES

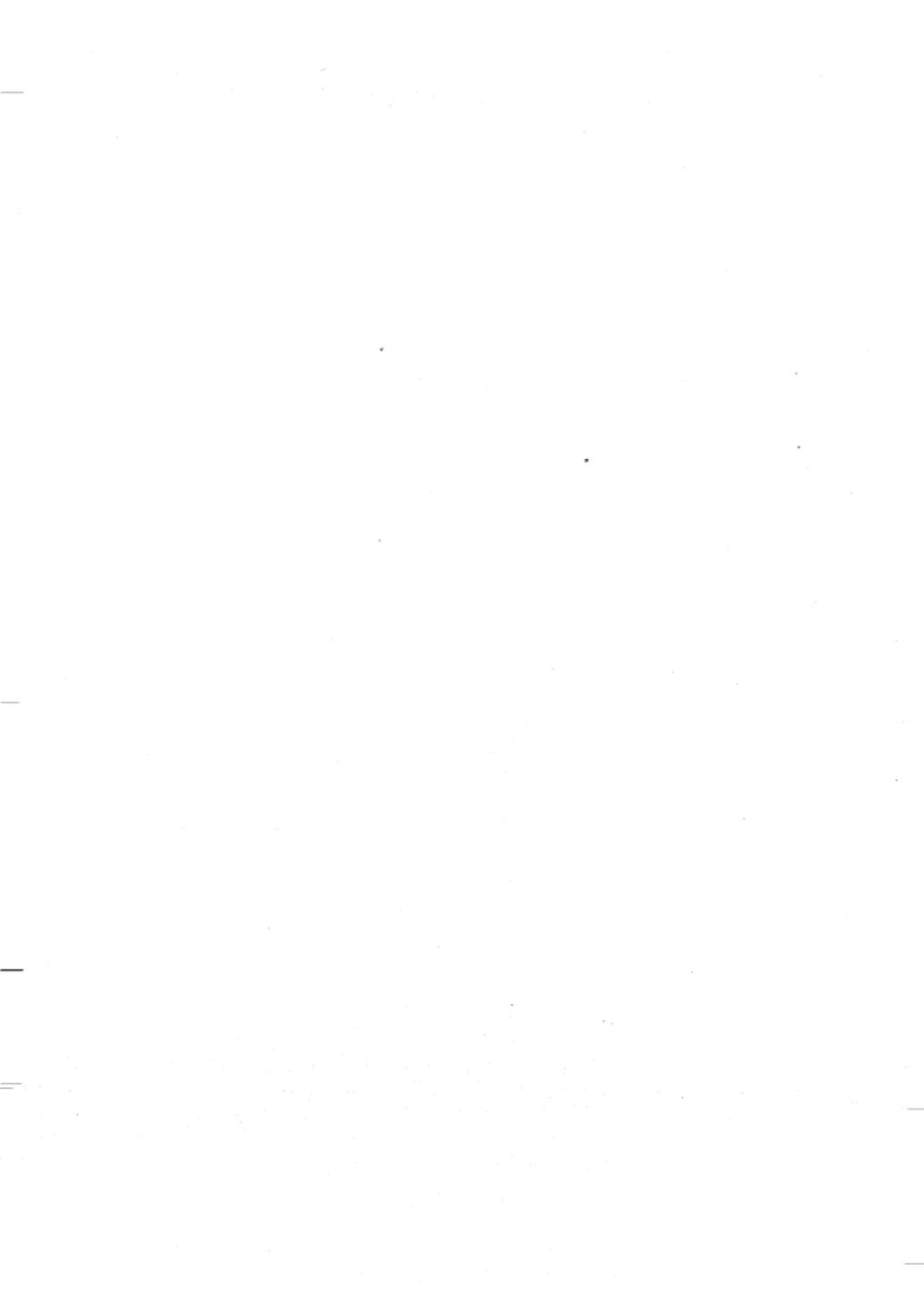
DOCUMENTATION

destinée à

L'ENSEIGNANT

Editions **Hyrème** Graphique

Juillet 1985



HOMOTHETIES documentation destinée à l'enseignant

INTRODUCTION

Cette pochette fait partie de notre ensemble didactique "Géométrie en Seconde" paru dans notre nouvelle collection : "Dépersonnaliser votre Enseignement pour mieux le Repersonnaliser".

Il nous paraît absolument indispensable de rappeler que, croyant restés fidèles à la pensée du grand mathématicien et didacticien contemporain Yves Évariste von Bourbaki, nous avons créé cet ensemble didactique autour du Manuel de Géométrie de Seconde (par Corentin Debrest et Marius Lestaque aux Editions Hygèrme et Tythaktique), ainsi que du Manuel du Professeur correspondant. Cette pochette HOMOTHETIES est donc indissociable de ces deux ouvrages, de même que ceux-ci ne trouvent leur véritable valeur que par l'environnement didactique pour lequel ils ont été conçus.

La création de tous les "périphériques" indispensables à cette écologie didactique demande malheureusement beaucoup de temps, mais nous nous astreignons, au sacrifice même de nos nuits, à vous en fournir les plus indispensables pour le démarrage pratique de ce qui nous n'en doutons pas, deviendra une grande aventure pour vous-mêmes, pour nous-mêmes, et sans doute pour l'humanité tout entière...

Concrètement, cette pochette renferme divers documents de nature différentes, destinés à vous permettre d'enseigner les *homothéties* en classe de Seconde :

- le livret de documentation destinée à l'enseignant,
- une disquette format cinq-pouces un quart sous MS-DOS contenant un programme destiné à illustrer votre cours ainsi que le "listing" correspondant en vue de l'adaptation éventuelle
- des organigrammes et un algorithme. Cette dernière catégorie de documents est destinée à vous permettre de sous-traiter aisément et à bon compte, leur traduction dans le langage de programmation que vous souhaitez, par la société de services ou l'organisme informatique de votre choix, afin de pouvoir avec souplesse, l'adapter au matériel mis à la disposition de vos élèves. Si la programmation est votre "raison d'être" de professeur, il est d'ailleurs, tout à fait possible que vous fassiez vous-même cette traduction.

le 10 juillet 1985

HOMOTHETIES documentation destinée à l'enseignant

- c - déroulement du logiciel (voir aussi l'annexe après la page 5)
EN REGLE GENERALE, VOUS N'AVEZ QU'A VOUS CONFORMER AUX
INDICATIONS PORTEES SUR L'ECRAN.

Sur cet ordinateur, dans le quart-supérieur gauche, un point
O, marqué par une étoile. On se propose de visualiser les homothéties
de centre O.

Pour des raisons de lisibilité à l'écran, IL EST INDISPENSABLE
DE COMMENCER PAR L'ETUDE DES RAPPORTS SUIVANTS:

$k = 2,5$ $k = 0,5$ et $k = -1,5$

Pour chacune de ces valeurs, vous ferez remarquer à vos
élèves qu'apparaît d'abord

un point A, puis se trace la droite (OA), enfin l'image A',
ensuite, un point B, puis se trace la droite (OB), enfin l'image B'.

La séquence se poursuit avec le dessin d'une figure (non
géométrique) contenant les points A et B précédents, puis de son
image par l'homothétie de rapport considéré.

On pourra alors obtenir des figures images à la construction
de la figure, pour toutes valeurs du rapport k entre -1,5 et 2,5.

NE OUBLIEZ PAS QU'A CHAQUE INSTANT, VOUS N'AVEZ QU'A
VOUS CONFORMER AUX INDICATIONS PORTEES SUR L'ECRAN.

ETAPE 1: (durée env. 30 mn). Toujours grâce à notre
manuel élève et au livre du Professeur, vous suivez la progression du
cours en traitant les propriétés des homothéties planes, et,
notamment, leur caractérisation comme transformations planes
conservant le parallélisme et les rapports des distances. On oubliera
pas l'étude de la nature des images par une homothétie donnée d'une
droite, d'un segment, d'un cercle.

ETAPE 2: (durée env. 5 mn).

Exercices d'entraînement à la maison conformément aux indications
portées dans le livre du Professeur.



le 10 juillet 1985

HOMOTHETIES documentation destinée à l'enseignant

déroulement chronologique:

- a - Première correction. Le professeur s'attache à classer les copies en trois catégories:
 1°. ceux qui ont su traiter cet exercice de manière satisfaisante.
 2°. ceux qui n'ont pas su faire de dessin correct ni répondre aux questions. Pour ceux-là, le professeur fera exceptionnellement appel à son serendipity pour tenter, même si la cause paraît très compromise, d'insufler un zeste d'esprit géométrique dans des esprits sans doute troublés par tant de déterminisme. Quand l'élève sera jugé par le professeur, sauvé de ce genre d'erramen, il sera versé dans la dernière catégorie.
 3°. ceux qui, avec une figure correcte, n'ont pas su conjecturer la nature exacte des lieux demandés, ou bien, l'ayant fait, n'ont pas su rédiger de preuves de leurs conjectures.

- b - pour ceux-là, usage du logiciel nommé "EXHOM"
 Le professeur enverra les élèves concernés travailler individuellement dans le local réservé à ce genre d'activité, hors horaire scolaire, sur ce logiciel (fourni en kit dans cette pochette, mais qui aura auparavant été monté). L'issue de ce travail dont la durée n'est pas contrôlée et peut être très variable d'un individu à l'autre (on peut raisonnablement compter entre 0 mn et 55 mn), l'élève doit rédiger une nouvelle fois et seul encore, les réponses à l'exercice.

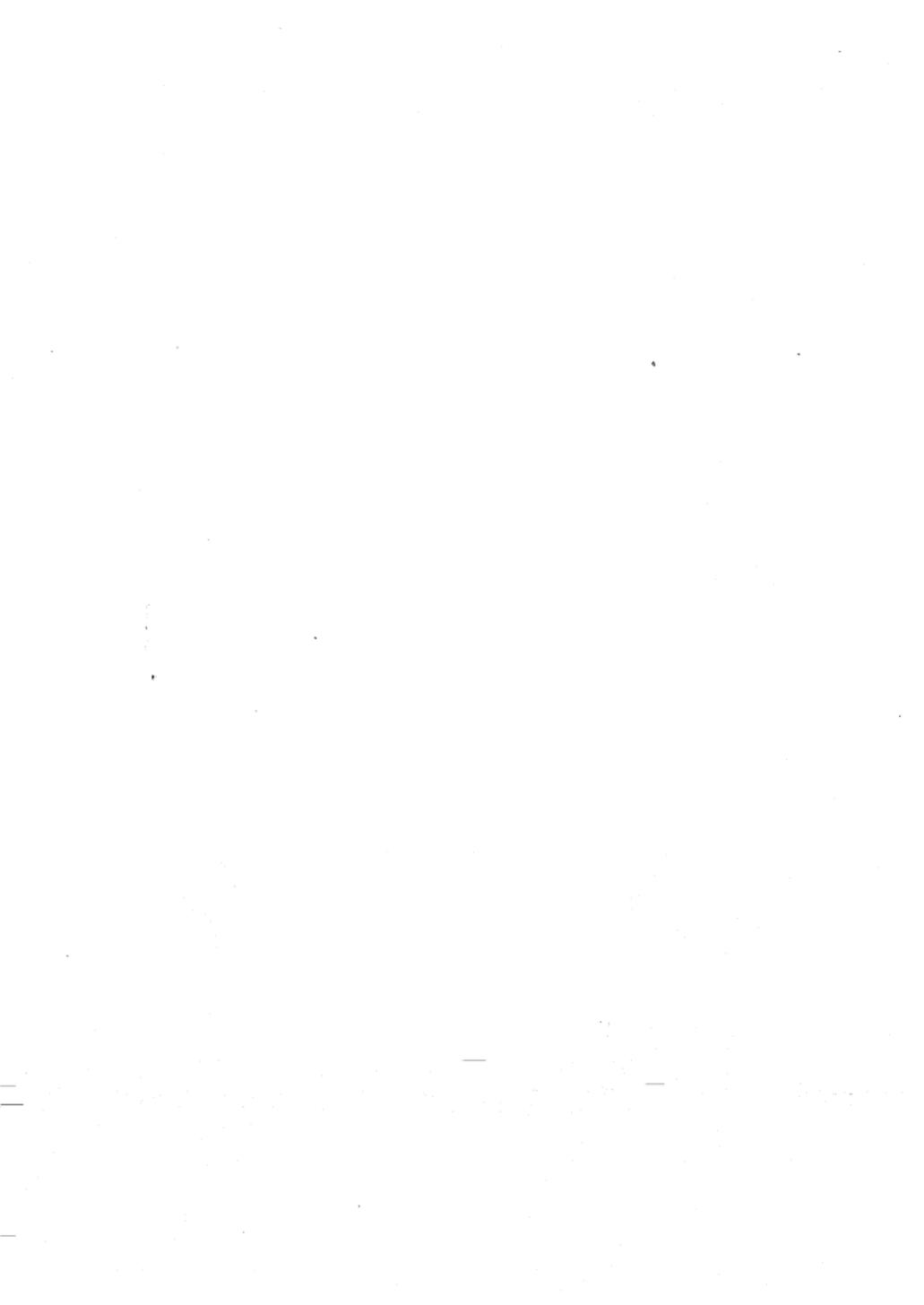
- c - seconde correction. Le professeur ne trouvera plus que des copies mathématiquement satisfaisantes et renverra à son collègue de Français les auteurs des copies aux tournures ou à l'orthographe par trop fantaisistes.

Les Editions Hylème Synthétique vous remercient de votre confiance et accueilleront avec intérêt toutes les remarques et suggestions sur ses produits que vous voudrez bien lui communiquer.

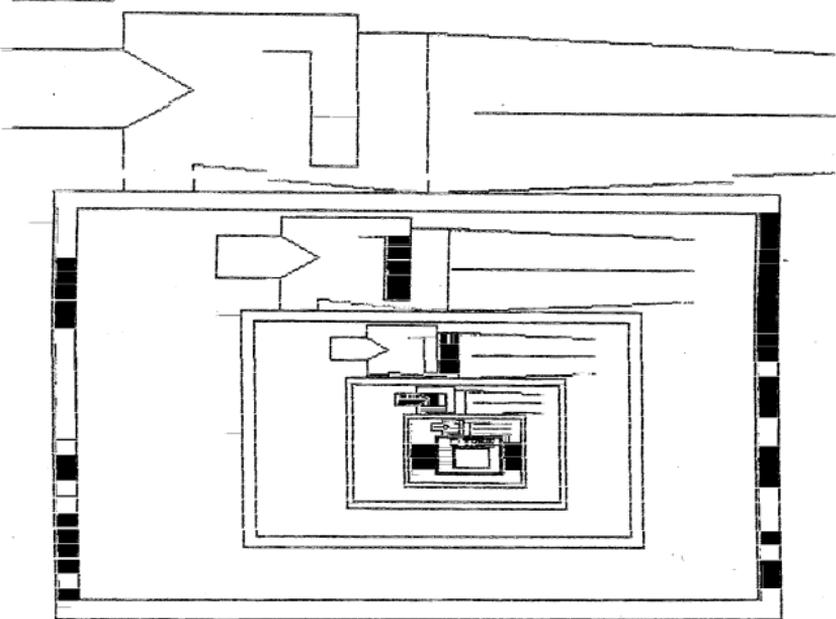
Elles vous prient cependant de bien vouloir prendre en considération qu'elles seront impérativement en vacances du 10 juillet 1985 à 8 heures au 2 septembre 1985 à 7 heures 50.

HOMOTHETIES

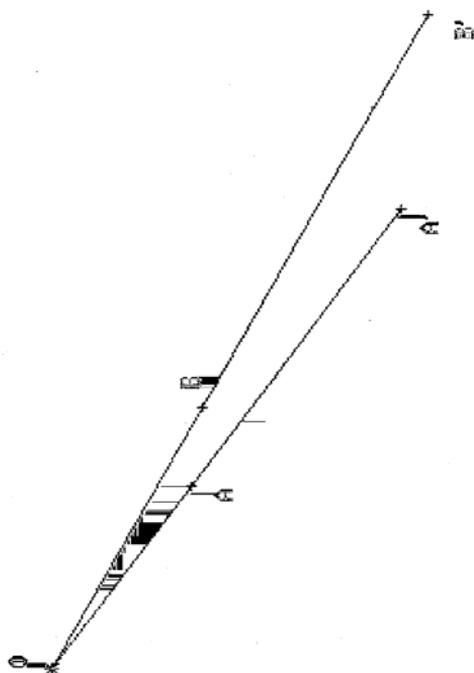
VISUALISATION GRAPHIQUE



A
F A
Z F A
F A
R F A
R F A
R F A
R F A



Le rapport de l'homothétie
 de centre O est
 2.5

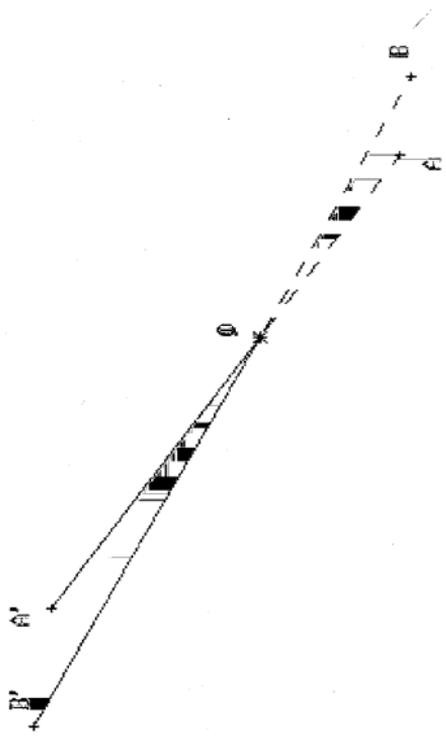


Le rapport de l'homothétie
de centre O est

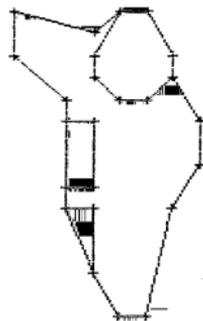
.5



Le rapport de l'homothétie
de centre O est
 -1.5



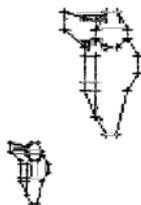
O
x



pour la suite, taper sur une touche

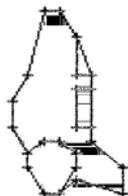
Le rapport de l'onglet
de centre 0 est
.5

0
*



pour la suite, taper sur une touche

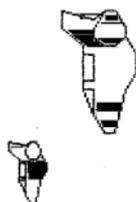
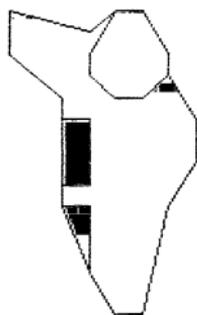
Le rapport de l'homotétie
de centre 0 est
1.5



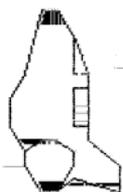
0
*

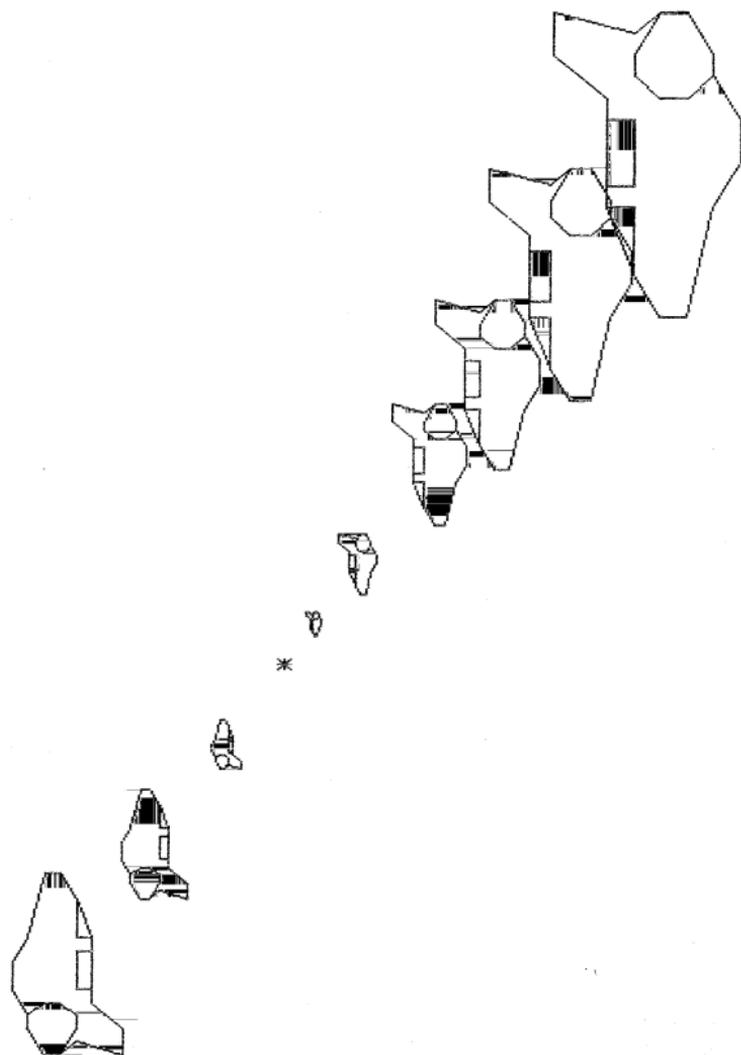


pour la suite, taper sur une touche



*






```

1
2
3
4-----Ca programme est chargé sous le nom
5
6
7          *****
8          ***H Dat ***
9          *****
10
11
12-----Il a été (provisoirement) terminé le 7 juillet 1985
13
14
15-----Il tourne sur le PERSONA 1600 de LOGABAX
16
17
18-----Le langage utilisé est le gwbasic
19
20
21-----Ses auteurs sont: BAREL Alain
22                      DELPORTE Serge
23                      FORAY Annie
24                      GAY Fédéric-Noël
25                      KLUTZ Jacqueline
26
27
28-----Et là on s'est bien fatigués par sa conception!
29
30
31
100 GOSUB 705
101 KEY OFF
102 DIM UU(100),VV(100)
103 CLS
104 SCREEN 3
105 REM-----COORDONNEES DU POINT 0-----
106 U(0)=0,V(0)=0,K=1,I
107 DIM J(67),M(67),A(100),B(100),D(100)
108 REM----- MISE EN DATA DES POINTS DE LA FIGURE-----
109 REM-----
110 DATA 30, 50,250,30,250, 760,30,560,40,50,240,60,240,550,40,550
111 REM----- DATA DU CADRE-----
112 DATA 280,80,280,30,320,50,320,80
113 REM----- DATA DU MARTIEN----- TETE-----
114 DATA 250,30,280,80,300,10,320,80,340,80,340,120,250,180,260,160,320,150,320
115 ,140
116 REM----- VESTE-----
117 DATA 530,180,530,210,250,210,260,110,250,110
118 REM----- PANTALON-----
119 DATA 220,400,530,210,250,210,260,400,290,400,290,230
120 RESTORE FOR I = 1 TO 33
121 READ UU(I),VV(I)
122 NEXT I
123 FOR I = 1 TO 33
124 U(I)=K*(UU(I)-U0)+U0
125 D(I)=K*(VV(I)-V0)+V0
126 NEXT I

```

```

288 LINE U(1), D(1) - U(2), D(2)
289 LINE U(2), D(2) - U(3), D(3)
290 LINE U(3), D(3) - U(4), D(4)
291 LINE U(4), D(4) - U(5), D(5)
292 LINE U(5), D(5) - U(6), D(6)
293 LINE U(6), D(6) - U(7), D(7)
294 LINE U(7), D(7) - U(8), D(8)
295 LINE U(8), D(8) - U(9), D(9)
296 LINE U(9), D(9) - U(10), D(10)
297 LINE U(10), D(10) - U(11), D(11)
300 LINE U(11), D(11) - U(12), D(12)
301 LINE U(12), D(12) - U(13), D(13)
302 LINE U(13), D(13) - U(14), D(14)
303 LINE U(14), D(14) - U(15), D(15)
304 LINE U(15), D(15) - U(16), D(16)
305 LINE U(16), D(16) - U(17), D(17)
306 LINE U(17), D(17) - U(18), D(18)
307 LINE U(18), D(18) - U(19), D(19)
308 LINE U(19), D(19) - U(20), D(20)
309 LINE U(20), D(20) - U(21), D(21)
310 LINE U(21), D(21) - U(22), D(22)
311 LINE U(22), D(22) - U(23), D(23)
312 LINE U(23), D(23) - U(24), D(24)
313 LINE U(24), D(24) - U(25), D(25)
314 LINE U(25), D(25) - U(26), D(26)
315 LINE U(26), D(26) - U(27), D(27)
316 LINE U(27), D(27) - U(28), D(28)
317 LINE U(28), D(28) - U(29), D(29)
318 LINE U(29), D(29) - U(30), D(30)
319 LINE U(30), D(30) - U(31), D(31)
320 LINE U(31), D(31) - U(32), D(32)
410 K=K+5
420 I=I+1 THEN GOTO 450
425 FOR J=1 TO 500 : NEXT J
430 GOTO 225
450
460 DIM R(17), Z(17), Q(17), I(17)
500 REM =====R=====
501 Q(1)=570 : Z(1)=-60
502 Q(2)=570 : Z(2)=-10
503 Q(3)=410 : Z(3)=-10
504 Q(4)=410 : Z(4)=-50
505 Q(5)=390 : Z(5)=-50
506 Q(6)=390 : Z(6)=-60
507 Q(7)=450 : Z(7)=-60
508 Q(8)=450 : Z(8)=-30
509 Q(9)=450 : Z(9)=-10
510 Q(10)=490 : Z(10)=-10
511 Q(11)=450 : Z(11)=-50
512 Q(12)=470 : Z(12)=-50
513 Q(13)=470 : Z(13)=-50
514 Q(14)=530 : Z(14)=-10
515 Q(15)=550 : Z(15)=-60
516 Q(16)=520 : Z(16)=-30
517 Q(17)=540 : Z(17)=-50
520 DO=5070=400
530 FOR A=1 TO 7
540 R(A)=K+Q(A)+DO=500
550 Z(A)=K+Z(A)+Z=50
560 NEXT A

```

```

570 LINE (P(1), R(1)) - (P(2), R(2))
571 LINE (P(2), R(2)) - (P(3), R(3))
572 LINE (P(3), R(3)) - (P(4), R(4))
573 LINE (P(4), R(4)) - (P(5), R(5))
574 LINE (P(5), R(5)) - (P(6), R(6))
575 LINE (P(6), R(6)) - (P(7), R(7))
576 LINE (P(7), R(7)) - (P(8), R(8))
577 LINE (P(8), R(8)) - (P(9), R(9))
578 LINE (P(9), R(9)) - (P(10), R(10))
579 LINE (P(10), R(10)) - (P(11), R(11))
580 LINE (P(11), R(11)) - (P(12), R(12))
581 LINE (P(12), R(12)) - (P(13), R(13))
582 LINE (P(13), R(13)) - (P(14), R(14))
583 LINE (P(14), R(14)) - (P(15), R(15))
584 LINE (P(15), R(15)) - (P(16), R(16))
585 LINE (P(16), R(16)) - (P(17), R(17))
590 KEY=15
600 IF N=1 THEN GO TO 800
610 GO TO 800
700 GO TO 800
705 CLS: SCREEN 1
710 LOCATE 10,1:PRINT "HOMOTHETIS"
712 LOCATE 18,9: PRINT "VISUALISATION GRAPHIQUE"
715 X$ = INPUT$(1)
718 CLS
720 RETURN
800 X$=INPUT$(1)
805 CLS
901 -----
902 '
903 -----HOMOTHETIS-----
904 '
905 -----
908 SCREEN=
910 KEY OFF
930 '
940 REM-----Pour marquer le point
945 '
950 V$="U2D4U2L2R4L2"
951 T$="U1D2U1L1R2L1"
952 U$="U3D6U3L3R6L3H3E6H3E6G6E6"
955 '
958 REM-----Coordonnées de A(1) puis de A(2)
959 '
960 DATA 345,215,390,220
961 '
962 REM-----Coordonnées de A(3) jusqu'à A(18)
963 '
964 DATA 390,225,380,230,375,230,365,235,355,235,345,230,320,225,320,220,330,215,
345,210,350,210,365,210,370,210,380,200,390,200,380,215
965 '
966 REM-----Coordonnées de A(19) jusqu'à A(22)
967 '
968 DATA 370,225,370,220,375,215,380,215
969 '
970 REM-----Coordonnées de A(23) puis de A(24)
971 '
972 DATA 350,215,365,215
973 '
980 DIM X(25), Y(25), XPR(25), YPR(25), XX(25), YY(25)
982 REM-----L=24 points, pour plus de points centrer N sur le nombre de
points
990 K0=-240:Y0=-150

```

```

999
1090 REM-----Programme NAVETTE
1091 INPUT "Nombre de valeurs maximum de K(NK)=";NK
1092
1093
1094 PRINT
1095 INPUT "Choisir le rapport de l'homothetia (si que -1.5 <= R <= 1.5)";K(L)
1096 IF K(L) < -1.5 OR K(L) > 1.5 THEN PRINT "Mauvaise valeur de K, recommencer" : GOTO 1095
1097 IF ABS(K(L)) < 1 THEN Z=1 ELSE Z=2
1098 CLS
1099 LOCATE 1,50:PRINT "Le rapport de l'homothetia"
1100 LOCATE 2,50:PRINT "de centre B est"
1101 LOCATE 3,50:PRINT "(K)"
1102 PSET(X0,Y0):DRAW Z$
1103 LOCATE 7,51:PRINT "0"
1104 GOSUB 7040
1105
1106
1107
1108 IF K(L) <= 1.5 OR K(L) >= -1.5 THEN LOCATE 15,53:PRINT "A"
1109 GOSUB 4200
1110 GOSUB 7001
1111
1112 -----Possibilite de tracé de l'arc OA(1)
1113 LINE (X0,Y0)-(X(1),Y(1)) , , &HFF0
1114 GOSUB 7001
1115 GOSUB 4000
1116
1117 -----Possibilite de tracé de l'arc OA(1)
1118 LINE (X0,Y0)-(XPR(1),YPR(1)) , , &HEFFF
1119 GOSUB 7001
1120 PSET(XPR(1),YPR(1)):DRAW Z$
1121 IF K(L) <= 1.5 THEN LOCATE 21,60:PRINT "A'"
1122 IF K(L) >= -1.5 THEN LOCATE 37,56:PRINT "A'"
1123 IF K(L) <= -1.5 THEN LOCATE 37,60:PRINT "A'"
1124 GOSUB 7001
1125
1126
1127
1128 IF K(L) <= 1.5 OR K(L) >= -1.5 THEN LOCATE 14,51:PRINT "B"
1129 GOSUB 4200
1130 REM-----Possibilite de tracé de l'arc OA(2)
1131 GOSUB 7001
1132 LINE (X0,Y0)-(X(2),Y(2)) , , &HFF0
1133 GOSUB 4000
1134 GOSUB 7001
1135 LINE (X0,Y0)-(XPR(2),YPR(2)) , , &HEFFF
1136 GOSUB 7001
1137 PSET(XPR(2),YPR(2)):DRAW Z$
1138 IF K(L) <= 1.5 THEN LOCATE 22,76:PRINT "B'"
1139 IF K(L) >= -1.5 THEN LOCATE 37,72:PRINT "B'"
1140 IF K(L) <= -1.5 THEN LOCATE 37,76:PRINT "B'"
1141 GOSUB 7001
1142 LINE (X0,Y0)-(X(1),Y(1)) , , &HFF0
1143 LINE (X0,Y0)-(XPR(1),YPR(1)) , , &HEFFF
1144 LINE (X0,Y0)-(X(2),Y(2)) , , &HFF0
1145 LINE (X0,Y0)-(XPR(2),YPR(2)) , , &HEFFF
1146 GOSUB 7001
1147 LOCATE 15,43:PRINT " "
1148 LOCATE 15,45:PRINT " "
1149 IF K(L) <= 1.5 THEN LOCATE 21,52:PRINT " "
1150 IF K(L) >= -1.5 THEN LOCATE 37,58:PRINT " "
1151 IF K(L) <= -1.5 THEN LOCATE 37,52:PRINT " "
1152 IF K(L) <= 1.5 THEN LOCATE 22,75:PRINT " "
1153 IF K(L) >= -1.5 THEN LOCATE 37,71:PRINT " "
1154 IF K(L) <= -1.5 THEN LOCATE 37,75:PRINT " "
1155 IF K(L) <= 1.5 THEN LOCATE 14,48:PRINT " "
1156 IF K(L) >= -1.5 THEN LOCATE 14,52:PRINT " "

```

```

1320 GOSUB 7001
1330 FOR I=1 TO 24
1400 GOSUB 7200
1430 NEXT I
1430 -----Placement des X(I) et Y(I)
1440 FOR I=1 TO 24
1450 GOSUB 4000
1470 GOSUB 7120
1480 PSET (XPR(I),YPR(I))=DRAW,Z$
1500 NEXT I
1520 FOR I=1 TO 24
1540 KX(I)=X(I)+YY(I)+Y(I)
1560 NEXT I
1580 GOSUB 5000
1600 REM ----- Pour tracer NAVPR changement des XPR en K et YPR en Y
1620 FOR I=1 TO 24
1640 XX(I)=KPR(I)+YY(I)+YPR(I)
1660 NEXT I
1680 -----tracé de NAVPR-----
1700 GOSUB 6000
1705 IF K(B) THEN LOCATE 9,15:PRINT "L'navette a été engloutie" LOCATE 16,20
:PRINT "par le trou noir"
1710 GOSUB 7001
1711 LOCATE 23,1
1712 PRINT "pour la suite, taper sur une touche"
1713 K$=INPUT$(1)
1714 IF K$="" THEN GOTO 1714
1720 CLR
1730 RESTORE 960
1740 PRINT "Pour recommencer appuyer sur la touche <K>, pour <V> dir tous les
objets simultanément, appuyer sur la touche <V>"
1750 G$=INPUT$(1)
1780 IF G$="?" OR C$="R" THEN L=L+1:GOTO 1035
1790 IF G$="V" OR G$="V" THEN GOTO 1800
1795 GOTO 1760
1800 -----On replace tous les objets
1820 CLR
2000 -----pour obtenir toutes les navettes-----
2030 IF 0
2100 PSET (X0,Y0)=DRAW,U$
2110 IF 0
2120 GOSUB 5200
2160 GOSUB 5300
2240 IF 0
2260 GOSUB 5200
2300 GOSUB 5300
2380 FOR I=1 TO 24
2400 GOSUB 5200
2420 NEXT I
2440 FOR I=1 TO 24
2440 GOSUB 5300
2500 NEXT I
2520 FOR I=1 TO 24
2540 XX(I)=X(I)+YY(I)+YY(I)+Y(I)
2560 NEXT I
2580 GOSUB 8000
2620 FOR I=1 TO 24
2640 KX(I)=KPR(I)+YY(I)+YPR(I)
2660 NEXT I
2700 GOSUB 8000
2720 IF L THEN L=RESTORE 960:GOTO 2100
2730 LOCATE 22,1:PRINT "Ce programme de visualisation est terminé"
2740 END

```

```

4000 REM-----Sous-programme de calcul des X(I) et des Y(I)
4020 KPR(I) = K(L)*X(I)-X0 + K0
4040 VPR(I) = K(L)*Y(I)-Y0 + Y0
4060 RETURN
4080 REM-----Fin du sous-programme
4200 REM-----Placement des points A(I)
4220 READ K(I),Y(I)
4270 GOSUB 7120
4280 PSET(X(I),Y(I)) : DRAW V$
4300 RETURN
4620 REM-----Effacement des droites DATA1, DATA2
4890
4900
4910
4910
5200 REM-----Placement des points A(I) la 2ème fois-----
5220 READ K(I),Y(I)
5300 RETURN
5300 REM-----Sous-programme de calcul des X(I) et des Y(I)
5520 KPR(I) = K(T)*X(I)-X0 + K0
5540 VPR(I) = K(T)*Y(I)-Y0 + Y0
5560 RETURN
5580 REM-----Fin du sous-programme
6000 REM-----Sous-programme placement navette, au lieu de K on met KX, au
lieu de Y on met YV
6020 FOR I = 0 TO 17
6027 GOSUB 7120
6040 LINE -(X(I),Y(I)) : XX(I),YY(I)
6060 NEXT I
6077 GOSUB 7120
6080 LINE -(X(2),Y(2))
6097 GOSUB 7120
6100 LINE (X(5),Y(5)) : (X(19),Y(19))
6117 GOSUB 7120
6120 LINE -(X(20),Y(20))
6137 GOSUB 7120
6140 LINE -(X(21),Y(21))
6157 GOSUB 7120
6160 LINE -(X(22),Y(22))
6177 GOSUB 7120
6180 LINE -(X(2),Y(2))
6197 GOSUB 7120
6200 LINE XX(1),YY(1) : XX(1),YY(1)
6217 GOSUB 7120
6220 LINE -(X(12),Y(12))
6237 GOSUB 7120
6240 LINE XX(13),YY(13) : XX(23),YY(23)
6257 GOSUB 7120
6260 LINE -(X(24),Y(24))
6277 GOSUB 7120
6280 LINE -(X(14),Y(14))
6400 RETURN
7000
7001 FOR J = 1 TO 3000 : NEXT J
7002
7060 RETURN
7020 FOR J = 1 TO 2000 : NEXT J
7060 RETURN
7080 FOR J = 1 TO 1000 : NEXT J
7100 RETURN
7120 FOR J = 1 TO 500 : NEXT J
7140 RETURN

```

```
8000 DEF-----Somme obtenin toutes les navettes
```

```
8020 FOR I = 1 TO I7
```

```
8040 LINE XX(I),YY(I) IN XX(I+1),YY(I+1))
```

```
8060 NEXT I
```

```
8080 LINE (XX(2),YY(2))
```

```
8100 LINE XX(5),YY(5) IN XX(19),YY(19))
```

```
8120 LINE (XX(20),YY(20))
```

```
8140 LINE (XX(21),YY(21))
```

```
8160 LINE (XX(22),YY(22))
```

```
8180 LINE (XX(2),YY(2))
```

```
8200 LINE XX(11),YY(11) IN XX(1),YY(1))
```

```
8220 LINE (XX(12),YY(12))
```

```
8240 LINE (XX(13),YY(13)) IN XX(23),YY(23))
```

```
8260 LINE (XX(24),YY(24))
```

```
8280 LINE (XX(14),YY(14))
```

```
8400 RETURN
```

```
8405
```

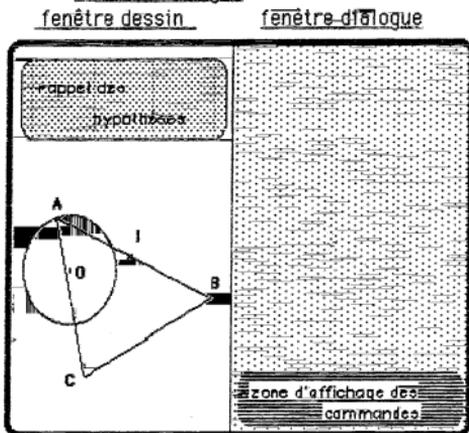
```
8410 -----C'est fini!-----
```


HOMOTHÉTIES en Seconde

PRESENTATION DU PROGRAMME "EXHOM"

INITIALISATION de l'écran

Partage de l'écran en deux zones séparées par un trait vertical au milieu de l'écran:
à gauche la fenêtre dessin avec en haut rappel de l'énoncé
à droite la fenêtre dialogue



TRAITEMENT

DEBUT

*1. Choix d'un dessin se rapprochant de celui de l'élève *

(voir l'organigramme page 2)

2. Recherche de la nature du lieu du point I (conjecture)

(voir l'algorithme pages 3 à 8)

3. Aides à la démonstration de la conjecture sur le lieu du point I, introduction de la notion d'homothétie)

(voir l'organigramme page 9)

4. Recherche de la question 2 de l'énoncé (lieu du point I, centre de gravité) (conjecture et démonstration)

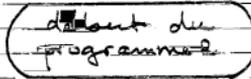
(voir l'organigramme pages 10 à 13)

FIN

EXHOM aide à la correction d'un exercice

ORGANIGRAMME DU POINT DU PROGRAMME "EXHOM"

* 1. choix d'un dessin se rapprochant de celui de l'élève *



~~EXERCICE~~ - les sommets B et C d'un triangle ABC sont fixes.
~~A~~ décrit le cercle $\mathcal{D}(O;R)$ de centre O et rayon R .

~~question 1~~ - Quel est le lieu géométrique du point I
 milieu du segment AB ?

~~question 2~~ : Quel est le lieu géométrique du point G
 centre de gravité du triangle ABC ?

Y

CODE DE CHOIX DES POINTS B, C, E : On associe à un point
 quelconque M du plan, la lettre E si M est Extérieur à $\mathcal{D}(O;R)$
 disque ouvert de centre O
 et rayon R
 la lettre S si M appartient à $\mathcal{D}(O;R)$
 la lettre D si M appartient à $\mathcal{D}(O;R)$

Y

exemple

B	E	S	D
I			
G			
D	S		



B est extérieur au disque $\mathcal{D}(O;R)$
 C est un élément du disque $\mathcal{D}(O;R)$.

Y

Choisissez le cas de figure que vous voulez voir traité en tapant
 le nombre correspondant à la case de dessin.

B	E	S	D
I	1	2	3
G	4	5	6
D	7	8	

EXHOM aide à la correction d'un exercice

ALGORITHME DU POINT 2 DU PROGRAMME "EXHOM"

*2. Recherche du lieu du point

Déclarations des variables

k entier de 3 à 8 (compteur de boucles)

j entier de 1 à 30 (compteur de boucles)

O, B, C points

R réel strictement positif

(C) cercle de centre O de rayon R

A(k) (k de 1 à 8) famille de points du cercle (C)

formant un polygone convexe

A'(k) (k de 1 à 8) famille de points du cercle (C) ne

formant pas un polygone convexe (obtenue, par exemple, par permutation des A(k))

A*(j) (j de 1 à 40) famille de points du cercle (C)

formant un polygone convexe régulier assimilable à (C)

I(k), I'(k) (k de 1 à 8), I*(j) (j de 1 à 40) familles

de points transformés, par l'homothétie de centre B et de rapport 1/2, des points A correspondants

question résolue, étève nul, l'étève a vu, booléens

PROCEDURE questionner l'étève.

(voir page suivante)

EXHOM aide à la correction d'un exercice

PROCEDURE questionner l'élève....

~~initialisation des variables~~

Réponse 1, Réponse 2; chaînes alphanumériques

question résolue = booleen

 PROCEDURE = transformation de chaîne en minuscule avec
 suppression des espaces

PROCEDURE = analyse de réponse

~~initialisation des variables~~

Réponse 1 = ""

Réponse 2 = ""

question résolue = FAUX

début
fenêtre dialogue

afficher "CROIS tu reconnaitre la nature du lieu du point P?"

entrer Réponse 1

transformation de chaîne en minuscule avec suppression des

espaces (Réponse 1)

Si Réponse 1 = "oui" ou Réponse 1 = "o" ou Réponse 1 = "yes" ou Réponse 1 = "y"

ou Réponse 1 = "ja" ou Réponse 1 = "j" ou Réponse 1 = "si" ou Réponse 1 = "s"

 alors afficher "CROIS moi, en français, quelle est la nature
 du lieu du point P?"

entrer Réponse 2

analyse de réponse (Réponse 2)

si Réponse 2 contient "cercle"

alors question résolue = VRAI

fin si

fin si

fin procédure
~~initialisation des variables~~

k = 1 j = 3

points O, P, Q tels que choisis dans le *1

points A(k), A'(k), A''(j) tels que définis ci-dessus

question résolue = FAUX

étève nul = FAUX

élève a vu = FAUX

EXHOM aide à la correction d'un exercice

DEBUT

2.1 * plusieurs exemples de points A et I - k

tant que $k \leq 4$ et non(question résolue)

fenêtre dessin

afficher le point A(k)

tracer les segments BA(k), CA(k)

afficher le point I(k)

fenêtre dialogue

si $k = 1$ alors afficher "Voici une position du point A et le point I correspondant"

sinon afficher "Voici une autre position du point A et le point I correspondant"

fin si

questionner l'élève

fenêtre dessin

effacer les points A(k), I(k) et les segments BA(k), CA(k)

fin tant que

2.2 * affichage simultané de plusieurs points A et I - k

$k \leq 4$

tant que $k \leq 4$ et non(question résolue)

fenêtre dialogue

Si $k = 4$ alors afficher "Voici une autre position du point A et le point I correspondant"

sinon afficher "Voici une autre position du point A et le point I correspondant"

fin si

fenêtre dessin

afficher le point A(k)

tracer les segments BA(k), CA(k)

afficher le point I(k)

fenêtre dialogue

questionner l'élève

fenêtre dessin

mettre en léger pointillé les segments BA(k), CA(k)

$k := k + 1$

fin tant que

EXHOM aide à la correction d'un exercice

2.3 Affichage "dynamique" et "discret" sans trace de plusieurs points A et I

```

si non(question résolue)
  fenêtre dessin
  boucle en k := 1 à 8
    afficher le point A'(k)
    tracer mentalement le segment BA'(k)
    afficher le point I'(k)
    pause 3-secondes
    si k < 8 alors effacer le point A'(k), le segment
      BA'(k), le point I'(k)
    fin si
  fin boucle en k
  fenêtre dialogue
  afficher "Et maintenant....."
  questionner l'élève
fin si
  
```

2.4 Affichage "dynamique" et "discret" avec trace de plusieurs points A et I

```

si non(question résolue)
  fenêtre dialogue
  afficher "Récapitulons les exemples vus....."
  fenêtre dessin
  boucle en k := 1 à 8
    afficher le point A'(k)
    tracer mentalement en pointillé le segment BA'(k)
    afficher le point I'(k)
    pause 2-secondes
  fin boucle en k
  fenêtre dialogue
  questionner l'élève
fin si
  
```

EXHOM aide à la correction d'un exercice

2.5*affichage "dynamique", continu, avec trace de l'ensemble des points A et

```
si non(question résolue)
  fenêtre dialogue
  afficher "Essayons une dernière fois....."
  fenêtre dessin
  afficher le point A*(1)
  tracer en tiraté le segment BA*(1)
  afficher le point I*(1)
  pause 1/4 seconde
  boucle en j:=2-3-40
    tracer le segment A*(j)A*(j)
    afficher le point A*(j)
    tracer en tiraté le segment BA*(j)
    tracer le segment I*(j)I*(j)
    afficher le point I*(j)
    pause 1/4 seconde
    effacer le segment BA*(j)
  fin boucle en j
  fenêtre dialogue
  questionner l'élève
fin si
si non(question résolue) alors élève-nul=VRAI
fin-si
```

EXHOM aide à la correction d'un exercice2.5 Réponse avec animation sur la question du lieu de *fenêtre dialogue

```

si élève nul      alors afficher "Regarde encore une fois le dessin ..
                  Tu vois que le lieu du point I est un CERCLE."
                  sinon afficher "Tu as parfaitement raison. Le lieu du
                  point I est un cercle"

```

fin si

fenêtre dessin

tant que non((l'élève a vu)

afficher le point A"(I)

tracer en tireté le segment BA"(T)

afficher le point I"(I)

pause 1/4 seconde

boucle en j=2 à 40

tracer le segment A"(j-1) A"(j)

afficher le point A"(j)

tracer en tireté le segment BA"(j)

tracer le segment I"(j-1) I"(j)

afficher le point I"(j)

pause 1/4 seconde

effacer le segment BA"(j)

fin boucle en j

fenêtre dialogue

afficher "Pour continuer, enfoncer une touche quelconque"

Si touche enfoncée alors l'élève a vu = VRAI

fin-si

fin tant que

ANNEXE * du point 2 *ORGANIGRAMME DU POINT 3 DU PROGRAMME "EXHOM"

*3 Identification de la transformation du plan qui fait correspondre le lieu du point A à celui du point I

Organigramme page suivante

Trouver dans cette liste une transformation du plan sur lui-même qui associe (A, B) au lieu E de I
 Tappez la lettre correspondante

Translation	T
Homothétie	H
Projection	P
Symétrie par rapport à un point	S
Symétrie par rapport à une droite	S'
Autre transformation	A

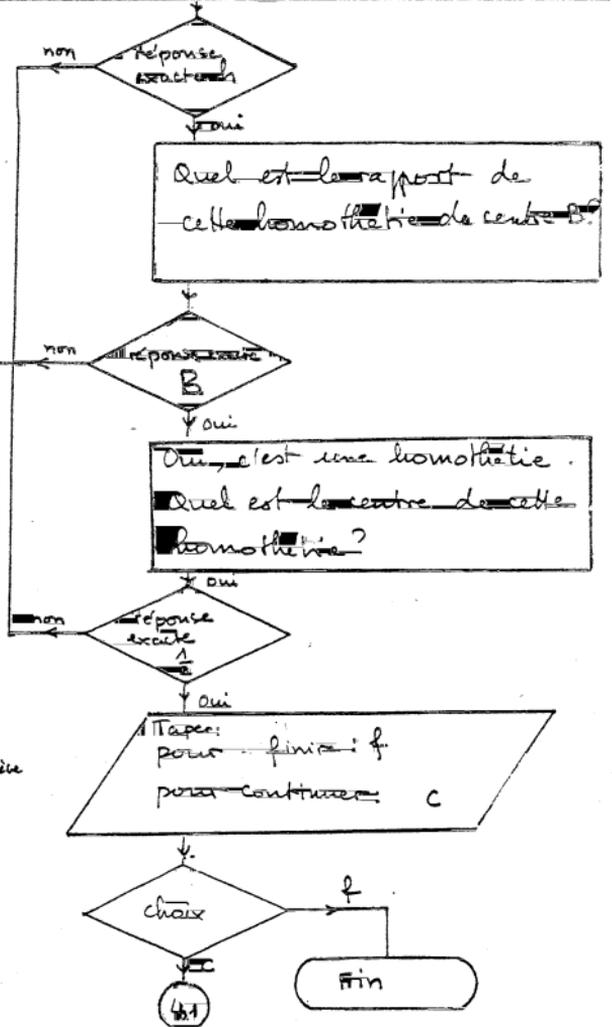


Figure animée
 (les éléments sont à afficher dans l'ordre)
 B, A, [A, B], I, O (A, B)

(matérialiser dans l'ordre)
 O' (milieu de [A, B])
 [O, A]
 [O, B]

Attention il y a 3 cas de figure
 il faut revoir le choix de l'élève en ②

(1) (2) (3)

(4) (5) (6)

(7) (8) (9)

EXHOM aide à la correction d'un exercice

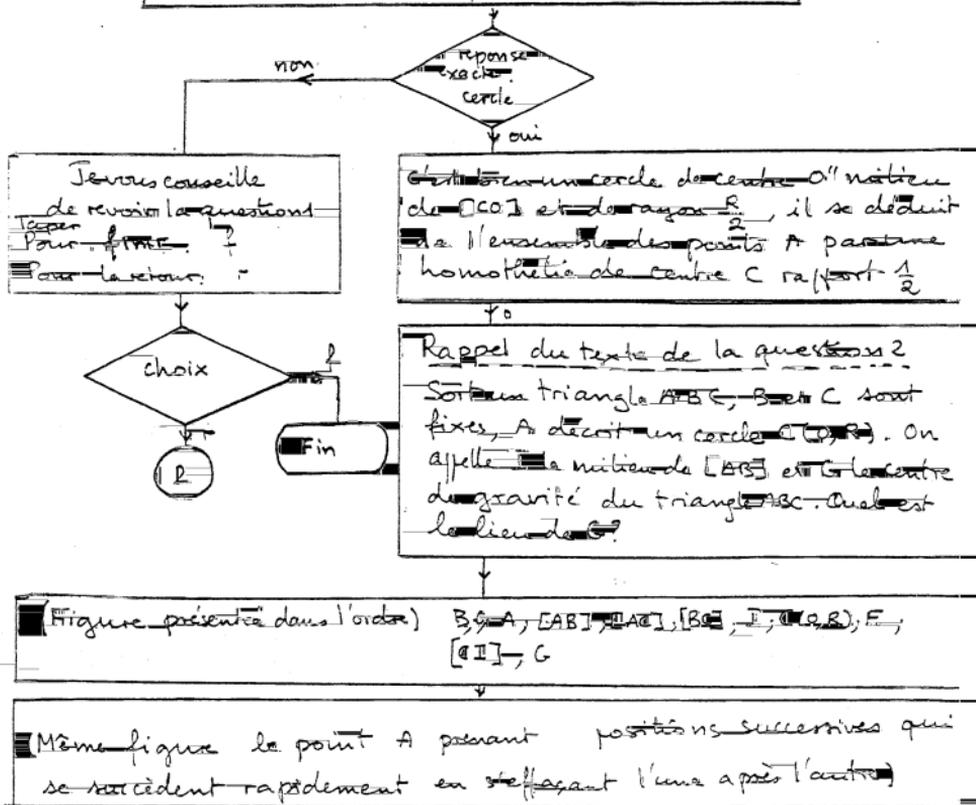
ORGANIGRAMME DU POINT 4 DU PROGRAMME "EXHOM"

4. Etude de la question 2 de l'exercice

Identification des transformations du plan permettant d'identifier la nature du lieu du point G, centre de gravité du triangle ABC

A.1

Avant d'aborder la question (2) veuillez résoudre cet exercice:
Soit un triangle ABC; B et C sont fixes, A décrit un cercle de centre O, rayon R. Soit J le milieu de [BC], quelle est la nature de l'ensemble des points J?

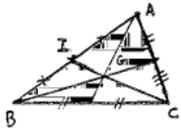


EXHOM aide à la correction d'un exercice

ORGANIGRAMME DU POINT G DU PROGRAMME EXHOM (suite)

4.2

(Figure non présentée dans l'ordre) un triangle ABC, les 3 médianes, les indications ~~non~~ nécessaires pour montrer que ce sont des médianes



I, G

(Question): $\frac{GG}{OG} = ?$

réponse exacte $\frac{2}{3}$

Inexact. Observer plus soigneusement la figure.

(Figure ~~présentée~~) le point ~~A~~ O se situe en continu sur (O, R) le point ~~I~~ B se situe sur (B, S) qui appartient à la ligne et mesure $\frac{1}{3} BS$. Le point ~~C~~ O se situe sur (O, P) et mesure $\frac{1}{3} OP$.
Rappel de texte) $\frac{GG}{OG} = \frac{2}{3}$

(Question) Quel est le centre de l'homothétie qui fait passer de (B) au lieu de O ?

réponse exacte C

Quel est le rapport de l'homothétie de centre C qui fait passer de (B) au lieu de O ?

réponse exacte $\frac{2}{3}$

4.3

EXHOM aide à la correction d'un exercice

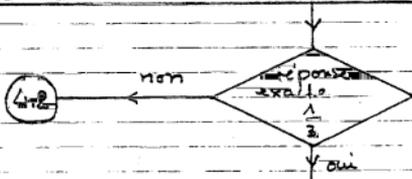
ORGANIGRAMME DU POINT DU PROGRAMME "EXHOM" (suite et fin)

4-2

Bravo, c'est exact ! Vous pouvez cependant trouver une autre réponse

(Figure présentée dans l'exercice) $B, C, A, I(0, B)$; K milieu de $[BC]$, $[KA]$, G

(Question) $KG =$
 KA

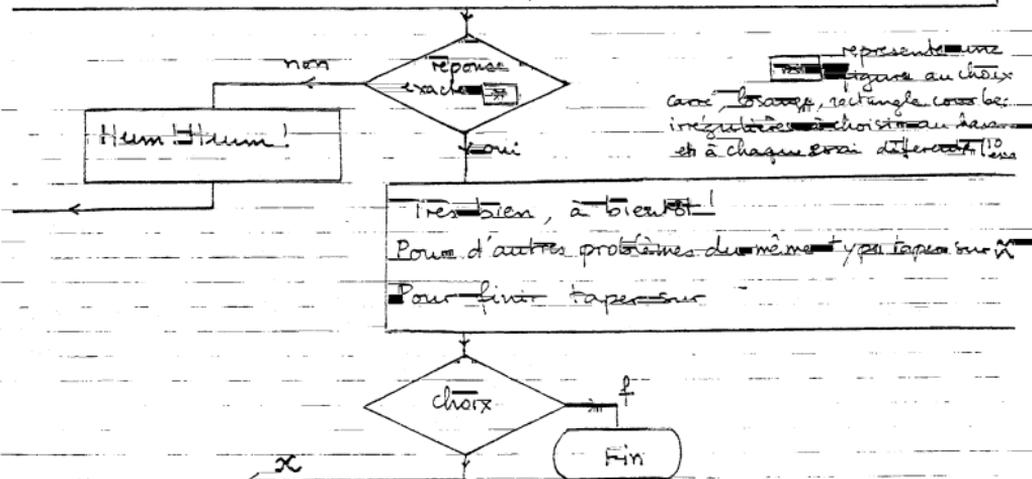


(Figure animée) : Le point G barycentre du triangle (G, R) , le point G décrit (à t) au fil et à mesure $[\dots a = f(x, y)(t)]$

(Texte) Vous pouvez maintenant saisir sur votre calculatrice la réponse de votre choix, mais avant de vous quitter, que pensez-vous de cet autre problème

(Figure animée) : triangle ABC ; K , $[KA]$, A barycentre sur $[\dots]$

(Question) Quelle est la nature du lieu du point G ?



HOMOTHÉTIES en Seconde

Fiche destinée à la documentation de la C.D.E.

NATURE DES DOCUMENTS

- 1 Disquette format 5 1/4 pour ordinateur sous MS-Dos.
- 3 Livrets d'accompagnement pour prêt au professeur.

TITRE

HOMOTHÉTIES en SECONDE

Projet du groupe 1 - R.E.A.

10 juillet 1985

Alain Barot - Serge Delporte - Annie Foray - Frédéric Noël Gay - J. Klute
Éditions Hycème et Synthétique

DISCIPLINE

Mathématiques

NIVEAU

2ème

CONTENUS

Deux programmes distincts

- ① HOM Visualisation graphique d'une homothétie
agrandissement et réduction d'une figure

à ce programme correspond :

- la disquette
- le livret : documentation destinée à l'enseignant
- le livret : Annexes I copies d'écran listing

- ② EXHOM programme en kit :

organigramme et algorithmes autour d'un exercice

à ce programme correspond le livret - Annexes II

RÉSOLUTION PAR DICTIONNÉ
D'UNE ÉQUATION DE TYPE $f(x) = 0$

par Claudine LUSIAR
Philippe NITARD
Alain OFAL
Bernard RAULT
Jean-Georges SALLERON

Ce que nous proposons s'adresse à des élèves de classe terminales (séries C, D, E, F) qui savent que si une fonction numérique f est continue et strictement monotone sur un intervalle $[a, b]$ de \mathbb{R} , alors l'équation $f(x) = 0$ admet, dans $[a, b]$, une solution et une seule dès lors que $f(a) \cdot f(b) < 0$.

Pratiquement, il s'agit de présenter la technique dite de dichotomie dans une salle de classe disposant d'un LOGABAX PERSONA 1600 par une animation programmée.

Nous suggérons, pour une bonne assimilation de la méthode, de procéder en 4 séquences.

Séquence n° 1 : les élèves se contentent d'observer l'animation programmée.

Séquence n° 2 : ils commentent, interprètent et tentent, avec l'aide du professeur, de formuler dans la détail les différentes étapes de la technique qui leur a été présentée.

Une re-visualisation de l'animation peut éventuellement s'avérer nécessaire.

Séquence n° 3 : le professeur fait le point sur la question et propose un organigramme de synthèse.

Séquence n° 4 : le professeur contrôle l'acquisition de la technique sur des exemples de son choix. (utilisation de calculatrices)

Le produit fourni concerne essentiellement la séquence

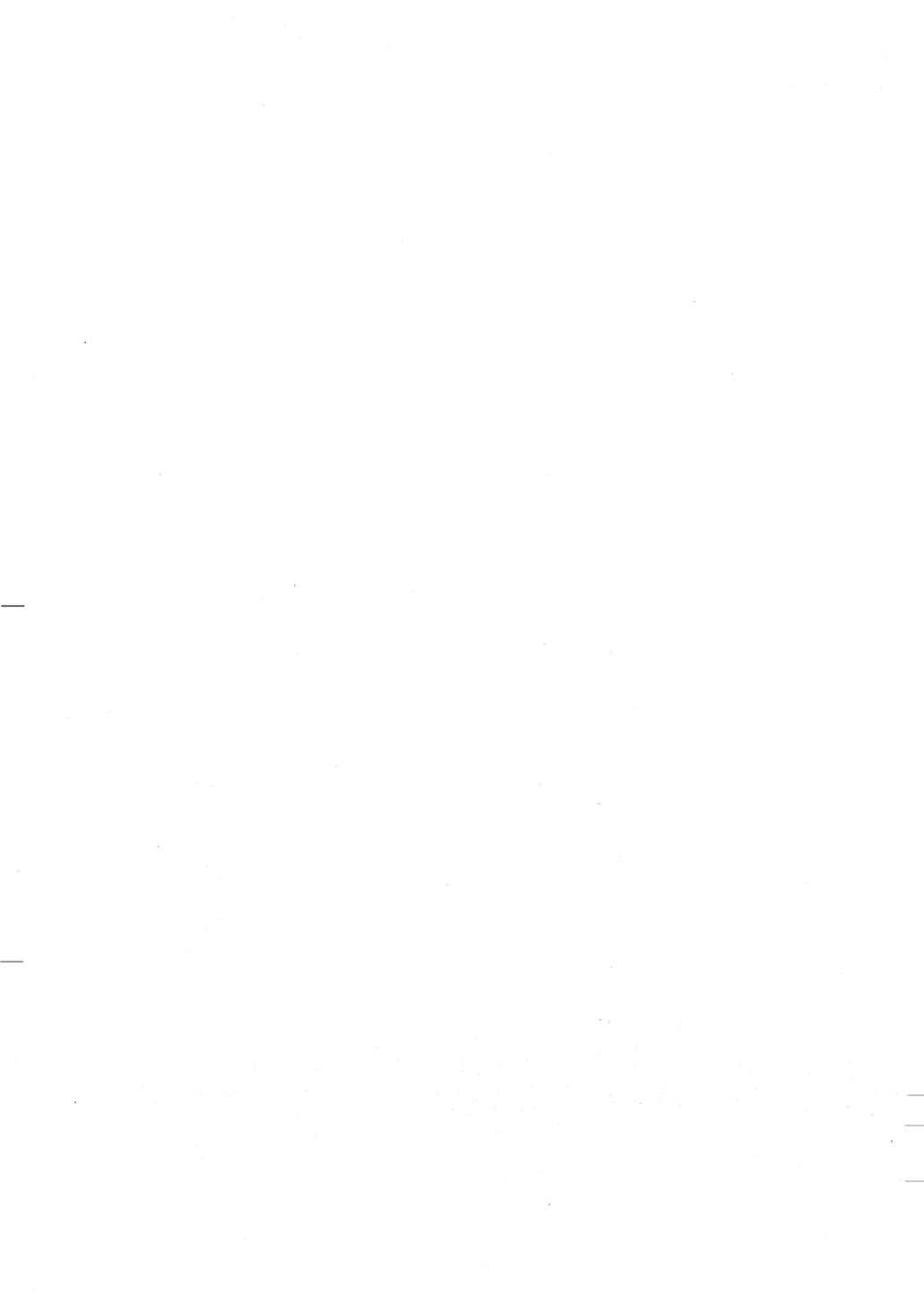
CONSEILS TECHNIQUES

- ... Introduire la disquette système dans le lecteur du bas
- Attendre l'apparition du symbole A) →
- Taper **GRAPHICS**
- Attendre l'apparition du symbole A)
- Taper **WBASIC**
- Attendre le message OK
- Remplacer la disquette système par la disquette travail
- Taper **LOAD "D10"**
- Attendre le message OK
- Appuyer sur la touche **F2**

Pour une copie d'écran sur imprimante, appuyer simultanément sur les touches et *.

ANNEXES

- Un listing du programme
On observera à la ligne 1080 que:
$$f(x) = 5(\ln x)^2 + x - 2$$
- les 4 premières copies d'écran
- la dernière copie d'écran donnant la solution de l'équation $f(x) = 0$ à 10^{-3} près
- Un organigramme de la méthode pour le traitement manuel des exercices de contrôle



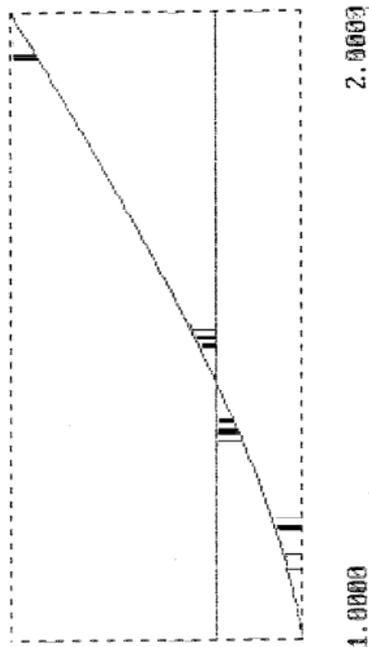
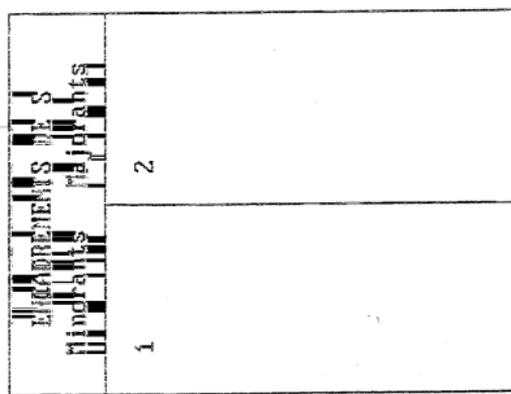
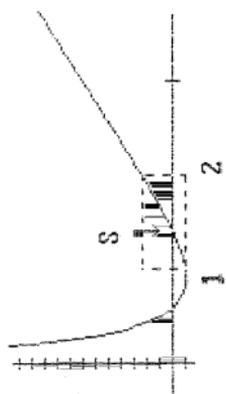
```

1 REM
2 REM
30 REM RESOLUTION D' EQUATIONS
40 REM METHODE PAR DICHOTOMIE
50 REM
60 REM
70 KEY OFF F1 CLR SCREEN
80 REM ***** TITRE *****
95 COLOR 0
90 LOCATE 7,25 PRINT " RESOLUTION PAR DICHOTOMIE "
100 LOCATE 9,25 PRINT " D'UNE EQUATION DU TYPE (X) = 0 "
105 COLOR 0
110 LOCATE 12,9 PRINT " LA REPRESENTATION D'UNE FONCTION CONTINUE VA VOUS ETRE
ROPOSEE "
120 LOCATE 4,4 PRINT " OBSERVEZ AVEC ATTENTION LES DIFFERENTES ETAPES DE L'ANIMA
TION QUI SUIVRA "
140 PRINT " POUR RELANCER L'ANIMATION "
1000 REM *****
1010 REM ANIMATION
1020 REM
1030 REM
1040 REM *****
1045 GOSUB 10000 -> CLS
1046 SCREEN 0
1050 LOCATE 5,40 PRINT " EVALUATION DE LA RESOLUTION "
1050 LOCATE 5,40 PRINT " DE L'EQUATION F(X) = 0 "
1050 LOCATE 5,40 PRINT " ***** "
1075 REM ***** PARAMETRES *****
1080 DEF FN L(X) = LOG(X) - LOG(X/Y) * X^2
1090 DEF FN L(XA) = XA^2 - YB * FN L(XA) : YB = FN L(XB) - ST * DEF FN B = 1 - CRT - 1 - MX * H * F * S
1110 DEF FN L(20 - 25) = (20, 110) : LINE (0, 100) - (20, 100)
1115 X = 0 : GOSUB 0 : Y = "138613"
1115 FOR I = 0 TO 3 : STEP 1 : (20 * 4 * I) : DRAW KX : NEXT I
1120 FOR I = 1 TO 12 : STEP 1 : (20 * 5 * I + 100) : DRAW YST : NEXT I
1130 PSET (20 * 5 * 4 + 8 * 6 * FN L(1) + 100)
1140 FOR K = 1 TO 10 : STEP 1 : 25 * STEP 1 : 2
1140 Y = FN L(X)
1150 X1 = 20 * 5 * 4 * X : Y1 = 5 * Y + 100
1180 LINE (X, Y)
1190 NEXT X
1200 PSET (20 * 5 * 4 * 3 + 30)
1210 PSET (20 * 5 * 4 * 4 + 62) : DRAW FL3
1220 LOCATE 5,4 PRINT " S "
1230 XA = 20 + 5 * X : YA = 5 * Y + 100
1240 XB = 20 + 5 * X : YB = 5 * Y + 100
1260 INK (XA, YA) : (XB, YB) : L, R, BT
1500 REM ***** PRESENTATION DES RESULTATS *****
1510 LOCATE 0,4 PRINT " ENCADREMENT DE S "
1520 LOCATE 11,4 PRINT " Minorants Majorants "
1530 INK (10, 35) : (220, 35)
1540 INK (10, 180) : (220, 180)
1550 LINE (10, 35) : (110, 320)
1560 LINE (220, 138) : (220, 220)
1570 INK (10, 180) : (110, 320)
1575 FOR J = 1 TO 0
1580 DEF FN L(XA, YA) = (XB, YB) : (0, 5)
1590 FOR L = 1 TO 500 : NEXT I
1600 DEF FN L(XA, YA) = (XB, YB) : L, B, ST
1610 FOR L = 1 TO 500 : NEXT I
1620 NEXT L
1630 LOCATE 13, 9 : PRINT " 1 "
1640 LOCATE 13, 17 PRINT " 2 "

```


EVALUATION DE LA SOLUTION *S*

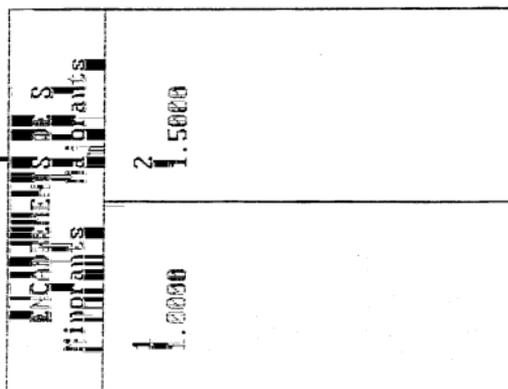
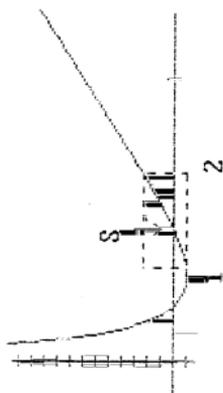
DE L'EQUATION $F(X)=0$



Pour poursuivre taper sur une touche.

EVALUATION DE LA SOLUTION *S*

DE L'EQUATION F(X)=3



Pour poursuivre taper sur une touche.

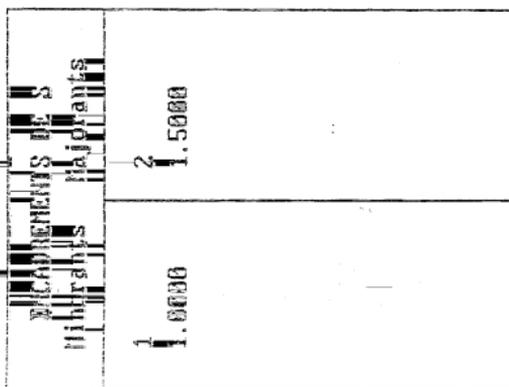
EVALUATION DE LA SOLUTION *S*

DE L'EQUATION $F(X)=0$

#####

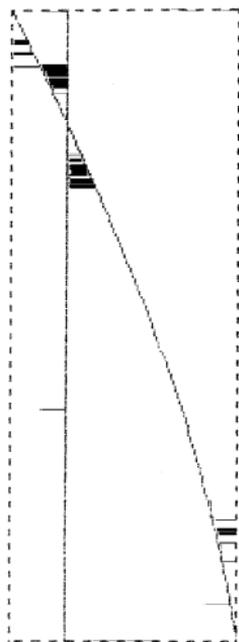


2



1.0000

1.5000



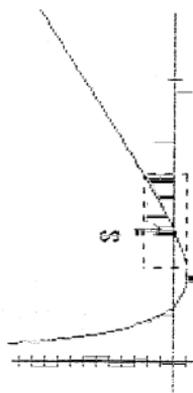
1.0000

1.5000

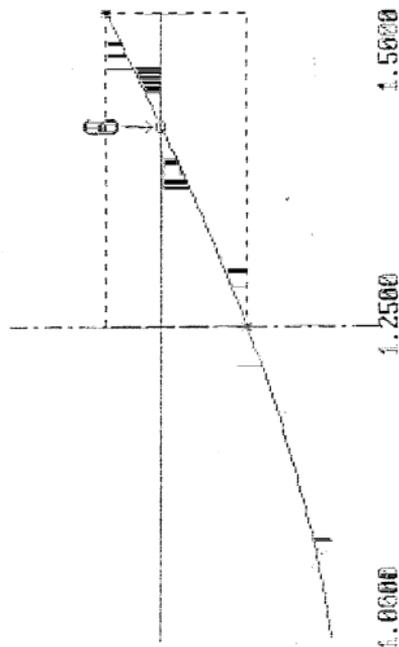
Pour poursuivre taper sur une touche.

EVALUATION DE LA SOLUTION *S*

DE L'EQUATION $F(X)=0$



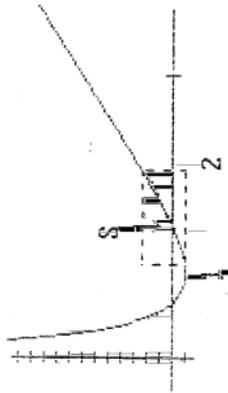
EVALUATIONS DE S	
Méthodes itératives	
1	1.0000
2	1.5000
3	1.5000



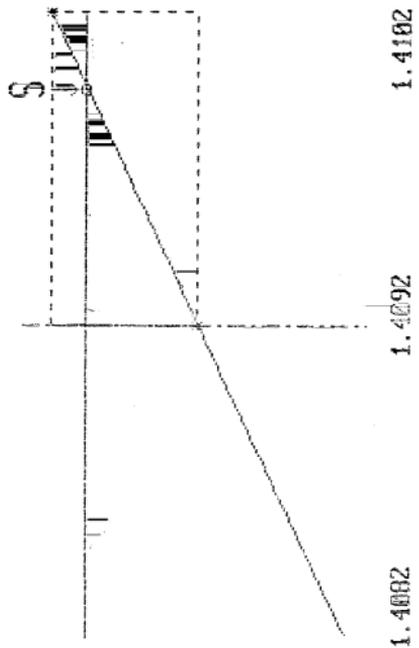
Pour poursuivre taper sur une touche.

EVALUATION DE LA SOLUTION *S*

DE L'EQUATION F(X)=0



SACADEMENTS DE S	
Minuants	Majorants
1	2
1.5000	1.5000
1.2500	1.5000
1.3750	1.5000
1.3750	1.4375
1.4375	1.4375
1.4375	1.4219
1.4375	1.4141
1.4375	1.4102
1.4375	1.4102
1.4375	1.4102



Pour poursuivre taper sur la touche F

~~feuille de présentation~~

~~PROBAGIQUES~~ ~~LOGICIEL~~
 pour PERSONAL 100
 niveau ~~avancé~~

~~SUJET~~ ~~approche expérimentale~~ des ~~lignes~~ de niveau de ~~MATH.~~

~~PRESENTATION~~ : un ~~cours~~ sur un ~~fasécule~~ et un ~~logiciel~~ graphique sur une disquette accompagnée de son mode ~~d'emploi~~.

~~CONDITIONS D'UTILISATION~~ : en ~~et~~ ~~classés~~ les ~~élèves~~ ayant par ~~petits~~ groupes un ~~PERSONAL 100~~ à leur disposition.

~~OBJECTIFS~~ : ~~partant~~ du schéma classique de la leçon, apporter une illustration graphique qui en général le professeur ~~ne~~ ~~pas~~ a temps de développer suffisamment.
 - ~~mettre~~ les ~~élèves~~ en position de recherche expérimentale dans un ~~problème~~ de ~~lignes~~ de niveau.

L'informatique s'avère alors indispensable. Elle permet d'explorer ~~de~~ ~~réaliser~~ graphiquement de nombreuses situations ~~qu'il~~ ~~est~~ ~~matériellement~~ ~~difficile~~ ~~d'exiger~~ des élèves sur ~~papier~~ ou du professeur ~~au~~ ~~tableau~~.

~~DESCRIPTION BRÈVE~~ : (D) ~~est~~ ~~étant~~ donnée, le ~~logiciel~~ permet :

- de déplacer le point M sur l'écran et de donner la valeur de ~~z~~ associée.

- de déterminer ~~expérimentalement~~ si un point M appartient à la partie du plan pour laquelle ~~z~~ reste comprise entre deux valeurs fixées.

- de définir une ~~de~~ ~~la~~ ~~partie~~.

- de tracer ~~l'ensemble~~ des points M pour lesquels ~~est~~ donnée ~~l'équation~~ (15).

~~ATTENTION~~

Ne laissez pas le diode allumé à côté du pavé numérique, il doit être éteint et le rester pendant l'utilisation du logiciel.

Si elle est allumée, éteignez-la en appuyant sur la touche marquée ~~FUNCTION~~.

1) mettez la disquette système dans l'unité du bas, celle marquée "CONIUDMA" dans l'unité du haut.

2) allumez l'appareil.

3) après l'apparition de ~~A>~~

tapez ~~GRAPHICS~~

après l'apparition de ~~A>~~

tapez ~~GBASIC~~

Données apparaîtront à l'écran.

4) tapez ~~RUN+CONIUDMA~~

Le logiciel est alors lancé.

REPORTEZ-VOUS AU MANUEL D'UTILISATION

Et suivez les instructions . . .

LES DIDACTIQUES
VYDUCIRE

TABLEAU RESUME DES
COMMANDES DU PROGRAMME
CONTYHA

MISE
EN
ROUTE

- C Continuer
- R Revenir en arriere
- Q Quitter

PRESENTATION

C ↓

R →

ECRAN 1

Q → (FIN)

C ↓ ↑ R

ECRAN 2

Q → (FIN)

C ↓ ↑ R

A →

ECRAN 3

Q → (FIN)

C ↓ ↑ R

ECRAN 4

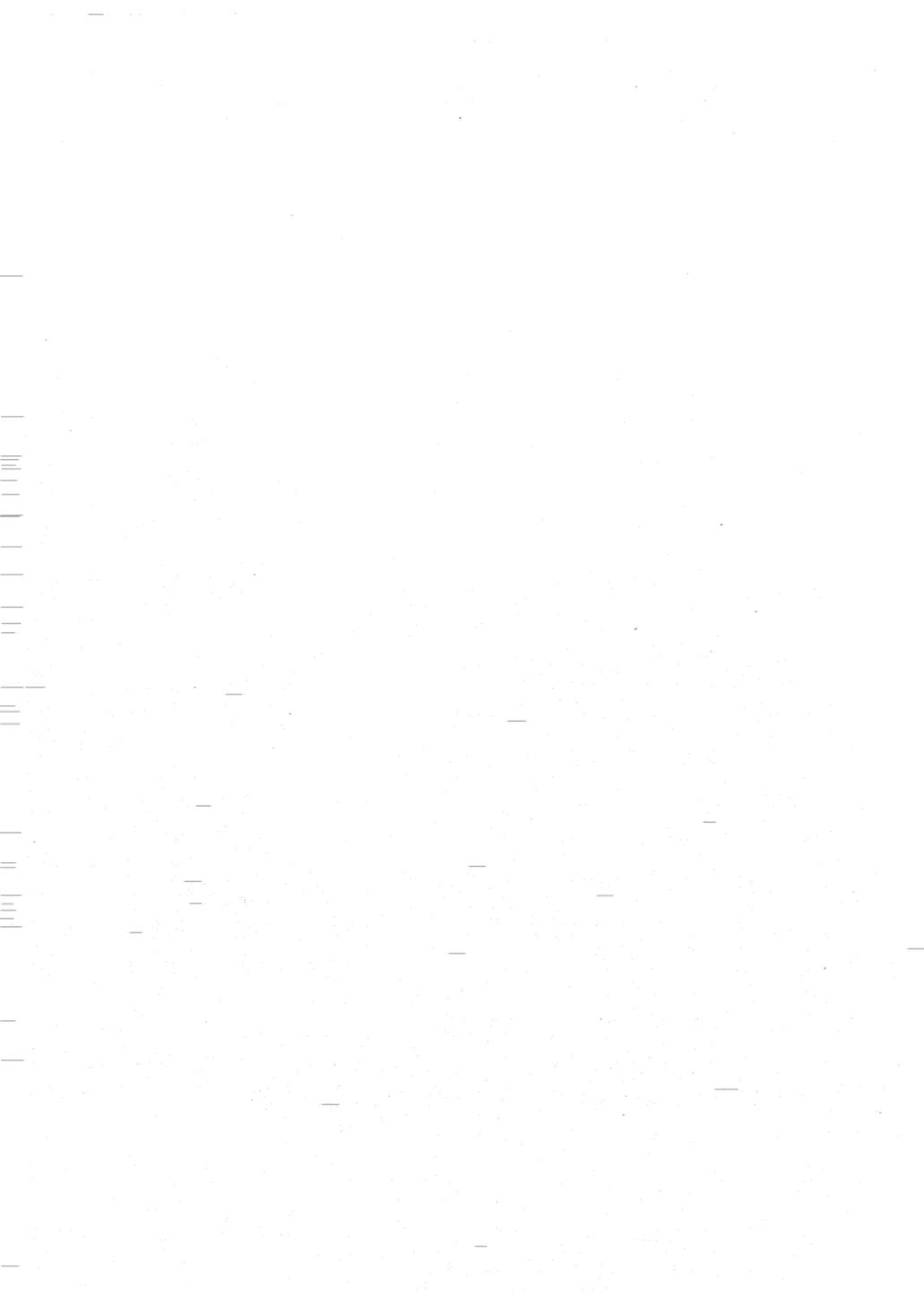
Q → (FIN)

C ↓ ↑ R

R →
A →
A →

ECRAN 5

Q → (FIN)

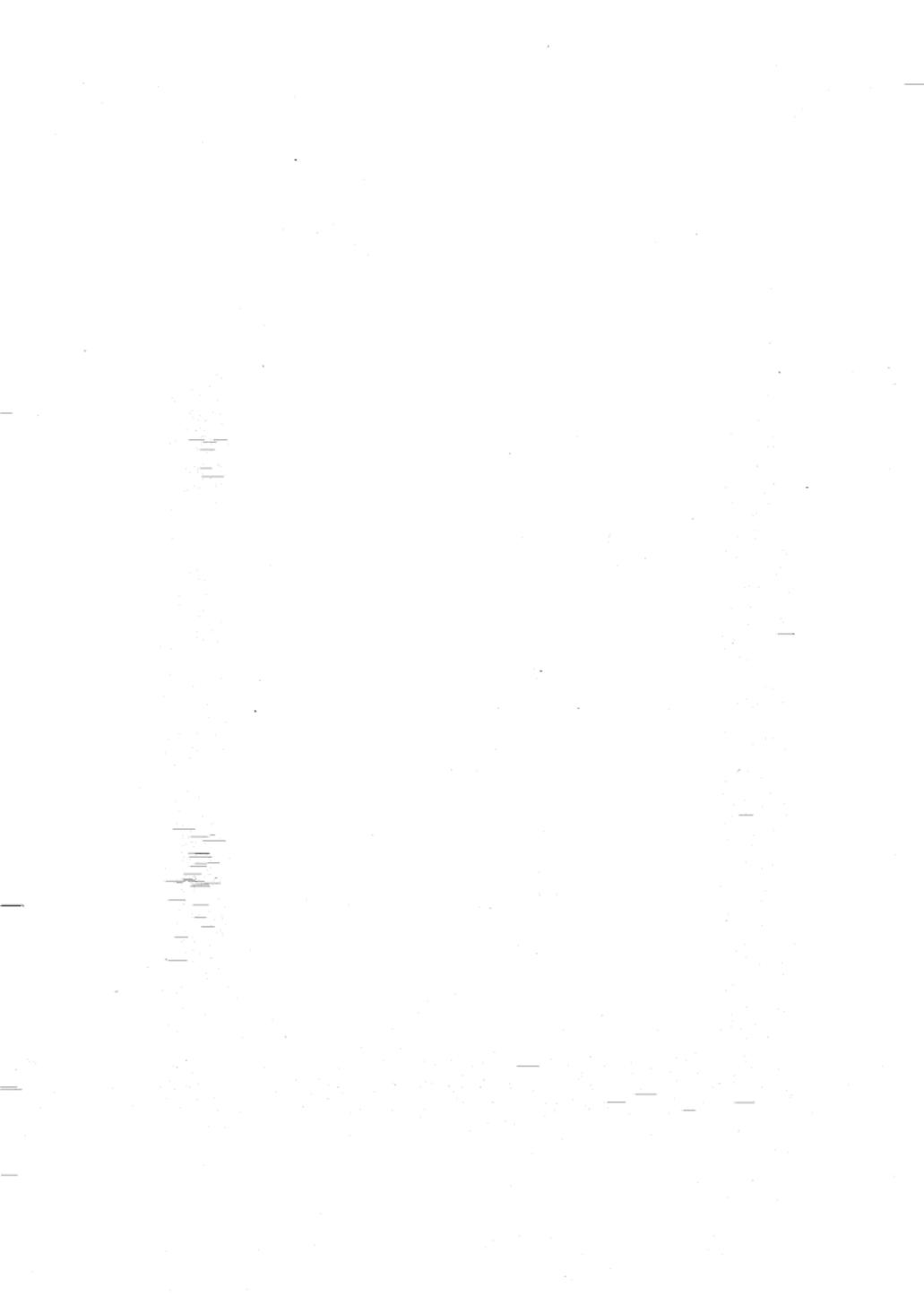


LES DIDACTIQUES VIDÉO

PRESENTENT

'' C O N T E N U ''

1988



Page 3

1. apparaît l'écran 1 (ci-contre) : mise en place du problème

1. INTRODUCTION

On donne dans le plan une droite (D) , un point F n'appartenant pas à (D) et un réel a .
On veut déterminer l'ensemble des points M vérifiant :
où H est le projeté orthogonal de M sur (D) .

Commentaires : la disposition de (D) et de F particulière ne pose pas le problème (indifférence par isométrie, voire par similitude).

envisager les cas où $e < 0$ et $e = 0$.

MODE D'EMPLOI : $\langle E \rangle$ permet de visualiser un point puis un autre. (des exemples de points sont proposés et on peut les modifier à volonté).
 $\langle B \rangle$ permet de quitter le programme

Appuyer sur $\langle B \rangle$
Retourner la page ...

030

F

0

E C R A N n° 2 : MANIPULATIONS DE 0102
 < 6 > Gauche, < 5 > Haut, < 2 > Bas
 pour continuer, < Q > pour quitter, < R > pour revoir

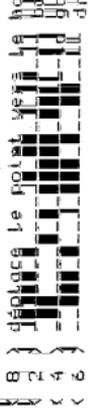
Page 5 :

... vous entrez en phase expérimentale (O est le projeté orthogonal de F sur (D))

2. REGIONNEMENT

MODE D'EMPLOI :

1) Appuyez sur la touche associée (N)



Commentaires : - La variation des valeurs de e illustre une certaine "continuité" : on remarque la distance entre les points de la suite horizontale on peut se déplacer de 1 en 1 point dans les directions symétrique de l'ensemble cherché.

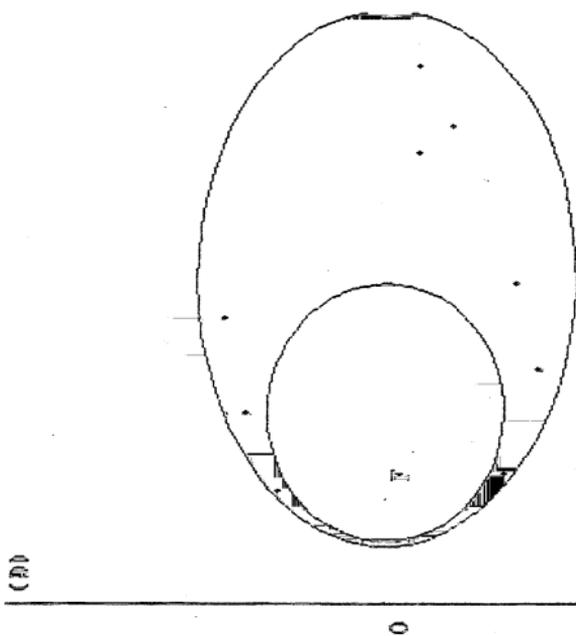
Le ensemble de points n'est pas (D) : les points des axes de symétrie de F peuvent être obtenus en appuyant sur la touche (OF) et leur position pour l'appuyer O O O F

FF1 : un seul point milieu de (O,F)
 FF2 : deux points sur la médiane de (O,F)

FF3 : un point sur la médiane de (O,F) et un point sur la médiane de (O,F).
 FF4 : deux points sur la médiane de (O,F) et un point sur la médiane de (O,F).



Appuyer sur
 O pour afficher
 F pour afficher
 C pour continuer la page ...



F	R	A	N	n°	3	:	REGI	ON	NE	ME	NT	PO	UR	LE	VO	IS	IN	DE	175	A	10	Z	PRE		
5	>	PO	UR	VA	RI	ER,	<	F	>	PO	UR	FR	ON	T	IE	R,	<	F	>	PO	UR	A	UT	RE	
0	>	PO	UR	CO	N	T	I	N	U	E	R,	<	Q	>	PO	UR	Q	U	I	ET	R,	<	R	>	
	>	PO	UR	CO	N	T	I	N	U	E	R,	<	Q	>	PO	UR	Q	U	I	ET	R,	<	R	>	

Page 7 :

... ou on écrasera l'ensemble cherché : on se donne une valeur de e
 et on appuie sur la touche **ENTRÉE** en page mobile. L'ensemble cherché
 correspondra à une incertitude relative de 10%.

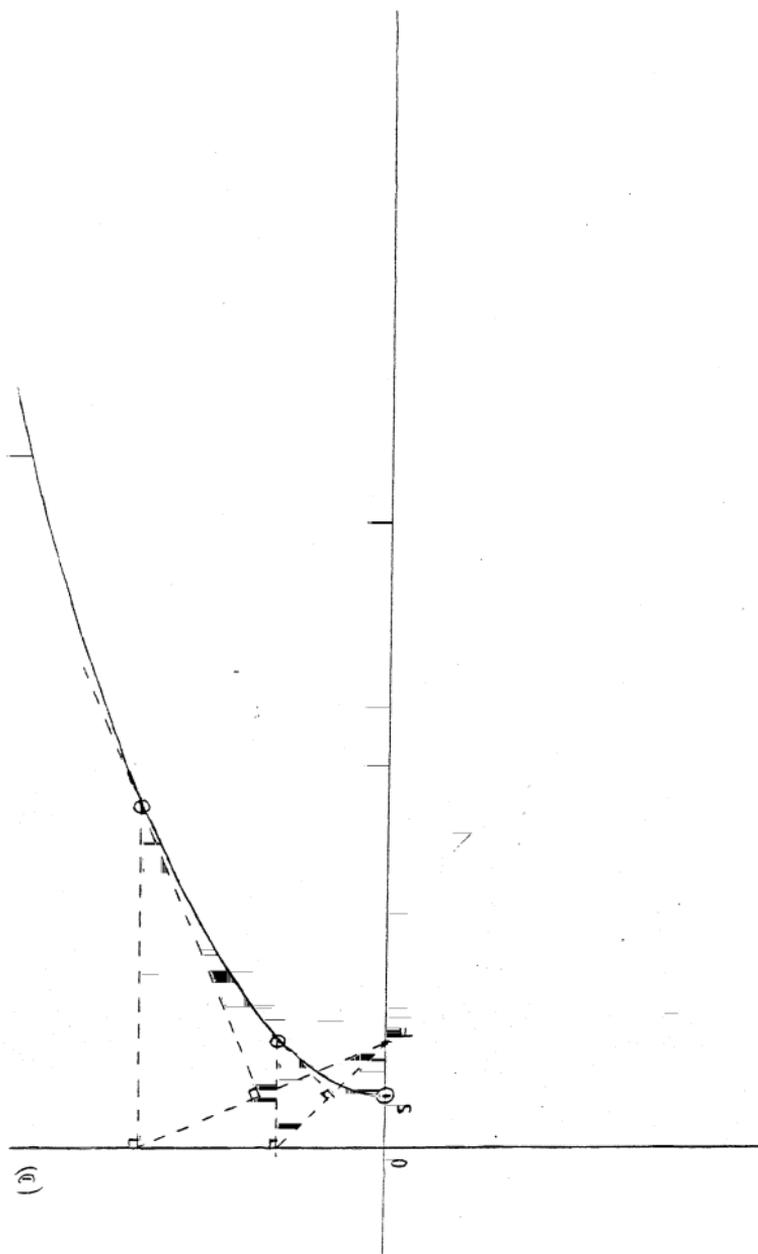
MODE D'EMPLOI : appuyer sur **←** pour placer des points
 déplacement du point mobile de la page précédente sur
 ← S → permet de passer à la page précédente
 ← F → permet de matérialiser les frontières de la
 zone cherchée
 ← A → permet de reprendre avec une nouvelle valeur
 de e

Commentaires : - émerge peu à peu l'attitude de l'ensemble
 cherché : il est contenu dans la bande matérialisée par
 - - - - - au préalable à ce stade de l'étude de continuité
 évoquée page 5.

Laissons l'ordinateur de côté pendant quelques instants :

NE PAS APPUYER SUR < C > MAINTENANT ...

Appuyer sur :
 < A > pour passer à la page précédente
 < F > pour matérialiser les frontières de la zone cherchée
 Tourner la page !!.



Page 9 :

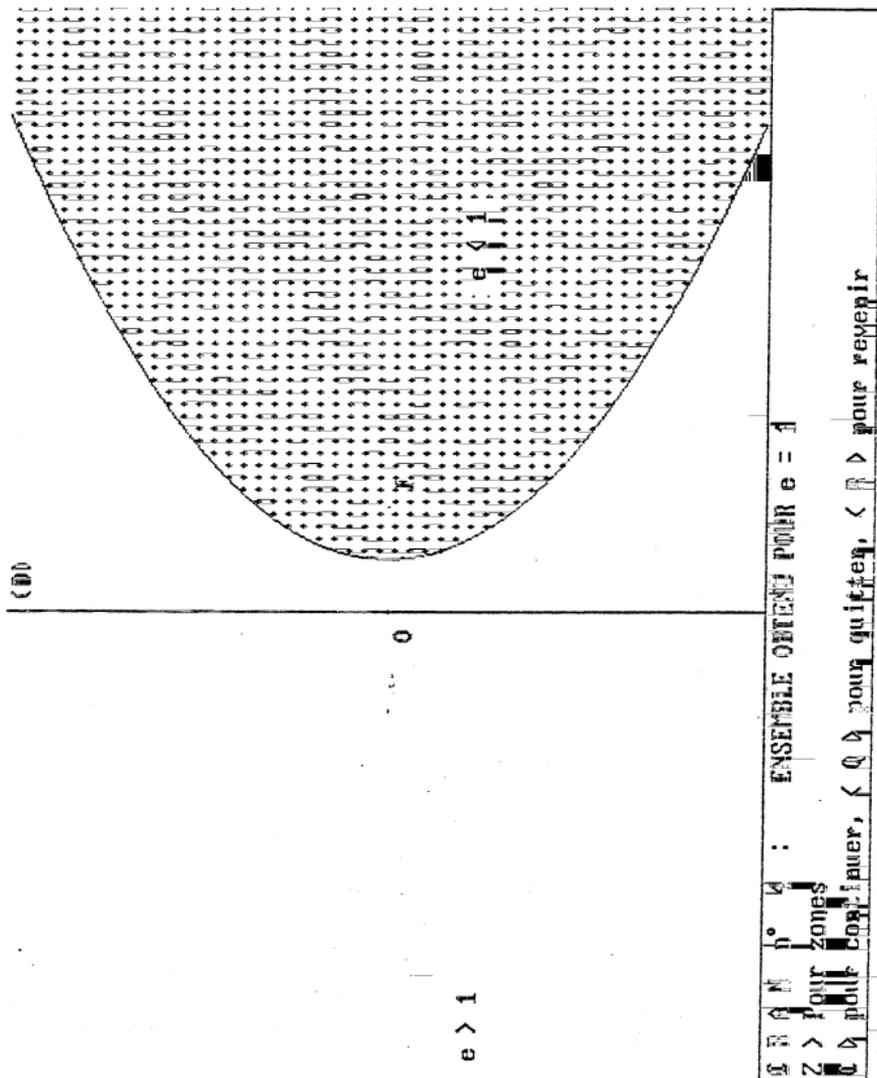
... où crayon règle et compas repréentent leurs droits

3. CAS où $e = 1$

: 3 :

Commentaire : Pour chaque point H de (D) , l'intersection de la perpendiculaire à (D) en H et de la médiatrice de $[F, H]$ est un point de l'ensemble

Appuyez sur \leftarrow pour continuer : Tourner la page ...



Page 11 :

... où la PARABOLE apparaît à l'écran

Commentaire : on peut alors préciser le réglonnement du plan : e<I, e=I, e>I.

MODE D'EMPLOI : appuyer sur < Z > pour matérialiser ce réglonnement à l'écran.

Appuyer sur :
 F 0) pour appeler
 < R > pour revenir à la page précédente
 < C > pour continuer : Toucher  page ...

Page 13 :

... où apparaissent à la demande ELLIPSES ou HYPERBOLES

4. CAS OU e ≠ 1

MODE D'EMPLOI : appuyer sur $\langle \bar{E} \rangle$ pour tracer des courbes
 entrer une valeur de a $\langle \bar{A} \rangle$ appuyer sur $\langle \bar{E} \rangle$
 Ch. 10 0.05 $\langle \bar{E} \rangle$ pour les ellipses $\langle \bar{E} \rangle$ appuyer sur $\langle \bar{E} \rangle$
 deux blanches hyperboles convables (H) $\langle \bar{E} \rangle$ pour obtenir
 $\langle \bar{H} \rangle$ permet d'obtenir une nouvelle valeur de e
 $\langle \bar{E} \rangle$ permet de retourner à l'écran

appuyer sur $\langle \bar{O} \rangle$ pour aller
 $\langle \bar{R} \rangle$ pour revenir à la page précédente

ICI ON PEUT ENCHAÎNER SUR L'ÉTUDE ANALYTIQUE ...

$\langle \bar{H} \rangle$ pour e < 1.21 la machine ne visualise qu'une branche de
 l'hyperbole
 pour 1.0 < e < 1.5 la définition de l'écran ne permet pas une
 représentation convenable.
 Le programme limite e à 15.


```

10000 REM CONIVOMA --- CONIQUES, VOIR O-MAGHREBINES
10010 REM
10020 REM VIDUGINE == VITRAB, DUPLOYER, STRAUDEAU, NEUGAT
10030 REM
10040 REM COPYRIGHI NOUS QUATRE !
10050 REM
10060 REM ET HENRI, BIEN SUR !!
10070 REM
10080 REM
10090 REM OFF SCREEN SICLS
10100 CROIX$="X"
10110 SUPERCROIX$="ADIRSUIRIUJULIUJLSD1L1DSR1"
10120 XFW350 : YFW175 : REM COORDONNES DU FOYER
10130 XD=290 : REM ABSXSS2 : REM A DIRECTRICE
10140 PAS$=REM PAS DE DEPLACEMENT
10150 REM
10160 GOSUB 1230 : REM PRESENTATION
10170 REM
10180 REM ECRAN : MISS EN PLACE
10190 REM
10200 CLS
10210 TITRE$="Etude de MF ==MH":NE=1
10220 SITRE$="Appuyez sur [ ] pour un exemple"
10230 GOSUB 11490 : REM FOYER ET DIRECTRICE
10240 GOSUB 11400 : REM CADRE DU BAS
10250 R$=INPUT$(1) : GOSUB 11940
10260 IF R$<"E" AND R$>"S" THEN 10250
10270 CLS : GOSUB 11490 : GOSUB 11400
10280 RSET (400,60) : DRAW CROIX$
10290 LINE (290,50) : ,&HF0F0
10300 LINE (XF,75) : (400,50) : ,&HF0F0
10310 LINE (290,50) : (50,59) : ,BF
10320 LOCATE 5,52 : PRINT "M" : LOCATE 4,55 : PRINT "H"
10330 R$=INPUT$(1) : GOSUB 11940
10340 IF R$<"E" AND R$>"S" THEN 10330
10350 CLS : GOSUB 11490 : GOSUB 11400
10360 RSET (20,300) : DRAW CROIX$
10370 LINE (290,50) : ,&HF0F0
10380 LINE (X,75) : (20,300) : ,&HF0E0
10390 LINE (290,50) : (279,290) : ,BF
10400 LOCATE 9,2 : PRINT "M" : LOCATE 19,52 : PRINT "H"
10410 GOTB 10250
10420 REM
10430 REM ECRAN-2
10440 REM
10450 TITRE$="MANIPULATIONS":NE=2
10460 SITRE$=" [ ] Droite, [ ] Gauche, [ ] Haut, [ ] Bas"
10470 CLS
10480 GOSUB 11490 : REM FOYER ET DIRECTRICE
10490 GOSUB 11400 : REM CADRE DU BAS
10500 GOSUB 11560 : REM PREMIER POINT D'ENTREE
10510 GOSUB 11870 : REM CENEFANT
10520 R$=INKEY$ : IF R$="" THEN 10510
10530 GOSUB 11940 : REM R,Q,C
10540 GOSUB 11640 : REM DEPLACEMENT POINT
10550 GOTO 10510
10560 REM

```

```

10570 REM ECRAN 3
10580
10590 CLS
10600 TITRE$ = "REGIONNEMENT"
10610 STITRE$ = " "
10620 GOSUB 1400+REM CADRE DU BAS
10630 GOSUB 11490+REM FOYER ET DIRECTRICE
10640 READ INPUT$(1)+GOSUB 11940+REM TEST D, Q, R
10650 IF R$="4" AND R$="1" THEN GOTO 10640
10660 STITRE$ = "Quelle est la valeur de e?"
10670 CLS
10680 GOSUB 1400+REM BAS
10690 GOSUB 11490
10700 LOCATE 24,30+GOSUB 2680
10710 IF ED<0 OR ED>4 THEN LOCATE 24,30+PRINT " ";GOTO 10670
10720 CLS
10730 GOSUB 1400+GOSUB 1490
10740 TITRE$="REGIONNEMENT POUR e VOISIN DE"
10750 STITRE$=" " Pour valider, " Pour frontiere, " Pour autres valeurs
"
10760 GOSUB 11400+REM CADRE DU BAS
10770 LOCATE 23,62+PRINTED ;
10780 GOSUB 1460+REM PREMIER POINT
10790 GOSUB 1870+REM CULMINANT
10800 READ INKEY$+IF R$=" " THEN 10790
10810 GOSUB 1940+REM D, Q, R
10820 GOSUB 1640+REM DEPLACEMENT DU POINT
10830 IF R$="5" THEN GOTO 10830
10840 IF R$="A" OR R$=" " THEN 10590
10850 IF R$="F" OR R$=" " THEN 10870
10860 GOTO 10790
10870 READ ED
10880 LOCATE 23,62+PRINT " A COMPTER ";
10890 ED+GOSUB 12040
10900 READ A. Q. I. 1
10910 ED+GOSUB 12040
10920 RE=INPUT$(1)+IF R$="5" THEN 10920 ELSE 10810
10930 REM TESTER VALEUR DE e POUR VALIDATION ET TRACER
10940 IF ABS(2-ED)/40 THEN FOR I=0 TO 10 LOCATE 24,70+PRINT REFUSE;"CHR$(7);
LOCATE 24,70+PRINT " ";NEXT I GOTO 10860
10950 READ (XN,YN), I, DRAW=ORDIX:R=INPUT$(1)+GOTO 10810
10960 ;
10970 REM ECRAN 4
10980
10990 CLS
11000 TITRE$ = "ENSEMBLE D'BIEN POUR e = 1"
11010 STITRE$ = " " Pour zones
"
11020 GOSUB 11400+REM CADRE DU BAS
11030 GOSUB 11490+REM FOYER ET DIRECTRICE
11040 GOSUB 10550+REM PARABOLE
11050 READ INPUT$(1)
11060 GOSUB 1940
11070 IF R$="2" AND R$="1" THEN 11050
11080 FOR X=640 TO 520 STEP -7
11090 FOR Y=200 TO 200 STEP 7
11100 R=SQR(120+(X-520))
11110 IF R<X AND Y<R AND Y<175-550 THEN PSET (X,Y):DRAW=ORDIX
11120 NEXT Y,X
11130 LOCATE 4,60+PRINT " "
11140 LOCATE 4,65+PRINT " "
11150 GOTO 11050

```

```

11160
11170 REM ECRAN 6
11180
11190 CLS
11200 TITRE$="COURSES OBTENUES POUR DIFFERENTES VALEURS DE a " : NERS
11210 STITRE$ = " " : Poursuivre le tracé des courbes
11220 GOSUB 11400
11230 GOSUB 11490:REM FOYER ET DIRECTION
11240 GOSUB 12540:REM PARABOLE
11250 READ INPUT$(1):GOSUB 11940:REM TEST DU BOUTON
11260 IF R$<>"4" AND R$<>"t" THEN 11250
11270 STITRE$ = "Quelle est la valeur de a"
11280 VIEW PRINT 23 TO 24:CLS:VIEW PRINT 0 TO 24
11290 GOSUB 11400:REM CADRE DU BAS
11300 LOCATE 24,50:INPUT$,ED:REM ENTREE DE E
11310 IF ED<>"E" THEN LOCATE 24,50:PRINT " ";GOTO 11280
11320 STITRE$="< E > Pour effacer, < A > Pour une autre valeur de a"
11330 VIEW PRINT 23 TO 24:CLS:VIEW PRINT 0 TO 24
11340 GOSUB 11400:REM CADRE DU BAS
11350 GOSUB 12670:REM TRACER DE LA COURSE
11360 READ INPUT$(1):GOSUB 11940
11370 IF R$<>"E" AND R$<>"A" AND R$<>"4" AND R$<>"a" THEN 11360
11380 IF R$="E" OR R$="a" THEN 11170
11390 GOTO 11270
11400
11410 REM ROUTINE POUR TRACER LE CADRE DU BAS DE L'ECRAN
11420
11430 LOCATE 23,1:PRINT "BOUTON n° " : "E"; "A"; "4"; "a"; REM NE = NUMERO ECRAN
11440 LOCATE 23,25:PRINT STITRE$;
11450 LOCATE 24,2:PRINT STITRE$;
11460 LOCATE 25,2:PRINT "C" : pour continuer, "D" : pour quitter, "R" pour
venir";
11470 LINE (0,55) TO (639,599) :CLS
11480 RETURN
11490
11500 REM ROUTINE DE TRACAGE DU FOYER, DE LA DIRECTION D) ET DU POINT
11510
11520 PSET (XF, YF): LOCATE 24,6:PRINT "F"
11530 LINE (XD,0) TO (XD,64): LOCATE 1,58:PRINT "D"
11540 IF NE=3 THEN LOCATE 12,35:PRINT "O" : LINE (269,175) TO (291,175),1
11550 RETURN
11560
11570 REM ROUTINE DE TRACAGE DU PREMIER POINT
11580
11590 (M=20:YM=175
11600 PSET (XM, YM):DRAW SUPERCROIX$
11610 LOCATE 23,70:PRINT "e = 1.00";
11620 RETURN
11630
11640 REM ROUTINE D'ENTREE D'UN CARACTERE POUR LE DEPLACEMENT DU POINT
11650
11660 IF R$<>"2" AND R$<>"4" AND R$<>"6" AND R$<>"8" THEN RETURN
11670 (M=XM:YM=YM):REM L'ANCIENNE COORDONNEE DU POINT
11680 IF R$="8" THEN YM=YM+PAS
11690 IF R$="2" THEN YM=YM-PAS
11700 IF R$="4" THEN XM=XM+PAS
11710 IF R$="6" THEN XM=XM-PAS
11720 IF XM<0 THEN XM=0:RETURN
11730 IF YM<0 THEN YM=0:RETURN
11740 IF XM>640 THEN XM=640:RETURN
11750 IF YM>640 THEN YM=640:RETURN
11760 GOSUB 11870:REM CLIGNOTANT
11770 (PSET (XM, YM):DRAW SUPERCROIX$:REM EFFACER L'ANCIEN POINT

```

```

11790 :
11800 REM CALCULONS L'EXCENTRICITE POUR LE DERNIER POINT TRACE
11810 :
11820 IF K=END THEN LOCATE 23,74:PRINT "999 " : RETURN
11830 MH=ABS(X-KM):MENSQR(TXMH*F1+2*TYMH*F2+TYMH*F3+YMH)
11840 LOCATE 23,70:PRINT USING " _e_ = #.# # # # " :
11850 RETURN
11860 :
11870 REM ROUTINE POUR POINT CLIGNOTANT
11880 :
11890 PSET(XM,YM):DRAW SUPERCROIX#
11900 FOR ED=1 TO 100:NEXT
11910 PSET(XM,YM):DRAW SUPERCROIX#
11920 FOR I=1 TO 100:NEXT
11930 RETURN
11940 :
11950 REM ROUTINE POUR TESTER L'ENTREE DES R,Q,G
11960 :
11970 IF R#="C" AND R#="L" AND R#="R" AND R#="P" AND R#="Q" AND R#="M" THEN
11980 IF R#="Q" OR R#="M" THEN SCREEN=CLS:LOCATE 10,7:PRINT "CALCUL " : ED=1
11990 IF R#="C" OR R#="L" THEN NE=NE+1
12000 IF R#="R" OR R#="P" THEN NE=NE+1
12010 IF R#="Q" THEN SCREEN=CLS:LOCATE 10,7:PRINT "RETOUR EN ARRIERE IMPOSSIBLE" :
12020 IF NE=5 THEN SCREEN=CLS:LOCATE 10,7:PRINT "VOUS NE POUVEZ PAS CONTINUER" :
12030 ON NE GOTO 10180,10430,10370,10970,11170
12040 :
12050 REM ROUTINE DES FRACAS DES COURSES
12060 :
12070 IF ED#1 THEN 12540
12080 IF ED<1 THEN 12440
12090 :
12100 REM HYPERBOLE
12110 :
12120 A=50*ED/(ED+ED-1):B=AF*SQR(ED*ED-1)
12130 C=2*ED-60/(ED-1)/(ED-1)+YB*VF
12140 K=2*ED*60/(1+ED)
12150 A2=A*A
12160 B2=B*B
12170 PSET(639,-10)
12180 FOR X=559 TO X=659 STEP 1
12190 IF X=X0 OR X=X0+A20 THEN GOTO 12210
12200 Y=C+SQR((X-X0)*(X-X0)+A2)
12210 LINE=(X,V#Y)
12220 NEXT X
12230 FOR X=X0 TO X0+639
12240 IF (X-X0)/X0*(X-X0)+A20 THEN V#Y=0 GOTO 12270
12250 Y=C+SQR((X-X0)*(X-X0)+A2)
12260 IF V#Y>350 THEN 12280
12270 LINE=(X,V#Y)
12280 NEXT X
12290 K=2*X*C*K
12300 PSET(10,-10)
12310 FOR K=0 TO K
12320 IF X=X0 OR (X-X0)+A20 THEN V#Y=0 GOTO 12350
12330 Y=C+SQR((X-X0)*(X-X0)+A2)
12340 LINE=(X,V#Y)
12350 NEXT K
12360 FOR X=X0 TO X0+STEP-1
12370 IF X=X0 OR X=X0+A20 THEN V#Y=0 GOTO 12410
12380 Y=C+SQR((X-X0)*(X-X0)+A2)
12390 IF V#Y>350 THEN 12410
12400 LINE=(X,V#Y)
12410 NEXT X
12420 RETURN

```

```

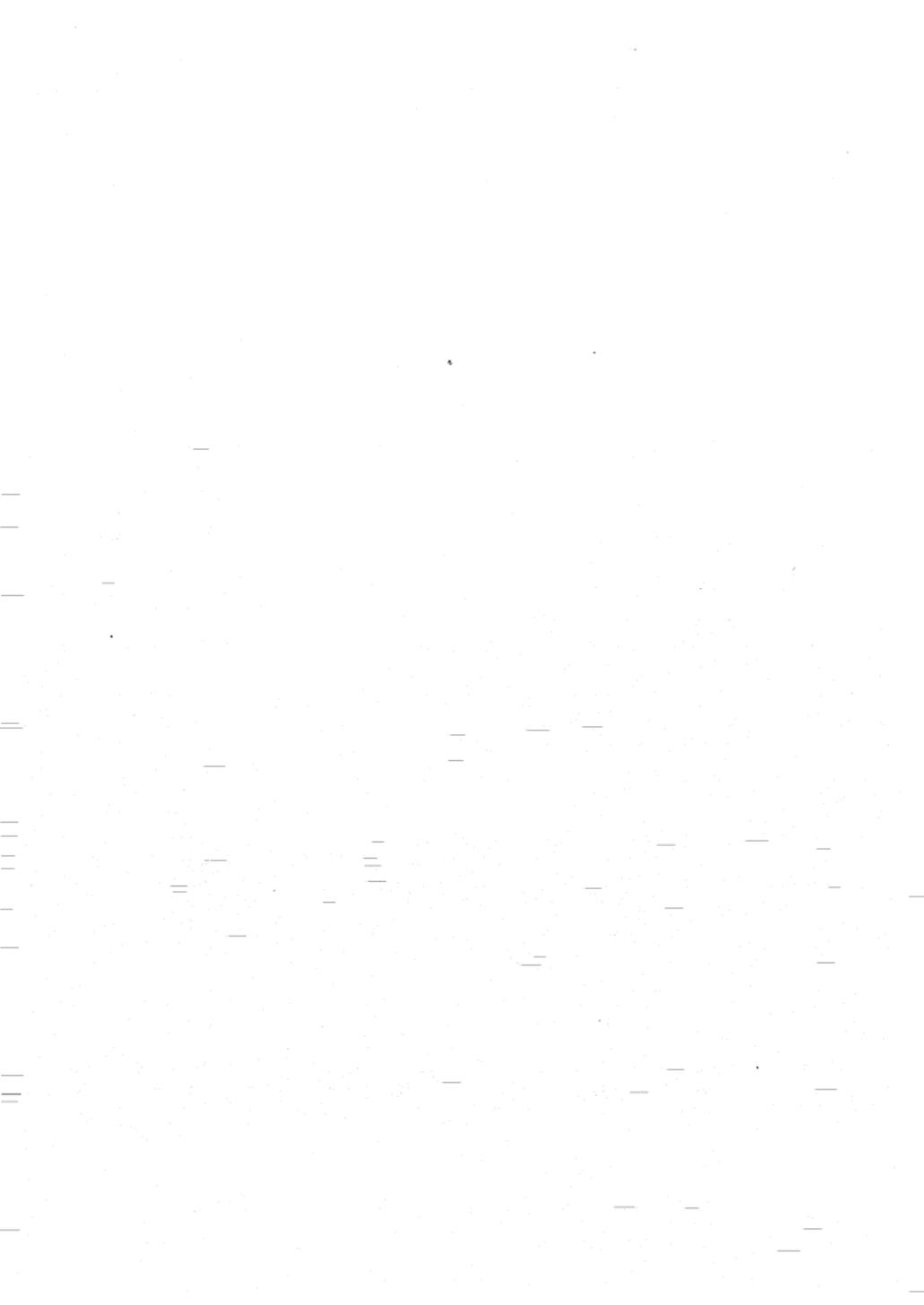
12430=
12440 REM ELLIPSE
12450=
12460=AR600ED/(1+ED*ED):B66Q*ED76QR(X L+ED*ED)
12470=CG#290507/(1+ED*ED):Y6#YF
12480=KGC#FAT66#(X,Y#),1
12490 FOR I=0 TO 673 STEP .1
12500 K#X6#F#COS(T)TY#Y6#S#SIN(T)
12510=LINE -(X#Y)#
12520 NEXT
12530 RETURN
12540=
12550 REM PARABOLE
12560=
12570 FGB# (639,=10)
12580 FOR X#69 TO 220 STEP 1
12590 K#SQ#(12001X#520)
12600 LINE -(X,Y#Y)
12610 NEXT X
12620 FOR X#-320 TO 670
12630 Y#SQ#(120*(X#520))
12640 LINE -(X,Y#Y)
12650 NEXT X
12660 RETURN
12670=
12680 REM ROUTINE DE SAISI# DU NOMBRE
12690=
12700 NB#="FC#="
12710 WHILE G#>CHR#(13)
12720 G#=""
12730 WHILE G#>CHR#(13) AND G#<<" " AND G#<<"." AND (G#<<"0" OR G#<>"9") AND G#<>
(CHR#(8))
12740 G#=#INPUT#(1)
12750 WEND
12760 IF G#<<CHR#(8) AND LEN(NB#)>0 THEN C#CHR#(29)PRINT#1 G#":NB#LE#(NB#
LEN(NB#)G#)
12770 PRINT#1 G#;
12780 IF C#<<" " THEN C#="."
12790 IF G#<>CHR#(29) THEN NB#=#NB#+G#
12800 WEND
12810 NB#=#LEFT$(NB#,LEN(NB#)-1)+EDVA#(NB#)
12820 RETURN

```


Moyens et
Matériels
Informatiques

ADDITION DES NOMBRES

ENTIERS RELATIFS



Moyens &

Outils

Informatiques

Nous sommes heureux de vous présenter dans cette pochette un outil pédagogique utilisant l'informatique à la fois comme aide d'enseignement pour le professeur et comme source d'exercices et de travaux pratiques à l'usage des élèves.

Cet outil de travail ne prétend en rien se substituer au professeur ou au manuel, il permet seulement d'étayer le cours magistral de façon attrayante et originale et de multiplier les exercices effectués par chaque élève.

Son utilisation ne demande aucune connaissance particulière. Des fiches utilisateur sont prévues, donnant toutes les indications pour faire tourner le programme.

Cette pochette contient :

- une disquette contenant le logiciel (DOS, MO5)
- une notice de présentation du programme
- des notices utilisateur pour chacune des parties :
 - notice généralités
 - notice A : animation pour la classe
 - notice B0 : rappel, représentation d'un relatif
 - notice B1 : exercice "animation et addition"
 - notice B2 : exercice "addition et animation"
 - notice B3 : exercice "tableau numérique"
 - notice B4 : exercice "addition de grands nombres"
 - notice B5 : exercice "nombre manquant"
 - notice B6 : exercice "recherche du nombre caché"

Moyens &

Eutils

Informatiques

PROGRAMME

Le programme de la disquette comporte deux grandes parties :

Une partie "animation" qui doit venir à l'appui de la leçon. Les professeurs pourront l'utiliser au moment de son cours qu'il jugera le plus opportun. Un ordinateur sera placé face aux élèves et manipulé seulement par le professeur. A dessein, les graphiques ont été prévus assez grands pour être distingués du fond d'une salle de classe. L'utilisation de la couleur ajoute à la clarté de l'exposé (notice A)

Une partie exercices où les élèves, individuellement ou en petits groupes, selon les possibilités en matériel, pourront, face à un pupitre, manipuler et résoudre les exercices qui leur sont proposés. L'ordinateur leur offrira 6 exercices différents qu'ils pourront affronter selon leurs préférences. Un rappel d'une partie de l'animation est prévue pour les élèves en difficulté (notice B0). Les professeurs resteront seuls chargés de l'organisation du travail. Les notices utilisateur, ou bien seront distribuées aux élèves, ou bien feront l'objet d'un exposé à l'ensemble de la classe. Les exercices numérotés de 1 à 6, suivent un ordre qui correspond à la fois à un accroissement des difficultés et à une progression dans l'apprentissage.

- exercices d'application

"animation et addition" (notice B1)

"addition et animation" (notice B2)

Ces exercices reprennent le dessin utilisé lors de l'animation en classe et demandent aux élèves soit de retrouver une addition correspondant à un dessin, soit d'effectuer une opération en s'aidant du dessin en cas d'erreur. Pour ces deux exercices,

il faudra s'assurer que les nombres utilisés soient représentables à l'écran. Les points extrêmes de l'axe représenté ont pour abscisses $(+9)$ et (-9) .

- exercices de consolidation

"tableau numérique" (notice B3)

"addition de grands nombres" (notice B4)

Dans les deux cas, les calculs se font sur des entiers relatifs choisis par l'ordinateur de façon aléatoire. Pour le tableau les nombres sont compris entre (-49) et $(+49)$, pour l'addition des grands nombres, ils sont compris entre $(95\ 000)$ et $(73\ 000)$. La représentation sous forme de tableau et l'attribution d'un score faisant intervenir le temps avec l'exactitude des résultats donnent un caractère attrayant au travail demandé et doivent éveiller l'intérêt et l'esprit de jeu des élèves.

- exercices d'approfondissement

"nombre manquant" (notice B5)

"recherche du nombre caché" (notice B6)

Le nombre manquant correspond à une équation qui permettra d'introduire par la suite la notion de soustraction. L'exercice de la recherche du nombre caché qui commente chaque réponse de l'élève en lui indiquant si le résultat qu'il propose est exact, trop grand ou trop petit, permettra d'évoquer l'ordre dans \mathbb{Z} .

Moyens &

Quils

Informatiques

NOTICE UTILISATEUR

 GÉNÉRALITÉS

Matériel

Un microordinateur MO5 ou TQ770 avec moniteur
 couleur
 Un lecteur de disquette
 Une disquette ADD2

Mise en route

Insérer la disquette ADD2 dans le lecteur puis
 allumer le MO5.

Le menu principal apparaît alors à l'écran.

ADDITION DES NOMBRES ENTIERS
 RELATIFS

CHOISIR LE TYPE D'ACTIVITE

- PRESENTATION - DECOUVERTE A
- EXERCICES B
- QUITTER C

VOTRE CHOIX

Remarque : Si l'on souhaite faire utiliser ce programme par des
 élèves, il faudra prévoir le matériel décrit au début pour chaque groupe.

Moyens &

Outils

Informatiques

NOTICE UTILISATEUR A

Généralités

Présentation, découverte

Cette rubrique est destinée à être utilisée en cours par le professeur en vue de faire découvrir par les élèves les règles d'addition des entiers relatifs.

Les élèves auront déjà vu : la définition d'un entier relatif et la représentation d'un entier relatif par le déplacement d'un point sur la droite graduée depuis l'origine jusqu'à l'image de ce nombre sur la droite. Il sera peut être utile, en début de leçon de faire un rappel à l'aide du programme "rappel" - notice BQ - .

Accès

Par le menu principal taper A .

Description

Sur l'écran apparaît une droite graduée jaune, volontairement épaissie par souci de visibilité pour l'ensemble de la classe, et munie de son repère . Dans une lucarne blanche située à gauche et en bas de l'écran s'affiche la question : "1er nombre = ?" .
Entrer le premier nombre . L'écran avec des parenthèses .

Ce nombre s'affiche en haut de l'écran et conjointement apparaît le déplacement qui représente ce relatif, en bleu s'il est positif, en violet s'il est négatif .

La lucarne demande alors : "2ème nombre = ?" .

Entrer le deuxième nombre .

Ce nombre s'affiche en haut de l'écran et le déplacement du point se poursuit suivant les mêmes modalités .

Le déplacement global représente le relatif qui est défini comme somme des deux relatifs introduits précédemment.

La somme des deux relatifs est affichée en bleu en haut de l'écran et le résultat clignote.

La lucarne demande de taper une touche quelconque pour continuer. Il est recommandé de maintenir la pression sur la touche.

La lucarne demande ensuite de taper 'IM' pour revenir au menu principal, taper 'A' pour obtenir un autre exemple.

Limite de validité

Il est important de respecter les consignes suivantes :

- Tous les entiers relatifs devront être entrés sous la forme : parenthèse, signe, valeur absolue, parenthèse. Toute autre entrée est refusée et entraîne la redemande de l'entrée correcte. (voir plus bas le cas particulier du 0).

Pour les raisons de visibilité exposées plus haut, le résultat devra appartenir à l'intervalle $(-9, +9)$. L'introduction de tout autre nombre amènera l'ordinateur à poser une nouvelle fois la même question. Remarque : l'intervalle de définition du 2ème nombre dépend du 1er nombre entré, l'ordinateur accepte l'opération $(-9) + (+16)$ et refuse $(-4) + (-5)$.

Cas du zéro : le programme accepte le zéro écrit sous la forme (0) , $(+0)$, 0 .

Moyens &

Outils

Informatiques

NOTICE UTILISATEUR B 0

RAPPEL

Généralités

Ce programme permet de rappeler, en classe, le moyen de représenter tout nombre entier relatif par un déplacement sur la droite graduée.

Accès

Menu principal : \rightarrow apen B

Menu exercices : \rightarrow apen 0

Description

Une droite graduée apparaît sur l'écran et dans la lucarne blanche en bas de l'écran, l'ordinateur demande l'entree d'un nombre \llcorner .

Le nombre entré s'affiche et un déplacement s'effectue sur la droite, en bleu si le nombre est positif, en violet si le nombre est négatif. Si le nombre est 0, aucun déplacement ne se produit.

Validité

Le nombre choisi doit être compris entre (-9) et (+9)

Le nombre doit être écrit avec : une parenthèse, un signe \pm ou \ominus , une valeur absolue entière, une parenthèse.

Moyens &

Utilis

Informatiques

NOTICE UTILISATEUR B1

DESSIN ET ANIMATION

Généralités

Programme utilisable par le professeur pendant le cours ou par les élèves sous forme de travaux dirigés.

Cette activité suppose que le cours sur l'addition dans \mathbb{Z} a déjà été fait et que la partie animation A a été présentée aux élèves.

Accès

A partir du menu principal \rightarrow taper B

On accède alors au menu exercices \rightarrow taper

Description

L'ordinateur affiche deux déplacements successifs et demande le résultat de l'addition correspondante dans la lucarne située en bas de l'écran.

L'utilisateur propose une réponse

Si cette réponse est exacte, affichage de la solution clignotement et possibilité de chercher un exercice analogue.

Si la réponse est fautive, l'ordinateur reposer la question. Il la reposera tant que la réponse exacte ne sera pas donnée.

Limites

Les solutions sont nécessairement des nombres entiers relatifs compris entre (-9) et (+9).

Moyens &



MATHS

Informatiques

NOTICE UTILISATEUR B3

TABLEAU NUMERIQUE

Généralités

Cet exercice est proposé sous la forme d'un jeu avec tirage de nombres pris au hasard entre (-49) et $(+49)$.

Son but est de vérifier l'acquisition de la règle d'addition des entiers relatifs. Normalement, il ne devrait pas poser de problème, au niveau des calculs (petites valeurs absolues). En fonction du niveau des élèves, ceux-ci peuvent calculer mentalement ou avec l'aide d'un brouillon.

Le professeur peut, en examinant l'ensemble du tableau, voir les types d'erreurs le plus fréquemment commises.

Accès

Le tableau s'obtient par le choix 4 du module B.

L'ordinateur choisit des nombres entre (-49) et $(+49)$ et construit le tableau.

A la fin de l'exercice, l'élève est renvoyé au menu.

Description

L'opération à effectuer est indiquée par un point d'interrogation s'affichant dans la case résultat. L'élève tape le résultat. Par exemple $(+43)$ ou (-7) ou 0 .

Si la réponse est juste, elle s'affiche en noir à la place du point d'interrogation.

Si la réponse est fautive, l'ordinateur affiche la bonne réponse en rouge à la place du point d'interrogation.

Si les parenthèses sont oubliées, le résultat est considéré comme faux.

Un compteur en haut et à droite de l'écran indique le nombre de calculs proposés et le nombre de réponses justes et fausses.

Limites

Pour des problèmes d'affichage, l'exercice est limité à des nombres dont la somme conduit à des nombres de deux chiffres.

Il n'est pas envisagé de recommencer cet exercice.

Moyens &

Outils

Informatiques

NOTICE UTILISATEUR B

ADDITION DES GRANDS NOMBRES

Généralités

Cet exercice est destiné aux élèves. Les règles d'addition doivent être déjà suffisamment assimilées car l'ordinateur n'accepte qu'une erreur. Cet exercice convient à un travail par petits groupes.

Accès

On accède à ce programme en appuyant sur la touche B, puis sur la touche 3.

Description

L'élève doit donner le résultat dans l'ordre de chaque opération. Une erreur est tolérée pour chaque opération.

Le résultat de l'élève s'affiche s'il est juste.

Si le résultat est faux, l'ordinateur indique "faux" à la place du résultat. L'élève doit redonner une nouvelle solution.

L'ordinateur affiche le résultat donné par l'élève et dans le même temps s'affiche sur fond rouge la bonne solution. Il n'y a donc pas de possibilité pour une 3ème tentative.

Le programme s'arrête lorsque les cinq additions sont effectuées.

Un arrêt est prévu à ce niveau, de façon à ce que le professeur puisse venir vérifier le travail de l'élève. Pour continuer, le professeur doit taper ADDZ.

Ensuite l'élève peut choisir entre un retour au menu
ou recommencer l'exercice avec d'autres nombres.

Limites

Les nombres proposés sont compris entre $(-5\ 000)$
et $(+5\ 000)$.

Chapitre 9

Au delà de l'université d'été

Nous ferons ici un bilan du stage, en même temps que nous évoquerons l'après-université d'été. Il est nécessaire, pour cela, que le lecteur se donne d'abord la peine de lire attentivement le texte du questionnaire de fin de stage (pp. 325-328) et s'y reporte ensuite aussi souvent qu'il sera nécessaire.

Ce questionnaire avait pour objet de recueillir des informations auprès des participants en vue de l'évaluation du stage. Informations de deux natures directes par le biais des déclarations faites, indirectes par l'intérêt même montré en cette occasion par les stagiaires à l'entreprise d'amélioration du "produit didactique" élaboré à leur intention par l'équipe des formateurs (voir p. 525).

Lors de la diffusion du questionnaire le neuvième jour, - il fut précisé aux 40 participants présents (17 qu'ils pouvaient soit remettre leur exemplaire rempli avant leur départ, soit le retourner par courrier - le taux de retour étant regardé par les formateurs comme un indice de l'implication dans la poursuite du travail conduit ensemble jusque-là.

Sur les 40 questionnaires diffusés, 16 nous ont été retournés avant, et 18 après la fin de l'université d'été. L'absence de retour ne concerne donc que 6 participants, et ne peut guère être interprétée de manière assurée (2). En tout état de cause, le taux de retour est satisfaisant, et indicatif de l'implication des participants. Le contenu des réponses le montrera plus nettement encore (3). Dans toute la suite, nous nous référerons uniquement aux 34 questionnaires qui nous sont parvenus.

Le questionnaire comportait deux parties. La première, dont nous traiterons maintenant, se rapporte aux objectifs assignés au stage par les formateurs (voir pp. 526-528). La liste des objectifs cités constituait en fait un résumé de la "philosophie" de l'université d'été. Pour simplifier le travail, trois modalités de réponse étaient suggérées: "OK" en cas d'approbation; "OK" suivi de commentaires, en cas d'approbation avec réserve ou en fonction du désir de chacun d'ajouter quelques indications plus spécifiques; brève analyse, enfin, dans le cas où l'objectif était regardé comme n'ayant pas été atteint.

Le premier objectif - concernant le travail sur le métier d'enseignant et ses représentations - a reçu la mention "OK" dans 33 réponses (sur 34). Une seule réponse - "non perçu" - détonne et ne semble pas représentative de

L'attitude générale, qui sera confirmée par des déclarations explicites faites dans la partie libre du questionnaire (4). Un participant souligne l'intérêt de la notion de "dépersonnalisation" (5). Les 2 autres ne font aucun commentaire. La réponse est positive dans 33 cas (sur 34).

Le second objectif -- sur la réflexion préalable -- à l'étude concrète de l'introduction de l'outil informatique dans l'enseignement -- reçoit le même traitement, avec plusieurs commentaires et quelques réserves. 25 réponses "OK", 5 réponses "OK" commentées, dont 3 marquent une vision positive du point examiné: "Intéressant", note laconiquement un participant, tandis qu'un autre souligne plus explicitement l'intérêt de la notion de "système d'exploitation didactique", "bonne expression à faire connaître" (6); un troisième, enfin, se déclare rassuré "de voir que l'informatique dans l'enseignement peut être pensée en terme d'aide à l'enseignant et non simplement pour le remplacer." Ajoutons à cela la remarque d'un stagiaire, convaincu mais peut-être un peu désabusé, qui s'exclame: "Où on s'aperçoit que beaucoup reste à faire!..." Réponse positive, donc, dans 29 cas sur 34.

Toutefois 5 participants se montrent dubitatifs ou introduisent certaines réserves. L'un d'eux souligne que "si l'intervention de l'informatique semble nécessaire dans certains scénarios, il ne paraît pas indispensable de systématiser son usage" (7); un autre se demande s'il est possible d'échapper "aux contraintes dues à la diversification des systèmes". Un participant, plus critique, aurait aimé voir d'autres types d'intervention de l'informatique dans l'enseignement. Si on laisse de côté les observations d'un enseignant de sciences naturelles qui souligne la situation relative de portée à l'égard de ceux qu'il s'est trouvé et propose une formule moins centrée sur des contenus monodisciplinaires, un seul apparaît en fait réservé bien qu'il ait répondu "OK" pour cet objectif, là objecte, sinon à la "nécessité de l'intégration des interventions de l'outil informatique dans l'activité d'enseignement.", du moins au choix préalable (dont découle alors cette nécessité) de l'utilisation même de l'informatique dans l'enseignement.

Le troisième objectif -- à propos de l'organisation du travail d'ingénierie didactique à composante informatique -- désignait le coeur du travail de l'université d'été, et cela n'a pas échappé aux participants. "C'est surtout ce point qui a été développé selon moi", soulignera l'un d'eux, tandis qu'un autre écrit: "C'est ce qui m'a semblé le plus utile au stage dans le processus didactique".

Cet objectif a recueilli 33 approbations (dont 1 assortie de réserves, sur lesquelles nous allons revenir), parmi lesquelles 23 sans autre commentaire. A cela s'ajoutent 5 réponses approbatives majorées de commentaires flatteurs:

"Très bon", "Très bien" (8), "Travail très intéressant". Plus explicite, un participant écrit: "Bonne présentation avec insistance sur le côté commercialisation, aspect qui me paraît important et rarement mis en avant au niveau d'un ministère" (9). Enfin, toujours dans cette ligne, notons ce demi-repentir d'un stagiaire: "J'ai un peu négligé cette partie et je le regrette. Elle est très originale, attrayante et permet d'élever le débat."

Il convient cependant de faire état encore de 4 commentaires plus nuancés. L'un des participants ne donne son approbation qu'aux points 1 et 2 de ce troisième objectif, réservant son appréciation quant au point 3 - qui avait trait à la division et à la coordination des tâches au sein des équipes (10). Un autre observe que le "vécu" en la matière reste pour l'instant réduit, tandis qu'un troisième propose un scénario un peu modifié (11). Enfin, l'unique participant qui refuse son approbation (et déclare l'objectif atteint "En partie seulement"), indique que, arrivé le troisième jour (et n'ayant donc pas participé à la progression prévue), il pense pouvoir être seulement "un client convenable", bien que, cependant, il ait "perçu tout de même ce que pouvait être un produit acceptable pour le demandeur."

Le quatrième objectif pose un problème particulier (bien que mineur). En souhaitant que le lecteur revienne d'abord, avant d'aller plus loin, à l'examen attentif de son libellé, indiquons que quelques participants - ils sont 5 - semblent n'en avoir pas saisi le sens. Incompréhension qui se traduit, concrètement, par un point d'interrogation pour toute réponse, à l'exception de l'un d'eux qui exprime ensuite clairement sa perplexité. Je ne comprends pas le objectif recherché, écrit-il. La formulation adoptée, quelque peu jargonante et "fermée", sans doute, ne constituait cependant pas un obstacle insurmontable: sans doute aussi fallait-il ici un peu plus d'attention qu'ailleurs. A preuve ces 4 participants qui commentent leurs réponses: "Bien", écrit simplement le premier, tandis qu'un deuxième, moins avare de mots, apporte ce témoignage: "OK. C'est en fait ce qui s'est produit tout au long du stage. Au fur et à mesure que notre projet avançait, nous avons été demandeurs de complément de formation informatique et didactique que nous avons aussitôt réinvestis dans notre travail. Ceci m'ouvre des perspectives de travail tout en complétant ma formation en informatique" (12). Un troisième donne quitus aux formateurs sur cet objectif, mais avec une réserve toutefois: "OK pour ce qui est des idées intéressantes lancées dans ce sens. Ceci dit, le stage n'aura pas tout éclairci sur ce point, bien sûr cela ne me surprend pas". Enfin, le quatrième - la seule à ne pas accorder formellement son aval - biffe la mention "OK" qui avait été sa réponse spontanée, pour choisir de répondre par ce commentaire plus mesuré: "J'ai pu me rendre compte des problèmes qui se posent, ce que je pense est

déjà une bonne chose." Tous les autres participants ils sont 25 donnent leur approbation sans commentaire. L'objectif reçoit donc 28 réponses positives sur 64.

Les objectifs 5 et 6 sont de nature différente des précédents: l'évaluation demandée postule ici un pari sur l'avenir. Les réponses feront une plus large place à l'incertitude.

Le cinquième objectif reçoit ainsi nombre de réponses dubitatives. Formellement, il totalise 27 réponses "OK" - auxquelles il convient d'ajouter une réponse positive autrement formulée (13). Parmi celles-ci, les 13 réponses commentées sont assorties de commentaires démolissants: "On peut rêver", écrit un participant, tandis qu'un autre note courageusement: "il faut tenter". A quoi on peut ajouter cette affirmation marquée d'incertitude: "Ceci va voir bien sûr dans l'avenir".

Certains se prévalent ici de la prudence de la formulation adoptée ("Même si les conditions en seront réunies..."), qu'ils font leur. Mais plusieurs, qui approuvent ("Tout a fait favorable! Hélas, les conditions d'isolement..."), évoquent des difficultés objectives, liées soit à la situation d'enseignants français à l'étranger (l'isolement, l'éloignement géographique empêchent collaborations, échanges, et contrôles réciproques) - laquelle fait soulever pour l'avenir une sélection des candidatures mieux étudiée (par exemple 2 professeurs par établissement ou en privilégiant un secteur géographique précis), - soit à d'autres caractéristiques générales ou spécifiques: il faut des conditions matérielles difficiles à réunir; il faut établir la communication et réussir la sensibilisation de collègues qui, a priori, ne sont pas demandeurs (14); il faut, enfin, pour mener à bien un travail d'ingénierie didactique, disposer de beaucoup de temps, ce qui, dans le cadre actuel, entraîne tel participant à se demander s'il ne s'agit pas là, tout simplement, d'une utopie...

C'est sans doute de semblables réflexions qui mènent à d'autres stagiaires à ne pas s'engager nettement. L'un d'eux mentionne explicitement le problème du temps nécessaire et évoque le problème de la rentabilité (15), qui, dit-il, se posera au moins "une fois la période de l'expérimentation passée", alors qu'un autre met en avant les contraintes "matérielles, administratives et humaines". Le troisième répond simplement... "que l'avenir répondra" (16).

Le sixième objectif reçoit un traitement un peu différent; les réponses apparaissent plus optimistes. Seuls 5 participants en effet ne donnent pas formellement leur aval, certains attendant pour voir - là encore - et d'autres se disant encore trop peu expérimentés face à une situation dont la maîtrise ne suppose pas seulement des

connaissances et des moyens, mais une réelle opiniâtreté. Significative à cet égard, cette réponse que nous citerons in extenso: "Je me sens capable de proposer à des collègues de travailler ensemble sur de tels projets et d'en assumer le démarrage. Néanmoins je me sens trop "léger" pour faire le forcing auprès de mes collègues et "d'arracher le morceau". Il a bien peur que malheureusement un tel forcing soit nécessaire pour arriver à quelque chose. Je verrai bien."

Appréhension qui marquait déjà certains des commentaires obtenus à propos du cinquième objectif, et que l'on retrouve encore chez l'un des participants (ils sont 5) qui répondent positivement, mais avec des restrictions diverses (approfondissement personnel nécessaire, documentation insuffisante — point sur lequel les stagiaires se partagent, — souhait d'une expérience préalable plus grande des différents problèmes pouvant surgir dans la conduite d'un travail du type envisagé). Mais 22 participants, cependant, répondent "OK" sans plus d'hésitation (17).

Nous laisserons au lecteur intéressé le soin de tirer les conclusions que pourra lui inspirer l'analyse précédente. Certains points semblent fermement acquis, même si, à chaque fois, quelques stagiaires (en petit nombre) font exception; d'autres demeurent plus enveloppés de doute: leur sort apparaît, généralement, suspendu à des facteurs extrinsèques, difficilement maîtrisables (même si, classiquement, d'aucuns pensent pouvoir faire face avec seulement plus de formation, plus de documentation, etc.).

Venons en donc à l'examen des réponses libres, celles de la deuxième partie du questionnaire (voir p. 326).

Ces commentaires libres abordent de multiples thèmes. Certains stagiaires reprennent, sous une forme davantage personnalisée, le bilan que leur permettait de faire, en un parcours imposé, la première partie du questionnaire. Ainsi de ce participant qui brosse à traits rapides son itinéraire personnel:

"Je retiendrai surtout qu'il faut sans cesse penser que l'on enseigne une certaine matière: les mathématiques, et que "l'outil informatique" est à intégrer dans un processus.

Je retiendrai aussi qu'il faut oser se lancer dans la rédaction de petits logiciels, que ceux-ci ont leur place, si l'on sait bien les intégrer. Je me sens aujourd'hui dans une troisième phase:

1ère phase = 79-82, je découvre l'informatique avec tous ses rêves, les envolées "pédagogiques";

2ème phase = 82-84 puis déception, ne faut-il pas mieux attendre les "gros logiciels" pour travailler

avec les élèves

Maintenant, retour case départ avec la nouvelle optique "ingénierie didactique".

Comme il leur était demandé, d'autres participants accompagnent leur propre bilan de suggestions, remarques, critiques, visant à apporter des améliorations à l'organisation à tous niveaux de l'université d'été. L'un d'eux, ainsi, écrit d'abord: "Je repars avec un éclaircissement certain sur l'introduction de l'informatique dans nos classes. L'aspect "ingénierie didactique" me paraît en effet la version à la fois la plus réaliste et la plus efficace de l'intégration de l'informatique dans l'enseignement." Il note ensuite son regret de n'avoir pu travailler en Pascal, et exprime (avec beaucoup de tact) le souhait d'un climat plus détendu dans la première partie du stage. Cette double structure est présente dans des proportions variables en maintes réponses. On en trouve, dans les documents de ce chapitre (pp. 329-332), deux exemples bien illustratifs.

L'impression générale qui prédomine est très positive: "grande satisfaction", "Satisfait d'une manière générale", "très satisfait par le contenu de ce stage et aussi par la bonne ambiance", "un stage extrêmement enrichissant personnellement", "ce stage m'a beaucoup apporté", "Stage remarquable par sa qualité. Quel plaisir!", "Richesse de la production obtenue", "surpris par la qualité du stage" - voilà ce que l'on peut lire ici et là (18).

Cela noté, passons à la contribution des participants à l'analyse des insuffisances ou des points sensibles de cette université d'été. Celle de la définition de l'université d'été d'abord - question à laquelle nous avons consacré les analyses du chapitre 2 (19). Plusieurs participants, en effet, demandent explicitement une "définition précise de l'université d'été", et attendent que soient définis "clairement lors de l'annonce... les objectifs et le public". A cette exigence est lié le souhait d'une politique de recrutement plus rigoureuse, qui passe peut-être par la "maîtrise du recrutement par les organisateurs/animateurs". "Il n'est pas normal, écrit-on en effet, que certains des participants ne sachent pas ou à peine programmer: cela prive des collègues ayant souhaité faire le stage et n'ayant pu, d'une place" (20). A cela il faut ajouter encore le désir de permettre aux participants de se préparer dans de meilleures conditions au travail de l'université d'été: "nous avons été prévenus trop tard de notre participation, lit-on ainsi. Il vous est peut-être possible de signaler ceci" (21).

Des questions matérielles importantes sont encore traitées par les stagiaires: celle du bon choix du début de l'université d'été par exemple. (Le problème est 16in

d'être négligeable: nous avons vu plus haut le cas de ce participant qui, arrivé au troisième jour, ne parvient pas complètement à combler le retard pris. Beaucoup souhaitent en fait que cette date soit reculée, d'un jour au moins. Le thème de la durée de l'université d'été, évoqué par les formateurs eux-mêmes dans la présentation du questionnaire de fin de stage (voir p. 25), est repris par les participants: il semble raisonnable de la porter à 12 jours (au lieu de 10). De même, une foule de suggestions concernant l'organisation pratique sont faites: une séance d'inter-connaissance formateurs-stagiaires est ainsi suggérée pour le soir de la première journée; les équipes ne devraient pas comporter plus de 4 stagiaires, 3 seulement peut-être (on retrouve ici, implicitement, le problème de l'organisation et de la gestion de la division des tâches au sein d'une équipe); elles devraient aussi être constituées un peu plus tard; etc. Enfin, le problème des matériels informatiques est abordé: on le souhaite de meilleure qualité — le matériel Thomson, notamment, étant mis en cause (22); plus abondant — chaque équipe se voyant alloué systématiquement un même matériel (du début à la fin et, si possible, une salle); avec les modes d'emploi nécessaires (pour ne pas trop déranger les formateurs), un temps — 2 jours ? — étant en outre réservé à une familiarisation préalable.

Plus significatif, nombre de participants apportent des propositions ou donnent leur opinion en ce qui concerne l'organisation didactique de l'université d'été, marquant parmi les utiles sont bien entrés dans la problématique de l'ingénierie didactique — qu'ils auraient à mettre en oeuvre eux-mêmes dans l'hypothèse où ils seraient amenés à conduire auprès de leurs collègues une action de formation de même type. L'organisation adoptée pour cette université d'été, ainsi, semble "très bonne, avec une progression intéressante dans le travail". La structure en deux périodes — celle de l'enseignement et des commandes, celle de la recherche et des projets — est regardée comme bien adoptée: "Les deux commandes sont nécessaires". L'évolution qui marque le passage des commandes A, B et C aux commandes D, E et F constitue un processus "tout à fait satisfaisant"; l'idée de projet et la liberté de travail sur ces projets est chose "excellente" (23). Plusieurs participants suggèrent en outre une modification des débuts du travail: "J'aurais aimé, écrit par exemple l'un d'eux, que ce stage démarre par une étude de "produit fini" sur lequel on aurait pu "travailler", le démonter en étapes successives, restructurer ou déstructurer le résultat d'une activité d'ingénierie didactique." — "Et l'autre reprend avec précision l'ensemble du plan élaboré par les formateurs, en proposant des aménagements divers" (24).

D'autres remarques soulignent aussi l'importance de l'information sur ce qui existe déjà (à côté de ce que l'on peut produire): une documentation plus abondante est

souhaitée, car l'éloignement géographique ne permet que difficilement un travail personnel pendant l'année sur ce point. En outre, le problème de compléments de formation en informatique est plusieurs fois soulevé: faut-il lui consacrer une ou deux journées en début de stage, ou bien au contraire le traiter tout au long du stage, en liaison avec les besoins apparus dans les activités? En tout cas, il ne s'agit pas là d'un supplément facultatif; il convient de l'intégrer plus pleinement à l'organisation didactique de l'université d'été.

La documentation ne concerne pas que les aspects informatiques, mais tout autant les aspects didactiques. Un point d'achoppement pour certains: le vocabulaire, "précis mais nouveau donc imprécis dans ma tête", confie ce stagiaire dont nous avons reproduit les réponses (voir pp. 529-530), tandis que tel autre déclare avoir trouvé les exposés "très intéressants" mais le vocabulaire exigé "difficile au départ". Problème auquel, là encore, le présent document devrait apporter une réponse partielle.

Enfin, à côté d'autres aspects divers (25), le souci, plusieurs fois rencontré, du suivi de l'université d'été est mis en avant. Les produits du stage devraient être testés, et le contact maintenu. Problème essentiel, en effet (26).

Arrivés en ce point, pourtant, nous ne serons pas plus téméraires que nos propres stagiaires: ce qui pourra advenir, l'avenir le dira. Car, quel que soit l'effort accompli, il est certain, nous y avons assez insisté, que les perspectives tracées par cette université d'été ne rencontreront pas que des obstacles matériels, ne se heurteront pas qu'au mauvais vouloir de quelques uns, et que la réussite n'est pas ici une affaire de "formation" seulement. Elle suppose et elle implique une transformation des conceptions et des pratiques, dans l'acte d'enseignement. Or même, dans ses représentations sociales, comme dans leurs entours, elle est corrélative du passage d'une problématique archaïque inquestionnée à une problématique contemporaine moderne, si l'on veut - qu'il s'agit de nourrir de nos travaux et de mettre en débat. Problème passionnant, et immense.

Notes du chapitre 9

1-40, et non 41, l'un des participants étant parti avant la fin du stage.

2 Dans la mesure où on peut invoquer des pertes possibles de courrier.

3. Notons ici que, comme on pouvait s'y attendre, les réponses fournies par les participants ayant retourné le questionnaire par courrier après le stage sont généralement plus riches et détaillées que celles des participants ayant répondu avant la fin du stage. Deux motifs - de sens contraires mais dont les effets s'additionnent - peuvent être envisagés. D'une part les stagiaires ne disposaient que de peu de temps au cours des derniers jours à cause du travail intensif exigé par la réalisation des projets; d'autre part, il est possible que ceux d'entre eux qui pensaient, sur le moment du moins, n'avoir pas d'idées ou d'avis particuliers à exposer aient préféré répondre immédiatement (sans que cela préjuge de ce qu'il aurait été leur apport s'ils avaient décidé de laisser passer un peu de temps avant de répondre).

4. Voir ainsi les commentaires du participant dont le questionnaire est reproduit ci-après, pp. 529-530

5. Notion - essentielle ici - traitée dans le cours de la troisième journée (voir p. 129, point 8). Pour résumer: si l'enseignement est un métier, l'enseignant a besoin d'instruments. Si, cessant (au moins partiellement) de les fabriquer lui-même, il entre dans un processus d'échanges (dont l'autre pôle est constitué par l'ingénierie didactique), il devra utiliser des "produits" qui, étant nécessairement et au moins localement (en fonction du type de public, du style d'enseignement prévu, etc.) standardisés, seront donc aussi non entièrement adaptés à sa main - le travail d'adaptation utile devant être réalisé par l'utilisateur lui-même (comme il en va très banalement avec les autres objets socio-techniques, machine à écrire ou voiture par exemple). A la place de l'autoproduction traditionnelle d'objets didactiques surpersonnalisés et non transférables se substitue alors une dialectique de la dépersonnalisation (moment de la production et de la mise en circulation sociale des biens didactiques) et de la repersonnalisation (moment de la consommation productive dans la classe).

6. Sur cette notion, voir pp. 84-85 et p. 98, notamment point 4.

7. Remarque non contradictoire avec l'objectif commenté.

8. Ce commentaire a été reproduit in extenso pp. 12-13.

9. Thème abordé dans le cours (voir notamment p. 97, point 3. B.), la "commercialisation" était ici évoquée en tant qu'élément du schéma présenté et avait surtout valeur d'analyse de la situation au jour d'aujourd'hui prévalente.

10. Réserve sans doute justifiée: les stagiaires, en effet, avaient été "exhortés" à faire porter leur effort sur ce point, sans beaucoup d'explications et surtout sans que des dispositifs spécifiques aient été élaborés par les formateurs en vue d'aboutir à des résultats satisfaisants. Ce à l'égard de ce qui, d'un point de vue didactique, est certes bien sommaire!

11. "Ne pourrait-on concevoir une inversion dans les rôles, même limitée: qu'une équipe (ou 2) passe(nt) une commande à un (ou plus) formateur(s) et se "heurte(nt)" à ses questions, non prévues et embarrassantes?"

12. Pour l'anecdote, mais significativement par rapport au problème examiné ici, notons la remarque mise en guise de conclusion par ce stagiaire aux réponses détaillées qu'il apporte aux différentes questions posées: "Je prie d'excuser mon écriture, elle n'est déjà pas très lisible en temps normal. Je vous promets qu'il est très difficile d'écrire dans un train. Au revoir, ou plutôt à bientôt..."

13. Voir la note 16.

14. En clair, il semble que certains des participants disent ici aux formateurs ce que vous avez pu réussir avec nous, nous ne pouvons guère le réussir avec d'autres collègues, une fois rentrés dans nos établissements, car nous ne disposons pas des moyens et conditions, de tous ordres (et notamment du temps), dont vous avez bénéficié.

15. Il s'agit d'un enseignant de sciences économiques et sociales.

16. Notons à part d'autres réponses. Un participant écrit sans détour: "Non. Il faudrait un deuxième stage (pour moi)". (Il est le seul à déclarer que, en ce qui le concerne, ce cinquième objectif n'a pas été atteint: il s'agit d'un enseignant de sciences naturelles). Un autre ne répond pas explicitement, mais penche nettement pour une réponse clairement positive: "Je pense continuer de travailler sur les programmes MO5 avec mes collègues (présents au stage)... et avec des collègues du lycée", écrit-il. Dans un autre cas, la question correspondante à l'objectif semble avoir été oubliée par le répondant qui ne considère que les quatre premiers objectifs; dans un dernier cas enfin, la réponse se réduit à un point d'interrogation.

17. Rappelons (voir la note précédente) que l'un des

participants n'ont pas examiné les objectifs 6 et 6.

18. Notre modestie doit-elle en souffrir, l'honnêteté nous oblige à signaler les compliments adressés aux formateurs: "Encadrement très bien", "Equipe de formateurs très dévouée, conciliante et peu contraignante", "Très grande gentillesse et efficacité des formateurs", etc.

19. Nous y avons vu la difficulté objective de la tâche. Le présent rapport a pour ambition de favoriser l'évolution des conditions actuelles de la définition sociale de cette université d'été.

20. Au delà de ces louables sentiments d'altruisme, il faut voir ici l'irritation de quelques uns des participants face à l'hétérogénéité des compétences, notamment en matière de programmation. Situation créée, soulignons-le, par la présence d'un très petit nombre de stagiaires, mais qui a pu entraîner, lors des premières journées au moins, de la part de certains d'entre eux, des comportements diversement protestataires, destinés (sans doute inintentionnellement) à masquer leur propre malaise. D'où cette remarque d'un participant qui souhaite voir réduit "l'aspect "état d'âmes", "psychothérapie de groupes" qu'on a pu prendre certaines séances de temps impartis au stage ne permet pas trop de dispersion". D'où aussi l'observation déjà mentionnée sur les "tensions" qui ont pu apparaître très momentanément au cours de la première période. Notons enfin que cette situation, non entièrement maîtrisée par les formateurs, s'est soldée en fin de stage par un incident malheureux - l'effacement accidentel d'un programme ayant perturbé fortement le travail de l'une des équipes.

21. Voilà.

22. Contrepublicité gratuite.

23. Toutefois, les commandes D, E et F, "importantes pour comprendre les objectifs", n'ont pas été "assez intégrées et critiquées".

24. "12 jours semblent souhaitables.

12.5 comme cette fois, mais faire impérativement présenter les réalisations par les équipes. Cela permet de se connaître plus rapidement (...).

4.5 exposés sur notions informatiques dont la nécessité sera faite sentir pendant le travail sur les exercices.

6: repos.

7-8-9-10-11-12+ projets"

25. L'un des instituteurs regrette que les thèmes de l'enseignement primaire aient été quelque peu délaissés. Un participant s'indigne des conditions de restauration et d'hébergement; etc.

26. Indiquons rapidement les mesures prises sur ce point par l'équipe des formateurs: mise à la disposition des stagiaires de l'ensemble des travaux de l'université d'été, y compris les logiciels sur disquette; envoi d'une brochure portant sur les expérimentations didactiques à réaliser pour "tester" les produits créés, sur la conduite d'actions de formation auprès de leur collègues, enfin sur le démarrage d'équipes locales d'ingénierie didactique; mise à disposition de bibliographies et de ressources logicielles (à partir du fonds constitué et géré à l'IREM d'Aix-Marseille); contact maintenu au cours de l'année, avec examen éventuel par les formateurs des produits élaborés ou mis au point par les ex-stagiaires.

- Questionnaire de fin de stage (pp. 325-328).
- Réponses de deux participants au questionnaire de fin de stage (pp. 329-332).

Documents du
chapitre 9



UNIVERSITE D'ETE - LUMINY - 1985

QUESTIONNAIRE DE FIN DE STAGE

Lisez d'abord attentivement ce qui suit...

De même que le questionnaire de début de stage, le présent questionnaire doit être regardé comme une partie importante du travail de l'Université d'été.

A partir des informations qu'il permettra de recueillir,

— nous définirons les modalités du suivi du stage au cours de l'année à venir,

- et nous retoucherons sur certains points l'organisation mise en place cette année, en vue de stages ultérieurs ayant les mêmes objectifs.

L'organisation d'un tel stage est en effet elle-même un travail d'ingénierie didactique, et ce que nous avons fait ensemble n'est pas autre chose qu'une première mise à l'épreuve du "produit didactique" que nous avons élaboré à votre intention...

Les améliorations que nous pourrions apporter vous seront communiquées, afin que vous puissiez les intégrer dans les actions (d'ingénierie didactique et/ou de formation à l'ingénierie didactique) que vous pourrez être amenés à animer par la suite.

A titre d'exemple, signalons déjà l'une des modifications retenues par les formateurs: un stage analogue devrait se dérouler sur 2 journées, compris le jour de relâche - comme cela avait été initialement prévu, les deux premiers jours étant entièrement consacrés à un complément de formation en informatique sur quelques points qui apparaissent essentiels afin de pouvoir mener à bien une activité d'ingénierie didactique:

- structuration et standardisation de la présentation des programmes;
- analyse des réponses;
- graphisme;
- gestion d'écran;
- etc.

Les questions et les réponses aux questions

Ce questionnaire a une forme très simple.

A. Dans une première partie, vous devez considérer un à un les objectifs dont vous trouverez la liste ci-après. Pour chacun d'eux, indiquez d'abord le numéro de référence (1, 2, ..., 6), puis portez simplement à sa suite

- soit la mention "OK" si vous pensez que l'objectif en question a été atteint (à cette étape de notre travail, c'est-à-dire en fin de stage: les objectifs 5 et 6, notamment, seront reconsidérés dans quelques mois);

- soit la mention "OK" suivie d'éventuels commentaires, pour nuancer votre affirmation, ou pour la développer et la préciser sur certains points, si vous le jugez souhaitable;

- soit, si vous pensez que l'objectif est loin d'avoir été atteint jusqu'ici, une analyse, brève mais informative, portant sur quelques points dont l'examen vous conduit à ce jugement, ainsi que sur les raisons qui vous paraissent être à l'origine de la situation dont vous faites le constat.

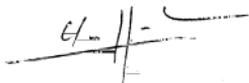
B. Dans une seconde partie, vous pouvez développer librement une courte analyse du stage, de ses points forts comme de ses points faibles éventuels, qu'il s'agisse des contenus, de l'organisation des activités ou des aspects matériels les plus "prosaïques" (qui sont quelquefois déterminants: dates de déroulement du stage, par exemple).

Merci!

Henri Capell



Yves-Chevallard



Michèle Faramia



Michèle Faramia



UNIVERSITE D'ETE - LUMINY - 1985

Les objectifs de cette Université d'été

Méthodologie scientifique et organisation sociale de l'ingénierie didactique à composante informatique

1. Mettre en débat une autre représentation et une autre pratique du métier d'enseignant, par la présentation et la mise en pratique, partielle et "simulée", mais au cours même de l'Université d'été, du scénario de l'ingénierie didactique.

2. Proposer, dans ce cadre, les éléments d'une réflexion permettant de situer les interventions possibles de l'informatique dans l'enseignement, en mettant en avant notamment

- la nécessité, face à l'accroissement et à la diversification potentielles des ressources du milieu didactique, d'un système d'exploitation didactique de ces ressources;

- la nécessité de l'intégration des interventions de l'outil informatique dans l'activité d'enseignement et d'apprentissage, par l'emploi notamment de la notion de scénario didactique, afin de penser et de gérer les conditions et les modalités de ces interventions.

3. Permettre aux participants d'identifier les places et les rôles à l'intérieur du processus d'ingénierie didactique à composante informatique, et de se situer par rapport à ces places et à ces rôles:

- le client et sa demande, la spécification de la commande, la négociation du contrat d'ingénierie;

- l'équipe d'ingénierie didactique, la réception de la commande, la négociation du contrat d'ingénierie, l'élaboration du projet, la renégociation éventuelle, la production d'un produit d'ingénierie didactique ayant les qualités informatiques, ergonomiques, didactiques requises, la constitution d'un dossier de présentation du produit clairement documenté, tant en vue de la fourniture au client (copies d'écran, etc.) que pour l'archivage par l'équipe (structuration et documentation du ou des logiciels), en vue d'une reprise ultérieure pour extensions ou modifications;

- les tâches et leur coordination au sein de l'équipe d'ingénierie didactique: la conception ou le "design" du produit visé, et notamment la spécification du scénario didactique envisagé, la division des tâches en fonction notamment de la "modularité" éventuelle du processus de production (tant au niveau informatique que didactique), l'élaboration des logiciels et le travail de programmation.

4. Faire identifier la dialectique nécessaire entre la formation en informatique et en didactique d'une part, et l'activité d'ingénierie didactique d'autre part, celle-ci étant à la fois la source de demandes motivées en matière de formation, et la pierre de touche des effets attendus à l'issue des formations reçues.

5. Impulser, à l'issue de cette Université d'été, et dès lors que les conditions (en termes de ressources humaines et matérielles notamment) en seront réunies, au sein d'un établissement ou d'une réunion d'établissements proches, la constitution et l'activité d'équipes locales d'ingénierie didactique, travaillant sur des projets d'ambition fermement délimitée mais conduits à leur terme.

6. Procurer, en vue d'un tel démarrage, les moyens minimums indispensables en fournissant

- les éléments théoriques de base permettant de penser et de gérer un tel processus;

- une première expérience des types de problèmes les plus usuellement rencontrés et des types de solutions envisageables au cours d'un travail d'ingénierie didactique;

- un ensemble de projets, et les travaux correspondants relatifs à chacun d'eux, pouvant servir de points de départ concrets à l'activité d'une équipe locale d'ingénierie didactique.

UNIVERSITE D'ETHE - LEMINY - 1985

QUESTIONNAIRE DE FIN DE STAGE

NOM:

Prénom:

Adresse de travail en 1985/1986:

VOS REponses

1) OK 2) OK 3) OK 4) OK 5) OK 6) OK

De ~~une façon générale~~ et en ce qui me concerne je pense que les différents objectifs ont été atteints. J'ai effectivement découvert une nouvelle façon d'envisager le métier d'enseignant. Je n'imaginais pas, en venant en stage, et malgré la documentation que j'ai reçue, que je découvrirais quelque chose de nouveau.

Les objectifs ont été atteints en ce sens que le message a été reçu; mais il reste tout un travail d'assimilation qui me semble encore difficile. Je suis en particulier gêné par le vocabulaire "technique" dont j'ai sans doute une notion encore imprécise dans ma tête.

Le stage s'est terminé et j'aurais aimé continuer un peu plus avec ce nouveau groupe. Il serait souhaitable que les chercheurs que vous êtes restiez en contact permanent.

avec les expérimentateurs potentiels que nous sommes.

Soyez vous également nous documentez Bibliographie. La documentation sur la tactique est généralement très disparate et il est difficile de savoir par où commencer la difficulté du vocabulaire.

Bonne brass à toute l'équipe de formateurs.

Je me regrette un peu par les difficultés techniques que nous avons rencontrées (p. 9-10) et qui nous ont permis de nous faire une idée plus précise sur la notion de portabilité...

UNIVERSITE D'ETE - DEMINY - 1985

QUESTIONNAIRE DE FIN DE STAGE

NOM:

Prénom:

Adresse de travail en 1985/1986:

VOS REPONSES

1) OK

2) OK

3) OK

4) OK

5) OK

6) OK

Le stage m'a permis :

* de ^{mieux} ~~être~~ ~~libéré~~ par rapport aux autres collègues en matière de pratique ~~informatique~~...

** de prendre conscience de la nécessité de gérer "l'appareillage informatique": Se libérer de la programmation, ne pas chercher à établir un produit informatique autonome mais plutôt chercher à l'intégrer dans les méthodes actuelles d'enseignement.

~~de~~ de suite sous restriction à un produit informatique
 n'est pas laborieux.
 (expérience à son avis, très enrichissante. le travail
 en équipe est nécessairement imposé par le scénario
 didactique de même qu'il illustre ce dernier)

~~de~~ de constater que des chercheurs en mathématiques se
 soucient également de notions aussi liées à l'ère
 que la communicabilité ou la rentabilité d'un
produit !!

des suggestions :

~~attendre~~ quelques heures de plus pour former les équipes (qui
 à mon avis doivent comporter au moins 4 personnes).
 Insister sur le fait que une équipe hétérogène
 (niveaux informatiques différents, ~~autres~~ origines différentes,
niveaux enseignés différents) ne constitue pas
 un handicap pour les activités à venir, au contraire !!

~~mettre~~ en place des structures matérielles très simples :
 salle par groupe, à même matériel du début à la
 fin du stage par groupe, des heures d'accès aux
 matériels de reproduction propres à chaque groupe etc...

~~Assurer~~ un suivi de stage.

~~Le~~ pendant, par exemple, collecter les différents
 points clés au cours de l'année à venir et en diffuser
 simplement le contenu auprès des différents participants à cette
 université d'été.

~~et~~ encore merci à tous les formateurs!

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

On ne trouvera ci-après que la liste des ouvrages mentionnés ou cités dans le corps du texte et dont les références n'y apparaissent pas.

ARIES P. (1973), *L'enfant et la vie familiale sous l'ancien régime*, éditions du Seuil, Paris.

CHEVALLARD Y. (1985), *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*, éditions de la Pensée Sauvage, Grenoble.

D'ALEMBERT J. (1763), *Discours préliminaire de l'Encyclopédie*, éditions Gonthier, Paris, 1976.

DELBOS G. et MORION P. (1984), *La transmission des savoirs*, éditions de la Maison des sciences de l'homme, Paris.

DEMARD D. (1981), *Dictionnaire d'histoire de l'enseignement*, éditions universitaires, Jean Pierre Delarge, Paris.

DIJKSTRA E.W. (1976), *A Discipline of Programming*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs (N.J.).

DURKHEIM E. (1922), *Education et sociologie*, PUF, Paris, 1973.

GUILLEME J. (1974), *Technologie*, Encyclopaedia Universalis, vol. 15., pp. 820-823.

LATOUR B. et WOOLGAR S. (1979), *Laboratory Life, The Social Construction of Scientific Facts*, Sage Publications, Londres.

LE GENDRE O. et al. (traduit par) (1977), *La programmation structurée*, éditions de l'Informatique, Paris.

LEGOUX Y. (1972), *Du compagnon au technicien* (préface de Georges Friedmann), Technique & vulgarisation, Paris.

YOURDON E. et CONSTANTINE L.L. (1975), *Structured Design*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs (N.J.), 1979.

Dépot légal quatrième trimestre 1985

"Ce qu'on nomme aujourd'hui informatique-pédagogique relève en réalité, dans sa quasi-totalité, de la didactique et de l'ingénierie didactique. Pour plus de clarté, mais de manière quelque peu pléonastique au plan des principes, nous parlerons ici d'ingénierie didactique "à composante informatique". Le changement de terminologie n'est pas sans conséquence: il pourvoit d'emblée les recherches concernant les modes d'intervention de l'outil informatique dans l'acte d'enseignement d'une problématique solide, déjà bien travaillée par les didacticiens, socle sur lequel on pourra bâtir.

En dépit de sa nature - il s'agit d'un rapport sur une université d'été d'informatique-pédagogique - le présent ouvrage veut moins rendre compte - ce qui n'aurait d'intérêt que pour un public fort réduit - que rendre raison de ce qui a été conçu et réalisé. Exercice difficile sans doute, mais essentiel dans l'étape actuelle du développement de la recherche et des pratiques de formation. Exercice dont les résultats concernent tous ceux qui ont et auront à assumer des tâches de formation et apportent aussi, croyons-nous, une contribution au débat intéressant la foule de ceux qui, dans les années à venir, vont travailler tant à produire des matériels didactiques à composante informatique qu'à former les enseignants à la production et à l'emploi de tels matériels. Car il est grand temps qu'un débat s'ouvre: l'informatique pédagogique ne peut être simplement une affaire de temps passé devant un clavier! (extrait de la préface).

L'université d'été d'informatique pédagogique présentée dans cet ouvrage a été conçue par Yves-Chevallard, Directeur de l'IREM d'Aix-Marseille, et réalisée avec le concours de Henri Capell, Michel Faramia et Michèle Faramia, formateurs en informatique de l'Académie d'Aix-Marseille.