



**HAL**  
open science

# L'intégration de l'outil informatique à l'enseignement secondaire des mathématiques : symptômes d'un malaise.

Maha Abboud

► **To cite this version:**

Maha Abboud. L'intégration de l'outil informatique à l'enseignement secondaire des mathématiques : symptômes d'un malaise. : Un exemple : l'enseignement de la symétrie orthogonale au collège. Histoire et perspectives sur les mathématiques [math.HO]. Université Denis Diderot Paris VII, 1994. Français. NNT: . tel-01251480

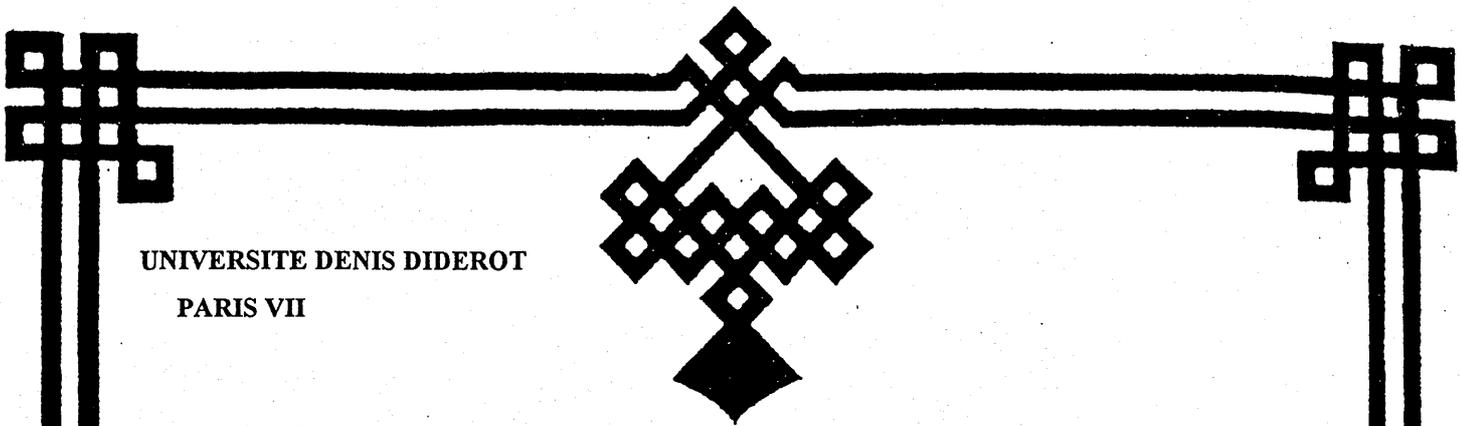
**HAL Id: tel-01251480**

**<https://theses.hal.science/tel-01251480>**

Submitted on 6 Jan 2016

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



UNIVERSITE DENIS DIDEROT  
PARIS VII

## THESE DE DOCTORAT

**SPECIALITE : DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES ET DE L'INFORMATIQUE**

**PRESENTEE PAR : Maha ABOUD BLANCHARD**

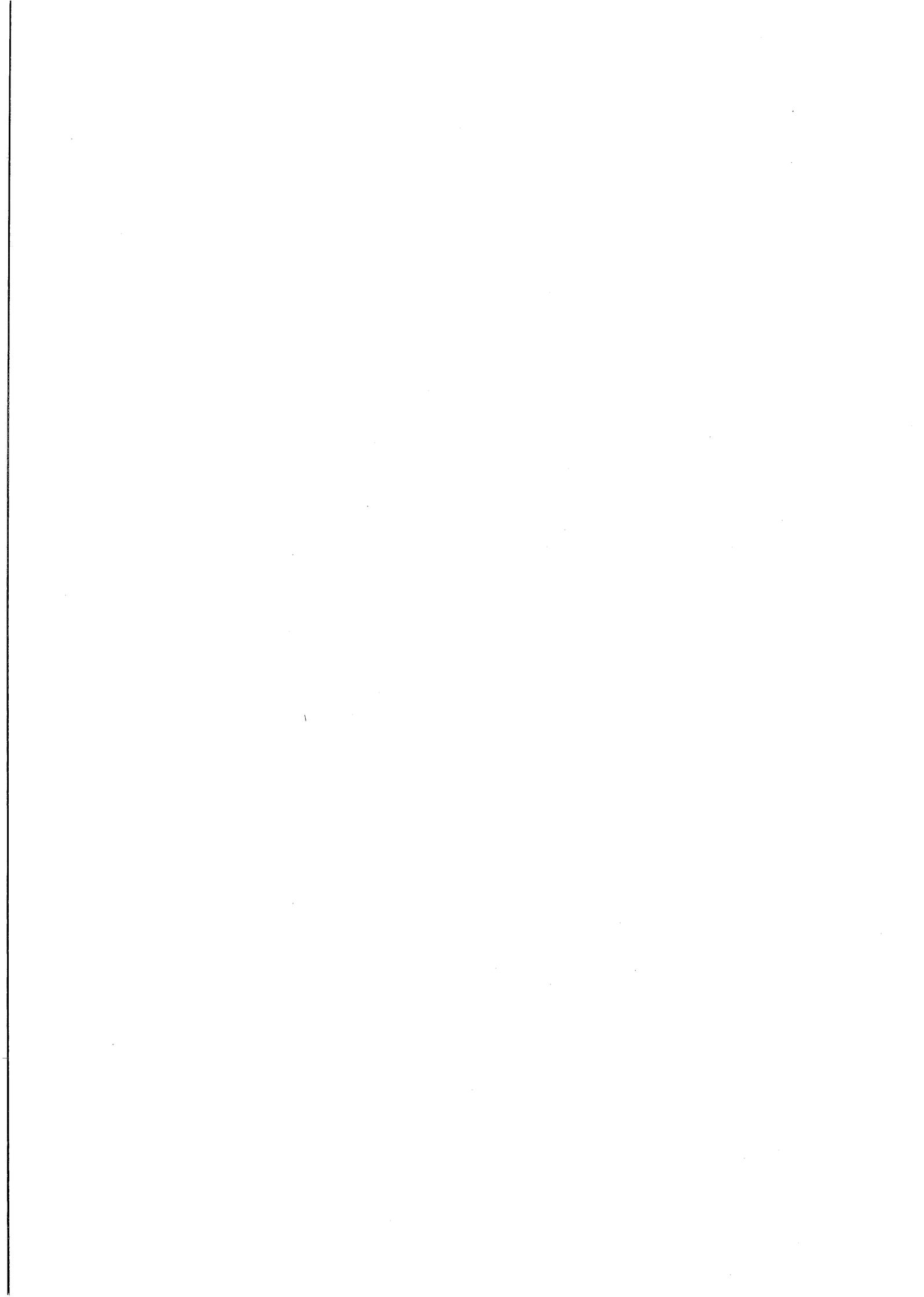
**L'intégration de l'outil informatique à l'enseignement secondaire  
des mathématiques : symptômes d'un malaise.**

**Un exemple : l'enseignement de la symétrie orthogonale au collège.**

**Soutenue le, 19 décembre 1994 devant la commission d'examen composée de :**

<b>Président :</b>	<b>Colette LABORDE</b>
<b>Directeur de recherche :</b>	<b>Michèle ARTIGUE</b>
<b>Examineurs :</b>	<b>Régis GRAS</b>
	<b>Serge HOCQUENGHEM</b>
	<b>Daniel LACOMBE</b>
	<b>Marie-Jeanne PERRIN</b>
	<b>Janine ROGALSKI</b>

**Edité par l'IREM Paris VII**



**UNIVERSITE DENIS DIDEROT**

**PARIS VII**

# **THESE DE DOCTORAT**

**SPECIALITE : DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES ET DE L'INFORMATIQUE**

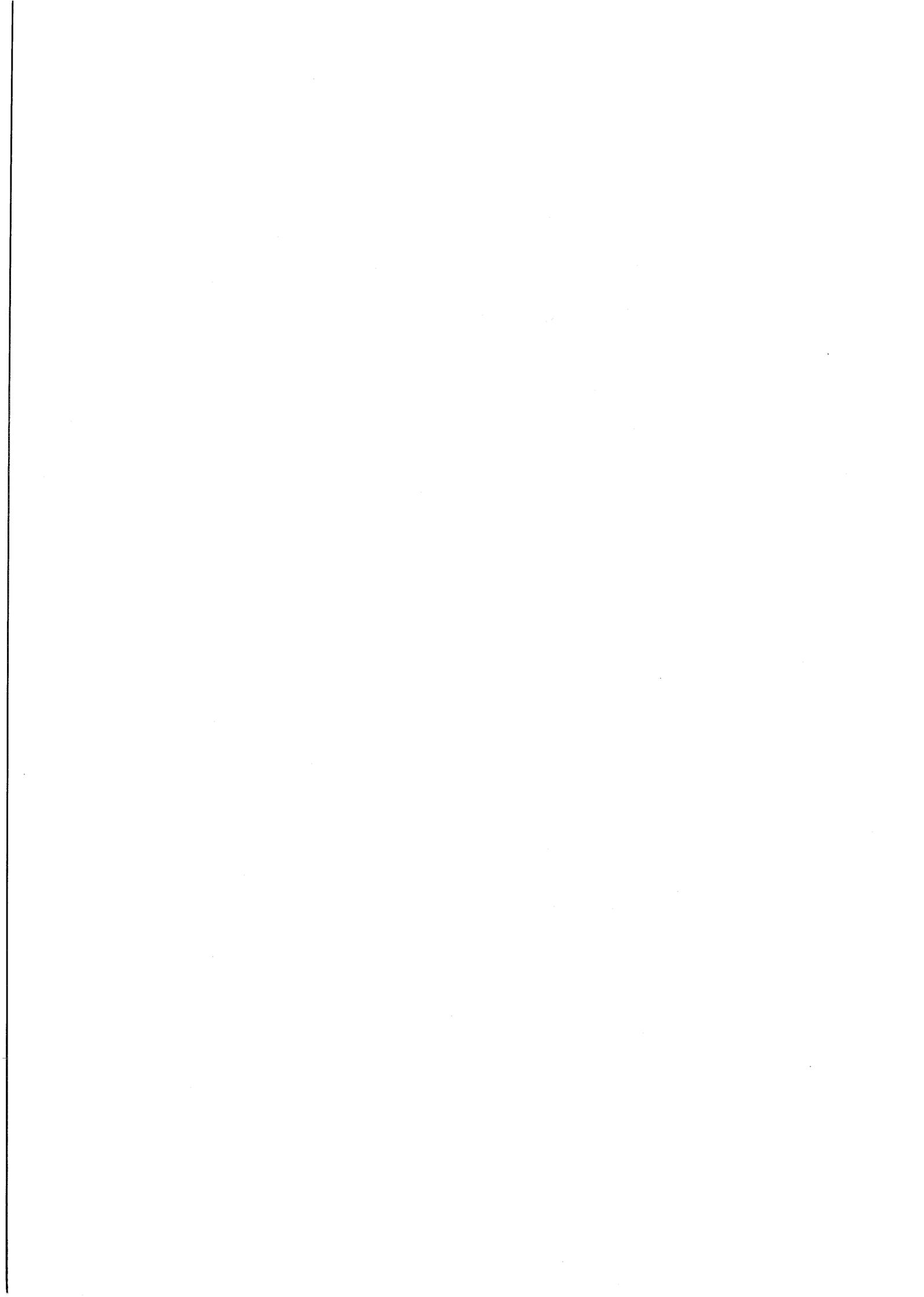
**PRESENTEE PAR : Maha ABOUD BLANCHARD**

## **L'intégration de l'outil informatique à l'enseignement secondaire des mathématiques : symptômes d'un malaise.**

**Un exemple : l'enseignement de la symétrie orthogonale au collège.**

**Soutenue le, 19 décembre 1994 devant la commission d'examen composée de :**

<b>Président :</b>	<b>Colette LABORDE</b>
<b>Directeur de recherche :</b>	<b>Michèle ARTIGUE</b>
<b>Examineurs :</b>	<b>Régis GRAS</b>
	<b>Serge HOCQUENGHEM</b>
	<b>Daniel LACOMBE</b>
	<b>Marie-Jeanne PERRIN</b>
	<b>Janine ROGALSKI</b>



## REMERCIEMENTS

Je voudrais tout d'abord exprimer ma reconnaissance à Michèle ARTIGUE qui, par son exigence scientifique et son sens de la rigueur, m'a aidée, au début de la recherche, à mener une réflexion de fond sur mes interrogations naïves, et au fur et à mesure de l'avancement du travail, à organiser mes idées et à expliciter mes arguments. Rien n'aurait vu le jour sans sa disponibilité et ses encouragements.

Cette thèse doit beaucoup aux longues discussions avec Janine ROGALSKI. Elle n'a pas cessé d'enrichir ma pensée et d'orienter ma méthodologie de travail depuis qu'elle a dirigé mon mémoire de DEA.

Je suis très reconnaissante à Aline ROBERT qui a su me reconforter pendant les moments difficiles que traverse tout jeune chercheur, alors que tout me semblait perdu et que mon travail n'aurait pas d'aboutissement.

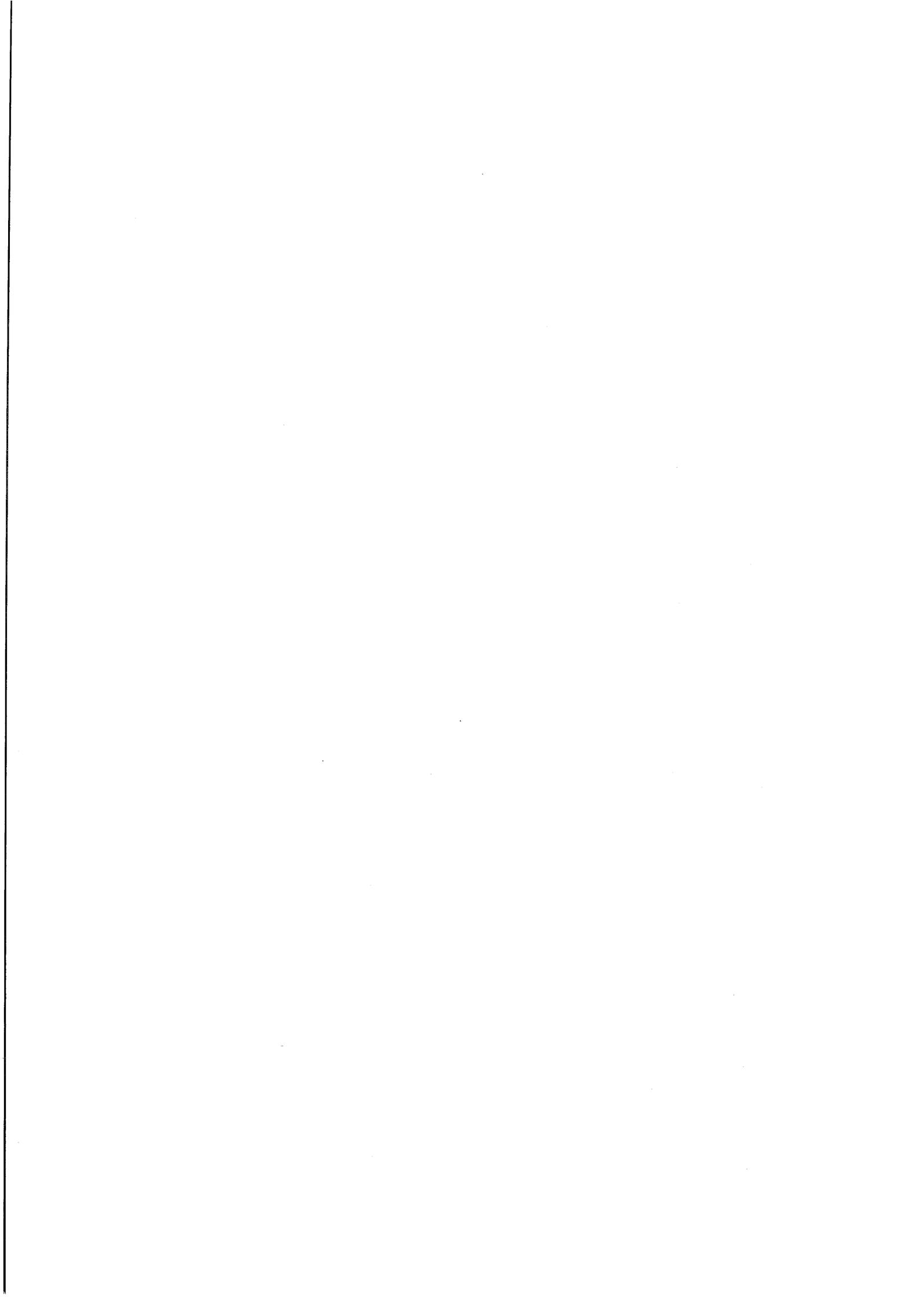
Je tiens à remercier tous les membres du jury, présidente et examinateurs, pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail et le temps qu'ils ont consacré à son examen.

Je remercie également tous les professeurs de mathématiques, enseignants et formateurs, qui ont participé aux expérimentations et qui ont enrichi ma réflexion grâce à leurs différents témoignages sur le vécu des classes et les pratiques de formation. Je suis ici tout particulièrement reconnaissante à Jacqueline BELLOC.

Mes remerciements vont aussi à l'ensemble des membres de l'équipe DIDIREM ainsi qu'aux membres de l'équipe des Jeunes Chercheurs.

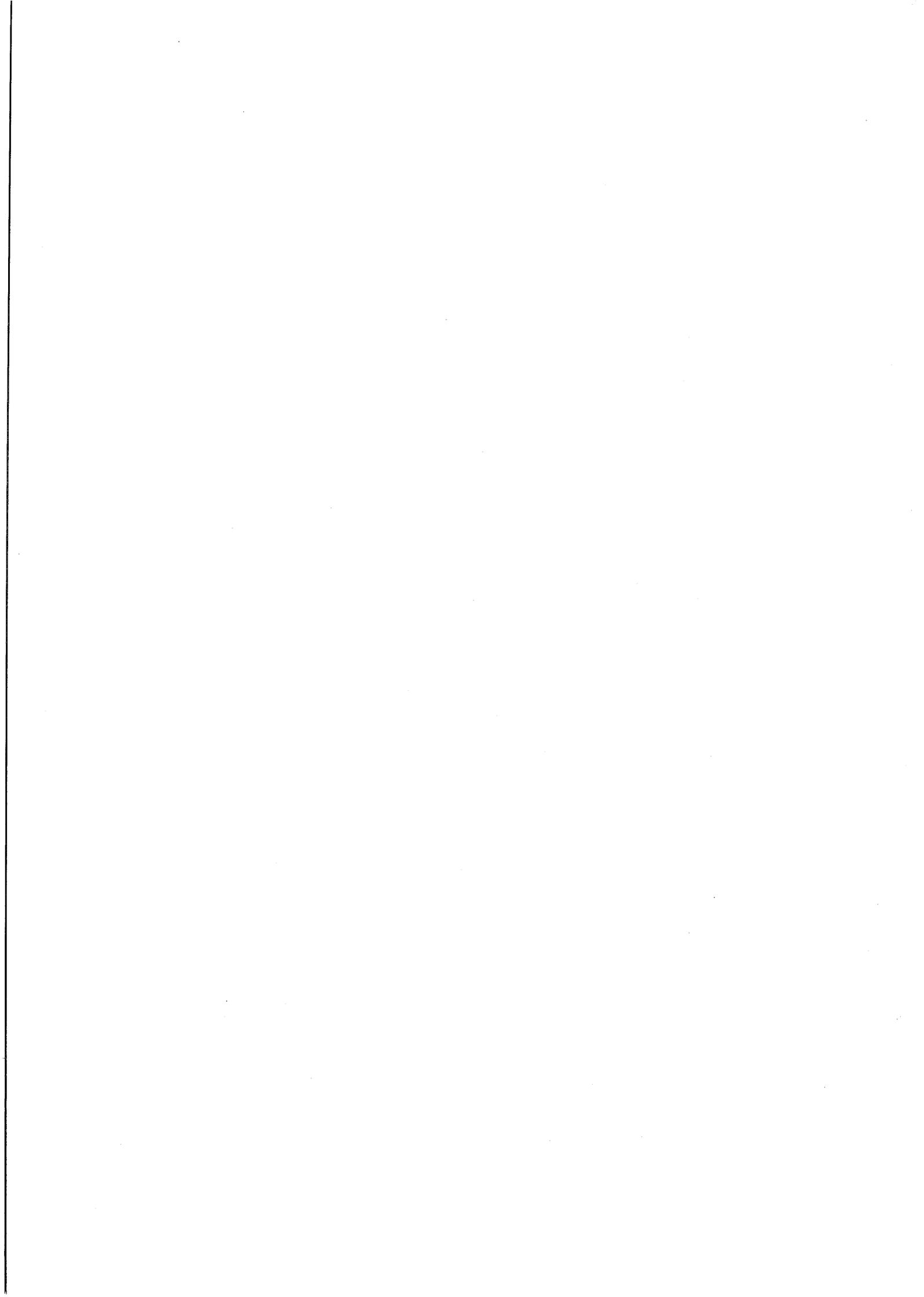
Cet ouvrage n'existerait pas sans l'ambiance conviviale qui règne à l'IREM de Paris 7. Je tiens à remercier la directrice Régine DOUADY ainsi que tout le personnel pour leur soutien logistique. Merci Martine, merci Odette, merci Nadine, merci Annie et merci Chantal.

Enfin, je ne remercierai jamais assez celui qui depuis quelques années m'aide à supporter l'énorme pression psychologique qu'est "mettre une thèse au monde". Merci mon Christian.



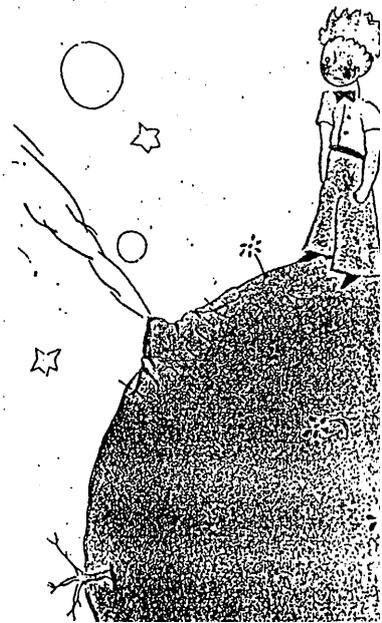
*A mes parents...*

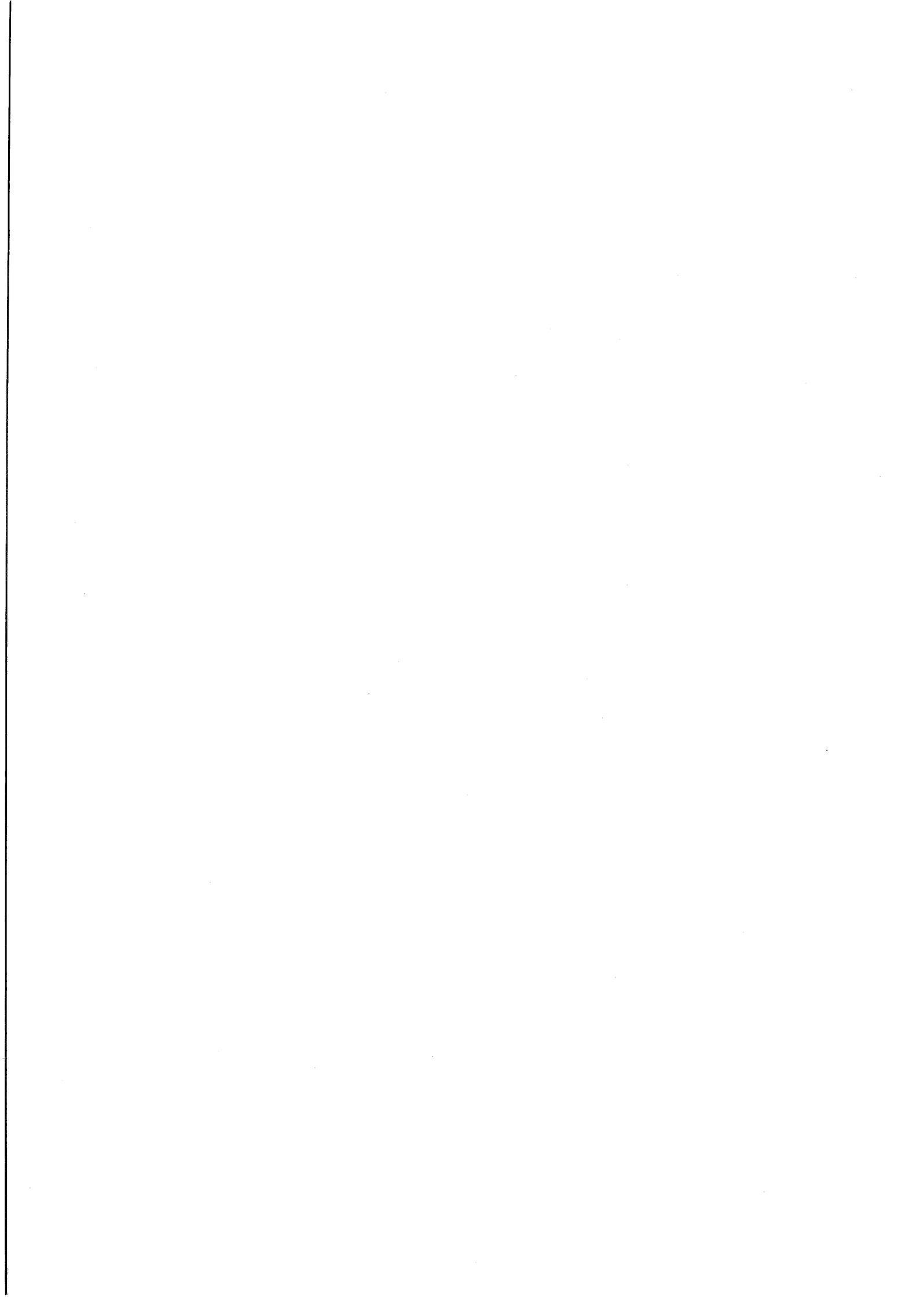
*A ma soeur...*



*Mais, bien sûr, nous qui comprenons la vie,  
nous nous moquons bien des numéros !  
J'aurais aimé commencer cette histoire  
à la façon des contes de fées. J'aurais  
aimé dire : "Il était une fois....."*

*Antoine de Saint-Exupéry*





# SOMMAIRE

<b>Introduction générale.....</b>	<b>1</b>
-----------------------------------	----------

## **Partie A : La qualité des logiciels pour l'enseignement des mathématiques : évolution et évaluation**

Introduction.....	7
Chp.1 : Evaluations dans la littérature de logiciels français d'enseignement.....	11
Chp.2 : Synthèse de travaux de recherche portant sur l'enseignement de la symétrie orthogonale....	38
Chp.3 : Analyse "interne" des logiciels recensés.....	53
Conclusion.....	84

## **Partie B : La construction de séances d'E.A.O. dans les pratiques et dans la formation des enseignants**

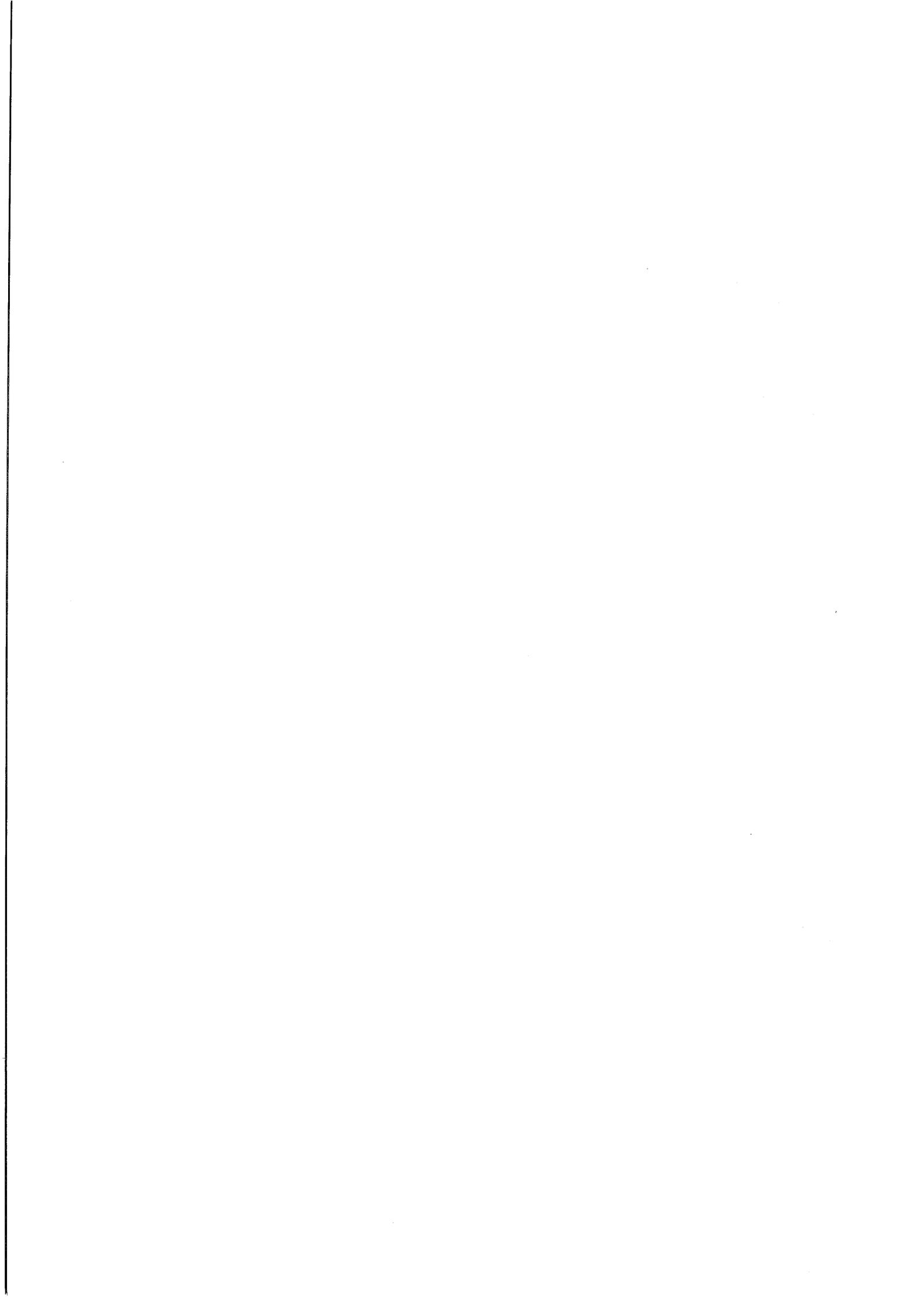
Introduction.....	88
Chp.1 : Grille d'analyse d'un logiciel et de préparation de séances d'enseignement l'intégrant.....	91
Chp.2 : Expérimentation de la grille au sein d'un public à profils contrastés.....	123
Chp.3 : Expérimentations et catégorisations au sein de publics de stages de formation aux Utilisations Pédagogiques de l'ordinateur (U.P.O.) en mathématiques.....	142
Chp.4 : Repérages dans le système de formation aux U.P.O. en mathématiques : contenus de formation et pratiques de formateurs.....	165
Conclusion.....	198

<b>Conclusion générale.....</b>	<b>205</b>
---------------------------------	------------

<b>Bibliographie thématique.....</b>	<b>216</b>
--------------------------------------	------------

### **Liste des annexes**

#### **Annexes**



## INTRODUCTION GENERALE

Le plan Informatique Pour Tous (IPT), en 1985, marque institutionnellement le début de la phase de "grande" diffusion des outils informatiques dans l'enseignement. Presque dix ans après, force est de constater que la pénétration réelle n'a été à la mesure ni des espoirs nourris, ni des moyens mis en oeuvre. Pour l'instant, on ne peut affirmer que l'outil informatique a réellement pénétré l'enseignement des mathématiques. Quels sont donc les obstacles que rencontre l'institution à réaliser son projet ? Pourquoi sont-ils aussi résistants ?

Notre recherche concerne, précisons-le, la phase de grande diffusion qui a commencé vers 1985 avec le plan Informatique Pour Tous et non les phases de fondation et de premières expérimentations se situant dans la vingtaine d'années qui ont précédé ce plan. Et notre objectif, rappelons-le, est de contribuer à la connaissance des obstacles qui s'opposent à l'intégration de l'outil informatique dans l'enseignement des mathématiques, de leurs résistances respectives et à la réflexion sur les moyens nécessaires pour les surmonter.

Notre recherche, précisons-le aussi, se veut une recherche didactique. Cette approche didactique de la question de l'intégration nous conduira en particulier à privilégier la question des contenus dans un domaine où le questionnement dominant est beaucoup plus généraliste. Cette approche didactique a une influence déterminante sur la façon dont nous posons le problème de l'intégration, mais elle conditionne aussi les cadres qui seront pour nous ici les cadres de référence théoriques dominants, qu'il s'agisse de la modélisation des élèves via la notion de conception, ou de la modélisation des situations d'enseignement via la théorie des situations didactiques. Ceci n'empêche pas bien sûr qu'il s'agit là d'une recherche qui ne pouvait rester strictement enfermée dans la sphère didactique, dans la mesure où les facteurs interagissant pour expliquer la non-intégration, même si l'on privilégie une entrée par les contenus, ne peuvent être convenablement saisis par une approche qui ne serait qu'étroitement didactique. Cette ouverture sera en particulier sensible dans la dernière partie de notre travail.

Pour répondre à la question des obstacles à l'intégration de l'outil informatique dans l'enseignement des mathématiques, nous avons privilégié deux pistes de recherche :

- Dans un premier temps, nous avons exploré la piste "qualité des logiciels", cet argument étant un des plus régulièrement évoqué par les utilisateurs potentiels de l'outil informatique que sont les enseignants.
- Les résultats obtenus dans ce premier temps de la recherche nous ont conduit dans un second temps à explorer la piste "enseignant", ce qui nous a conduit dans un troisième temps à interroger la formation des enseignants aux Utilisations Pédagogiques de l'Ordinateur (UPO).

Cette seconde piste nous confrontait de plein fouet à la question des représentations des enseignants, certaines résistances constatées étant intimement liées aux représentations qu'ont les enseignants de leurs pratiques et de leur rôle en classe ainsi qu'à leurs représentations de l'outil informatique. Les résultats des différentes recherches sur les représentations des enseignants nous ont ainsi souvent servi d'outils interprétatifs d'analyse.

Notre recherche s'est de fait déroulée en trois phases :

1) La question que nous nous sommes posée tout au long de la première phase et qui correspond à la première piste de recherche est la suivante : comment évaluer un logiciel et quels critères se donner pour le rejeter ou l'intégrer à un enseignement de mathématiques ?

Nos méthodes de travail au cours de cette phase ont été essentiellement méta-analytiques : se baser sur les résultats d'un ensemble de recherches sur le sujet pour faire des analyses et en tirer des synthèses.

Nous avons commencé par analyser des travaux existant dans la littérature sur les évaluations de logiciels de mathématiques. Ces analyses ont révélé l'insuffisance des produits d'évaluations existant et la nécessité de l'intégration d'une dimension plus spécifiquement didactique, donc liée au contenu, pour évaluer les potentialités effectives des logiciels.

Afin de pouvoir analyser et évaluer des logiciels pour l'enseignement des mathématiques, nous avons donc besoin de préciser un contenu mathématique. Nous avons choisi la notion de symétrie orthogonale au collège. Ce choix a été fait dans un esprit de prolongement de notre travail antérieur de DEA portant sur la même notion (*Abboud 87*).

Nous avons alors recensé les logiciels (français) présentés (par leurs auteurs) comme traitant l'enseignement de la symétrie orthogonale au collège.

L'enseignement de cette notion avait donné lieu, hors environnement informatique, à une quantité substantielle de travaux didactiques. Après avoir fait la synthèse de ces travaux, nous avons pu étudier la situation des produits informatiques recensés par rapport aux résultats didactiques déjà établis.

2) Notre objectif au cours de la seconde phase a été de confronter notre approche a priori (première phase) aux mécanismes réels que les enseignants mettent en oeuvre pour accepter ou rejeter un logiciel ainsi que pour préparer le scénario d'une ou de plusieurs séances d'Enseignement Assisté par Ordinateur (EAO).

Pour identifier ces mécanismes dans une démarche parallèle à notre propre démarche, nous avons construit un outil méthodologique sous forme d'une grille d'analyse adaptée aux logiciels déjà choisis et basée sur les questions que nous avons cernées à l'issue de la première phase. Cette grille inclut en particulier des éléments d'analyse didactique qui sensibilisent l'enseignant aux spécificités

du logiciel et guident des constructions et des prévisions de gestion de situations d'enseignement l'intégrant, si l'on a décidé de l'utiliser.

Nous avons choisi dans un premier temps de tester le dispositif construit avec essentiellement des enseignants habitués à la réflexion sur leur enseignement, en particulier des animateurs IREM. Nous les avons choisis de profils variés dans leurs rapports à l'informatique et à la didactique. Dans un deuxième temps nous avons expérimenté le dispositif, "un peu allégé", avec des enseignants stagiaires "tout venant" de stages de formation aux UPO. Les difficultés rencontrées dans cette expérimentation nous ont conduite à intégrer à l'analyse une nouvelle dimension centrée sur la position des enseignants stagiaires par rapport à la formation. Ceci a amené à élaborer une catégorisation non exhaustive des enseignants stagiaires de stages UPO. Cette catégorisation est articulée autour des attentes des stagiaires, de leur degré d'aisance en environnement informatique ainsi que de leurs réactions et de leurs réponses aux questions de la grille.

3) La troisième phase s'est présentée comme incontournable suite à l'arrêt que nous avons marqué à la fin de la deuxième phase sur la catégorisation des stagiaires.

La recherche dans cette phase, tout en restant à un stade exploratoire forme une entrée dans le système de formation UPO visant deux pôles : les formateurs et les pratiques-contenus de formation, en liaison avec le troisième pôle : les stagiaires.

Le travail y est essentiellement basé sur des observations factuelles et des recherches bibliographiques. Les méthodes que nous avons employées ont été : l'élaboration de typologies, le repérage de constantes possibles dans les contenus et les pratiques de formation, et celui des variables éventuelles.

Le but de ces repérages dans le système de formation continue aux UPO est de constituer un noyau de questions accessibles à la recherche didactique (en vue d'une recherche post-doctorale).

Notre recherche a subi deux contraintes majeures qui ont parfois ralenti son avancée :

- Le caractère récent de la voie de recherche didactique à composante informatique dans laquelle nous nous sommes engagée, d'où le manque cruel (au début) de références et la non-maturation de la réflexion ambiante. Cette réflexion a d'ailleurs beaucoup évolué en parallèle à notre propre recherche.
- L'évolution rapide dans la conception et la réalisation de logiciels éducatifs, accompagnée par une progression spectaculaire du matériel informatique, qui accentuait le danger permanent d'obsolescence du travail mené.

Ceci a donné à la recherche un caractère exploratoire et évolutif apparent dans la variété des méthodologies utilisées, dans l'adaptation progressive de la problématique à de nouveaux objets d'étude ainsi que dans l'intégration continue des résultats de recherches parallèles.

De ce fait et par souci de clarté nous avons choisi de présenter la thèse en deux parties pratiquement indépendantes, la première correspondant essentiellement au travail fait au début de la recherche (jusqu'en 1990).

L'objectif de notre recherche est, nous l'avons dit, de contribuer, dans une perspective didactique, à une meilleure compréhension des obstacles s'opposant à l'intégration de l'outil informatique dans l'enseignement des mathématiques. Nous ne prétendons pas en avoir fait une étude exhaustive, encore moins avoir produit des moyens assurés pour les résoudre.

Avec une certaine naïveté sans doute, vu la complexité des problèmes en jeu, au début de notre recherche, nous pensions pouvoir effectivement produire dans la cadre de cette recherche des moyens effectifs et efficaces pour réussir l'intégration, même si ce n'était que localement.

Aujourd'hui, quelques années plus tard, nous avons été obligée de limiter ces ambitions initiales. Notre travail ne fournit sans doute pas directement des outils d'intégration. Son intérêt nous semble plutôt maintenant de contribuer à mieux poser la question de l'intégration, de montrer que les obstacles à l'intégration les plus couramment invoqués ne sont pas nécessairement les plus résistants, les plus difficiles à surmonter, de proposer des pistes d'action, en particulier au niveau de la formation, ainsi que des pistes de recherche futures.

## HISTOIRE DE SIGLES

EAO ? Enseignement Assisté par Ordinateur ?

C'est la traduction adaptée en France de la dénomination américaine (U.S.A.) d'origine C.A.I. : Computer Assisted Instruction.

Si on remonte dans l'histoire à l'origine nord-américaine, on trouve que ce sigle désignait une technique permettant de remplacer l'enseignant par l'ordinateur.

Les évolutions ultérieures ont marqué une nette tendance à renoncer à "automatiser" l'enseignant mais plutôt à "l'assister " dans son enseignement.

Actuellement, l'appellation EAO, même si elle reste marquée par son sens original, renvoie à des activités d'enseignement intégrant des logiciels éducatifs.

C'est ce sens là très général que nous adoptons dans notre recherche.

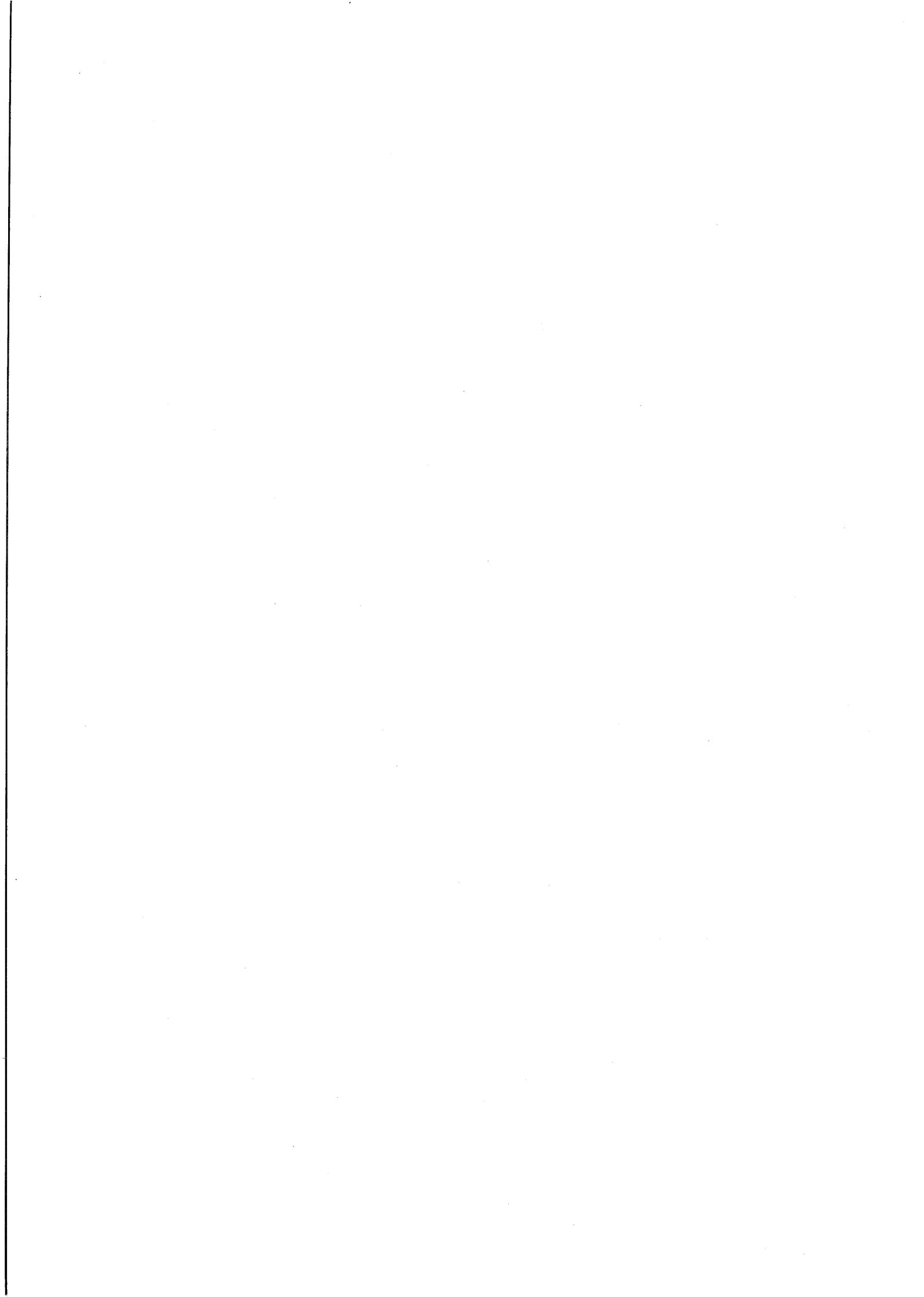
Nous utilisons également le sigle UPO : Utilisations Pédagogiques de l'Ordinateur. Cette appellation signifie pour nous des utilisations d'outils informatiques dans des situations d'enseignement des mathématiques (en classe, en travaux dirigés ou en libre service), en présence ou non de l'enseignant.

Nous excluons de la signification que nous donnons à UPO tout ce qui se rapporte à l'E.I.A.O., ce sigle désignant jusqu'à très récemment Enseignement Intelligemment Assisté par Ordinateur. Cette discipline est née dans les années 70 aux U.S.A. comme une application de l'Intelligence Artificielle (I.A.) à l'enseignement. Depuis peu de temps E.I.A.O. s'interprète comme Environnements Interactifs d'Apprentissage avec Ordinateur<sup>1</sup>, et donc recouvre le sens que nous venons d'accorder à UPO.

Dans notre recherche actuelle nous ne nous préoccupons pas de ces environnements d'Intelligence Artificielle car, à notre connaissance et à l'heure actuelle, les seuls existant et qui traitent de l'enseignement de la symétrie orthogonale sont encore des objets d'étude utilisés uniquement par ceux qui les conçoivent (cf. Thèse de S. TAHRI, Grenoble, 93).

---

<sup>1</sup>Titre utilisé pour les Troisièmes journées EIAO de Cachan (3-5 février 1993)



## **PARTIE A**

# **LA QUALITE DES LOGICIELS POUR L'ENSEIGNEMENT DES MATHEMATIQUES : EVOLUTION ET EVALUATION**

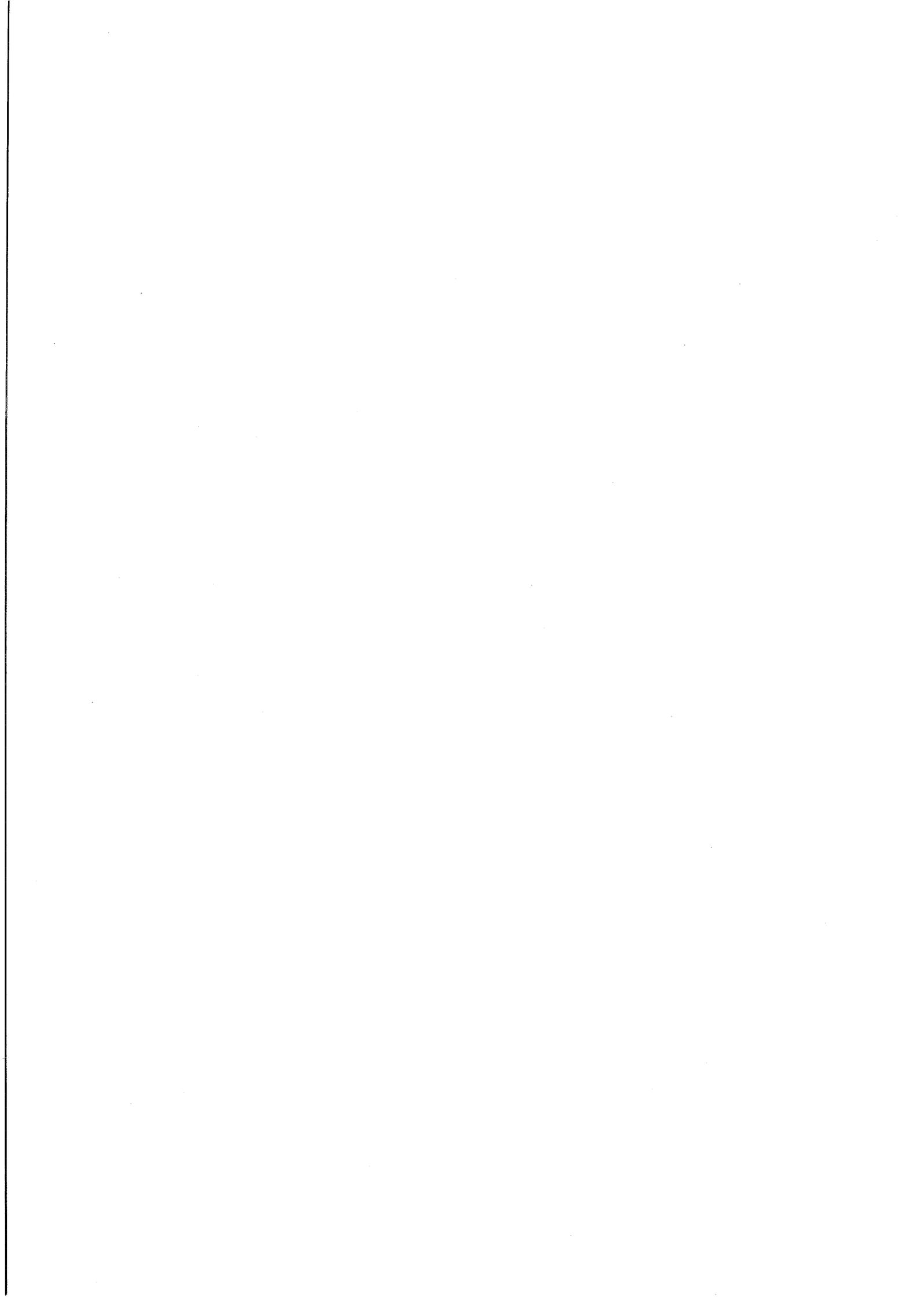
**Introduction**

**Chp.1 : Evaluations dans la littérature de logiciels français d'enseignement.**

**Chp.2 : Synthèse de travaux de recherche portant sur l'enseignement de la symétrie orthogonale**

**Chp.3 : Analyse "interne" des logiciels recensés**

**Conclusion**



## INTRODUCTION DE LA PARTIE A

Depuis le lancement du plan IPT (1985), le nombre de logiciels destinés à l'enseignement des mathématiques n'arrête pas de croître. Nous distinguons une évolution de ces outils informatiques marquée par trois périodes :

- La première période est caractérisée par l'empirisme dans la production et un enthousiasme militant tendant à présenter l'outil informatique comme un remède quasiment miraculeux aux problèmes rencontrés par l'enseignement des mathématiques, qu'il s'agisse de problèmes d'apprentissage proprement dit de contenus précis ou de problèmes plus généraux de motivation des élèves et d'organisation d'activités mathématiques. Cette période s'accompagne d'une production foisonnante de logiciels artisanaux, fabriqués pour la plupart individuellement, de qualité très inégale. Elle s'accompagne aussi de la mise en place de nombreuses expériences ponctuelles présentées généralement comme des réussites.
- Dans la deuxième période, un certain désenchantement et un début de prise de distance par rapport à l'action foisonnante précédente commencent à se faire sentir. Par ailleurs, les interactions entre différentes équipes donnent lieu à des logiciels plus élaborés. Le cadre expérimental de l'EAO se précise mais le décalage reste toujours grand entre ce qui se fait de façon expérimentale et ce qui se pratique de façon générale dans les classes.
- La troisième et dernière période se caractérise par plus de professionnalisme et par la mise en place de stratégies plus étudiées tenant compte des expériences précédentes. Même si un certain militantisme continue à raisonnablement soutenir les innovations menées, on ne croît plus que l'informatique puisse constituer un remède miracle aux problèmes de l'enseignement. On s'attache plutôt à essayer de comprendre et cerner ses apports possibles et ses limites. Parallèlement, l'élaboration de logiciels est précédée ou accompagnée de celle de cahiers de charges précis prenant en compte de façon déterminante les exigences de l'enseignement dans les domaines traités. Les angles d'attaque des notions mathématiques dans les logiciels destinés à l'enseignement se diversifient et des ingénieries didactiques les utilisant trouvent progressivement leur place dans les documentations accompagnantes (*cf. par exemple "Activités mathématiques avec Imagiciels" CREEM-DLC, 92*).

Evidemment cette progression est marquée par l'évolution technique très rapide dans le domaine informatique aussi bien au niveau du matériel qu'au niveau des logiciels non destinés directement à l'enseignement : langages auteur, tableurs, traitements de textes, etc...

Face à la rapidité de cette évolution, la faible pénétration effective des produits informatiques dans les pratiques scolaires reste flagrante depuis les débuts du plan IPT.

Interrogés, les enseignants invoquent en premier lieu une insatisfaction d'ordre matériel puis le manque de formation et d'information.

Les problèmes matériels cités dans la littérature le sont sans mention hiérarchique : la qualité des logiciels, la surcharge des classes (peu souvent dédoublées), les équipements matériels très peu fiables, le manque de temps (élève & enseignant) et une accessibilité limitée voire inexistante à la salle informatique.

En ce qui concerne les logiciels, les reproches qui leur étaient faits le plus souvent par les enseignants de mathématiques au moment où nous avons débuté notre recherche visaient :

- d'une part le niveau des logiciels : logiciels trop simples qui ennuyaient les élèves ou, à l'opposé, logiciels trop sophistiqués dépassant largement les objectifs des programmes, et un manque de souplesse ne leur permettant pas de s'adapter à des élèves de niveau différents,
- d'autre part l'absence, la pauvreté et l'inadéquation des documents d'accompagnement, qui n'aidaient pas suffisamment l'enseignant à prendre en main le produit et à organiser une intégration efficace à l'enseignement.

Ce discours s'est en fait peu modifié au fil des années, contrairement à ce que l'on pourrait penser si l'on considère l'évolution réelle de la qualité des logiciels.

En effet, dans une enquête réalisée récemment (*Bessas, 92*) auprès de 461 enseignants de disciplines générales n'utilisant pas l'ordinateur comme outil pédagogique, la qualité des logiciels occupe toujours la deuxième place (après les effectifs élèves) dans l'ordre des raisons de non-utilisation déclarées. Le manque de formation ne vient lui qu'en cinquième position<sup>2</sup>.

Dans la première partie de cette thèse, nous nous intéresserons donc à ce problème de la "qualité des logiciels" qui semble jouer un rôle déterminant dans la résistance des enseignants à l'utilisation de l'outil informatique. Pour aborder cette question, nous nous sommes intéressée en premier lieu à l'évaluation des logiciels, en recherchant en particulier les grilles d'évaluation utilisées dans la littérature consacrée aux logiciels éducatifs. L'analyse comparative de ces grilles et des critères d'évaluation sur lesquels elles reposaient, nous a permis de mettre en évidence des régularités certaines dans la diversité rencontrée. En particulier, il apparaissait clairement que les critères d'évaluation utilisés étaient essentiellement des critères que nous avons qualifiés par la suite de critères "externes" : critères associés à des caractéristiques techniques, ergonomiques... du logiciel, ou critères associés à des caractéristiques "pédagogiques" générales... En revanche, les critères présents permettaient rarement d'évaluer le logiciel en prenant en compte le contenu

---

<sup>2</sup> "Les effectifs élèves" occupe la première place, " L'équipement personnel" la troisième, "Le manque de temps élève" la quatrième et "L'équipement de l'établissement et les problèmes techniques" la sixième place.

mathématique lui-même et la façon dont ce contenu était géré par le logiciel, c'est à dire des critères de nature plus didactique que par la suite nous avons qualifiés d'"internes".

En tant que didacticienne, une évaluation limitée à ces composantes externes nous semblait tout à fait insuffisante. Ceci nous a conduit à faire l'hypothèse que la constitution de moyens d'analyse et d'évaluation de logiciels intégrant une dimension didactique interne visant à la fois :

- l'analyse du fonctionnement des connaissances mathématiques induit par un logiciel,
- l'analyse des situations plus ou moins induites par un logiciel, à la fois du point de vue du contenu et de la gestion, était absolument indispensable.

Autrement dit, nous faisons l'hypothèse qu'une analyse interne visant le fonctionnement des connaissances mathématiques ainsi que les possibilités de construction de situations autour d'un logiciel était indispensable pour fonder une évaluation de ce logiciel susceptible de soutenir son intégration effective et efficace dans l'enseignement. En fait, les grilles existantes nous semblaient laisser les enseignants considérablement démunis face aux problèmes d'intégration complexes qu'ils avaient à gérer, voire tendre dangereusement à occulter complètement une grande partie de ces problèmes.

Se lancer dans la construction de moyens de ce type imposait le choix d'un contenu précis. Nous avons choisi la symétrie orthogonale et ce, pour diverses raisons : la volonté de prolonger notre travail de DEA, bien sûr, mais aussi trois raisons plus étroitement liées au contenu lui-même:

1) L'enseignement de la géométrie est un domaine privilégié pour les recherches en UPO étant donné les possibilités de visualisation et de transformation dynamique des figures, présentes en environnement informatique et difficilement égalables en environnement papier-crayon.

De plus le nombre des logiciels commercialisés, lorsque nous avons commencé le travail, consacrés à l'enseignement de la symétrie orthogonale semblait supérieur à la moyenne de ceux traitant d'autres notions géométriques au collège.

2) L'époque à laquelle nous avons débuté le travail pour le DEA (1987) correspondait à celle du changement des programmes de collège. Une plus grande importance était accordée aux transformations géométriques et ce, sur l'ensemble des programmes de collège. En particulier, la symétrie orthogonale, auparavant objet fonctionnel étudié en classe de quatrième (programmes de 1977), devenait la première transformation introduite, dès la classe de sixième, et elle l'était non plus avec le statut de transformation ponctuelle du plan mais comme "transformation de figures planes" (réforme de 1985).

3) Plusieurs recherches didactiques avaient été consacrées à l'enseignement de la symétrie orthogonale au collège et en particulier pendant les premières années de l'application des nouveaux programmes de 1986. Nous pouvions donc estimer que nous disposions d'éléments relativement solides pour fonder l'analyse didactique des logiciels que nous désirions conduire.

Après avoir fait une étude synthétique des travaux didactiques sur l'enseignement de la symétrie orthogonale, nous en sommes venue à l'analyse interne des logiciels exploitables a priori dans l'enseignement de cette notion au niveau du collège. Cette analyse s'est basée sur un recoupement des synthèses faites sur l'enseignement papier-crayon et des potentialités effectives des logiciels.

Rappelons que nous avons volontairement choisi de travailler dans cette phase avec des logiciels commercialisés. Les logiciels recensés et analysés dans la première phase de la recherche étaient donc des objets qui relevaient essentiellement des deux premières périodes de l'évolution des outils informatiques, évoquées plus haut. Nous avons cependant inclus dans l'analyse que nous présentons dans cette partie, des produits logiciels que nous n'avions pas initialement envisagés, mais qui sont maintenant en quelque sorte incontournables.

Nous présentons cette première partie de notre travail de recherche en en suivant le déroulement chronologique : le premier chapitre est consacré à l'analyse de grilles d'évaluation de logiciels, publiées dans la littérature ; le second chapitre essaie de faire une synthèse des recherches menées sur la symétrie orthogonale ; le troisième est consacré à l'analyse de logiciels commercialisés présentés comme des logiciels exploitables pour l'enseignement de la symétrie orthogonale.

Nous attendons de cette première partie du travail :

- qu'elle nous permette d'argumenter l'hypothèse énoncée plus haut sur l'insuffisance des moyens d'analyse proposés aux enseignants dans la littérature.
- qu'elle nous permette de mettre en évidence les caractéristiques des produits logiciels dans le domaine de l'enseignement de la symétrie orthogonale au collège et de l'évolution de ces produits, en particulier sur le plan didactique.

Elle devrait alors nous conduire à interroger l'argument "qualité des logiciels", souvent mis au premier plan pour expliquer la stagnation de l'intégration de l'informatique dans l'enseignement des mathématiques. Ne s'agit-il pas d'un argument qui a cessé globalement d'être valide mais continue à survivre dans le système d'enseignement pour des raisons qu'il importerait alors de comprendre ? Si c'est bien le cas, l'insuffisance des moyens d'analyse fournis aux enseignants, attestée par l'analyse des grilles d'évaluation publiées, n'est-elle pas un des éléments clefs à prendre en compte pour expliquer la résistance à l'intégration ?

**PARTIE A**  
**CHAPITRE 1**  
**EVALUATIONS DANS LA LITTÉRATURE DE LOGICIELS FRANCAIS**  
**D'ENSEIGNEMENT**

Depuis le lancement du plan "Informatique Pour Tous", la production de logiciels pour l'enseignement est en pleine expansion et les enseignants se trouvent face à un nombre croissant de produits, commercialisés de façons diverses. Comment choisir dans cette diversité les logiciels que l'on utilisera pour son enseignement ? En fonction de quels critères ?

Dans un premier temps, il nous a paru nécessaire dans ce travail de recherche d'étudier comment la littérature "spécialisée" abordait ce problème et quels instruments de classification, d'analyse, d'évaluation et de choix les enseignants pouvaient y trouver ?

Pour ce faire, nous avons consulté différentes sources auxquelles pouvaient avoir accès les enseignants : publications issues de recherches en didactique des mathématiques à composante informatique, publications IREM, Bulletin de l'APMEP, Bulletin de l'association EPI (Enseignement Public & Informatique), publications de l'ADI (Agence pour le Développement de l'Informatique, Ministère de l'Education Nationale). Le lecteur en trouvera les références précises dans la bibliographie thématique à la fin de cet ouvrage sous la rubrique "Enseignement des mathématiques et environnements informatiques" (concernant les publications régulières comme le bulletin de l'EPI ou celui de l'APMEP, nous ne citons bien sûr que les numéros où nous avons trouvé des éléments pertinents par rapport à notre propos).

Il nous est apparu, à travers ce travail bibliographique, que deux types principaux d'instruments avaient été développés : d'une part des instruments de classification visant à structurer l'ensemble des produits logiciels existant en grandes catégories, donc des instruments permettant d'étiqueter et d'identifier tel ou tel logiciel en le rattachant à l'une des catégories pré-définies, d'autre part des instruments visant l'analyse et l'évaluation des logiciels et se présentant généralement sous forme de grilles ou de fiches plus ou moins détaillées.

Dans ce chapitre, nous présenterons successivement ces deux types d'instruments, en essayant de mettre en évidence leurs principales caractéristiques, avant de nous interroger sur les potentialités et limites de ces instruments dans la perspective qui est la nôtre, celle de l'étude des questions liées à l'intégration de l'outil informatique dans l'enseignement des mathématiques. Précisons dès à présent qu'il nous a semblé intéressant dans cette approche de ne pas limiter systématiquement notre regard, à des instruments spécifiquement élaborés pour l'enseignement des mathématiques.

Rappelons également que, comme nous l'avons précisé dans l'introduction de cette thèse, ce travail de recensement a été mené au début de notre recherche. Le lecteur ne s'étonnera donc pas de voir figurer une majorité de références antérieures à 1989.

## I- LES IDENTIFICATIONS DES LOGICIELS EDUCATIFS

En parcourant les différentes publications recensées, on est d'abord frappé par la multiplicité des dénominations introduites pour étiqueter et différencier les logiciels : "didacticiel", "tutoriel", "imagiciel", "logiciel de simulation", "langage formel", "logiciel outil", "micromonde", etc...

De même, on peut repérer plusieurs classifications ou typologies de logiciels plus directement liées à leurs exploitations dans l'enseignement. On peut y voir un essai de classer, non pas le produit mais bien ses usages possibles. Ces classifications sont variées tout en se recoupant plus ou moins.

A cette diversité, qui témoigne de la jeunesse du champ mais peut être perturbante pour l'enseignant, s'ajoute le fait que, même lorsque deux auteurs ou acteurs du système éducatif utilisent le même terme, il arrive parfois qu'ils ne lui donnent pas exactement la même signification.

Il est cependant possible de repérer, fort heureusement, en dépit des différences constatées, des convergences globales tant au niveau des dénominations que des classifications proposées : les diverses définitions données évoquent, au delà de différences de détail, le même principe général.

Ainsi, pour nous limiter aux termes que nous allons utiliser dans cette partie A :

- nous examinons ci-après, à titre d'exemple, les dénominations "didacticiel" et "tutoriel",
- nous reviendrons sur ces deux termes ainsi que sur les termes "imagiciel" et "logiciel outil" (en particulier, logiciel outil de constructions géométriques) dans le Chapitre 3 de cette Partie A.

**Didacticiel** : Si l'on se réfère à la définition de ce terme donnée, en 1986, par la *Commission de Terminologie de l'Informatique*, un didacticiel est un "logiciel spécialisé pour l'enseignement".

Le terme "didacticiel" apparaît donc comme une dénomination globale qui ne spécifie en rien le type de produit éducatif concerné. Comme le souligne Mattiussi (*Mattiussi, 89*), on peut a priori regrouper sous cette dénomination "les logiciels créatifs, les apprenticiels, les imagiciels, les logiciels d'exercices autocorrectifs, les logiciels de simulation, les logiciels outils..., et en particulier les *tutoriels* : logiciels d'enseignement programmé destiné à un usage individuel ou par petits groupes."

Cependant, le terme "didacticiel" est généralement pris, depuis le plan IPT et jusqu'à nos jours, dans une acception plus restrictive qui le rend synonyme du terme "tutoriel".

Il est en effet le plus souvent utilisé pour qualifier un logiciel relativement fermé qui prend en charge complètement l'acte d'enseignement : l'outil informatique remplace à la fois le maître, le cahier et le livre, le logiciel est conçu pour être utilisé par des élèves seuls face à leurs consoles. Autrement dit, on identifie souvent via le terme "didacticiel", un logiciel fonctionnant en "mode tutoriel" relevant de "l'emploi de l'EAO qui vise l'acquisition de connaissances par l'autodidacte, sous une théorie de l'apprentissage donnée conforme à la typologie du logiciel" (Gras, 86).

Les trois définitions données ci-après attestent cette tendance que l'on peut imputer au fait que le terme didacticiel a accompagné les débuts de l'EAO, donc une période marquée par l'idée que l'outil informatique pourrait un jour remplacer l'enseignant, et la prédominance des logiciels tutoriels :

- La première a été donnée en 1986 par les équipes de l'IREM de Paris 7 et du CREEM<sup>1</sup> au cours d'une journée consacrée à la "Formation de formateurs et d'enseignants à l'utilisation pédagogique de l'ordinateur". *"Les didacticiels : logiciels d'enseignement d'une notion, ou exercices d'entraînement, ils sont généralement destinés à un usage individuel ou par petits groupes de deux ou trois élèves. L'élève est pris en charge par le logiciel, le professeur ne servant qu'à débloquer éventuellement celui qui serait dans une impasse (...) L'élève a une tâche à effectuer et répond aux questions. La réponse est analysée, les erreurs sont détectées, il peut y avoir des aides, et il y a le plus souvent une évaluation du travail de l'élève"* (CREEM-CNAM, 86).

- La deuxième est tirée du bulletin de l'APMEP n°371 et extraite d'un article rédigé, en 1989, par l'équipe du CREEM : *"didacticiel : logiciel tutoriel avec analyse de réponses plus ou moins "intelligente" qui s'utilise individuellement"* (CREEM-CNAM, 89).

- La troisième est donnée, en 1992, par B. Cornu dans un ouvrage collectif intitulé : "L'ordinateur pour enseigner les Mathématiques" (Nouvelle Encyclopédie Diderot) : *"Les didacticiels, ou tutoriels, sont des logiciels qui conduisent l'élève à travers une démarche pédagogique, dans un itinéraire déterminé, qui peut dépendre des réponses et des activités de l'élève. (...) Ils sont principalement destinés à une utilisation individuelle ou en petits groupes, et leur intégration dans un cours sur une période un peu longue n'est pas facile pour l'enseignant"* (Cornu, 92).

Pour clore ce paragraphe, nous soulignons que, quel que soit l'intérêt apporté par toutes ces dénominations et classifications, il nous semble difficile de voir dans ce type d'instrument une clef essentielle de l'intégration réussie de l'outil informatique dans l'enseignement. Il s'agit là de classifications globales qui nous donnent certes des informations indirectes sur les modes d'intégration envisageables, sur le degré d'autonomie requis de l'enseignant, mais elles ne nous informent en rien sur le contenu précis du produit et sur son intérêt potentiel pour l'enseignement des mathématiques. Comme l'écrit à juste titre Françoise Tréhard (Tréhard, 92) :

---

<sup>1</sup>CREEM : Centre de Recherches et d'Expérimentations pour l'Enseignement des Mathématiques. C'est un laboratoire du CNAM de Paris dirigé par J. Chastenet de Géry & S. Hocquenghem.

- Ce vocabulaire "n'est pas l'expression de spécificités intrinsèques des logiciels ; il n'est pas défini en termes fonctionnels didactiques; en outre, souvent daté, il s'applique à des logiciels qui, dans une technologie changeante, évoluent. Par conséquent, son emploi raisonné s'avère improbable et son opérationnalité didactique limitée".

- Ce vocabulaire "risque de tenir lieu de critère de pseudo-analyse : la dénomination d'un logiciel peut provenir de sa documentation, ou encore se faire à partir du repérage d'indices significatifs de logiciels pionniers, pour lesquels le vocabulaire est arrêté. Une appréciation reposant sur la perception de traits superficiels, peut alors conduire à abandonner toute une gamme de produits".

## II- GRILLES/FICHES D'ANALYSE ET D'EVALUATION DE LOGICIELS EDUCATIFS

Comme nous l'avons précisé dans l'introduction de ce chapitre, le deuxième type d'instrument mis en évidence par l'analyse bibliographique est constitué par les fiches et grilles produites pour l'exploration, l'analyse et l'évaluation de logiciels. Sans chercher à en faire un recensement systématique, nous voudrions dans ce paragraphe à travers la présentation d'exemples qui nous semblent "typiques", mettre en évidence au delà de la diversité des produits rencontrés, certaines caractéristiques et tendances qui nous semblent mériter d'être pointées quand on se préoccupe du rôle que peuvent effectivement jouer de tels produits pour aider l'intégration de l'outil informatique dans l'enseignement.

Précisons que l'objectif annoncé de tous ces produits est d'aider l'enseignant à examiner les qualités techniques et à explorer "le contenu" et les possibilités "pédagogiques" d'un logiciel en vue d'une décision d'utilisation (ou non) avec les élèves.

La plupart des grilles/fiches que nous avons consultées sont organisées en listes structurées de questions destinées à l'exploration et l'évaluation a priori des logiciels. Certaines d'entre elles, moins nombreuses cependant, proposent également des listes de questions concernant l'évaluation a posteriori après une utilisation effective avec les élèves.

Nous avons sélectionné pour l'analyse en fait six produits qui se distinguent notamment par leur origine, à savoir :

- 1- deux grilles d'analyse produites par des chercheurs : les grilles (a) & (b)
- 2- deux fiches d'évaluation et de travail (ou aide-mémoire) établies par des enseignants (stagiaires ou/et animateurs) au cours de stages UPO : fiches (c) & (d)
- 3- deux questionnaires ou fiches d'identification édités par des organismes ou des groupes d'enseignants qui se consacrent à l'EAO : fiches (e) & (f)

Dans un premier temps, nous présenterons chacune de ces grilles/fiches, en précisant les contextes de leur production (pour ce que nous en connaissons), leurs objectifs déclarés, en synthétisant les

justifications, commentaires et réflexions de leurs auteurs, en précisant également éventuellement les usages évoqués dans les articles ou textes correspondants. Cette présentation de chaque grille est suivie d'une brève analyse où nous nous interrogeons notamment sur les pôles privilégiés dans la grille, sur le degré de détail et de précision avec lequel ces pôles sont envisagés, ainsi que sur l'accessibilité du produit et son intérêt a priori pour des enseignants : expertise informatique nécessaire, adaptation aux préoccupations de l'enseignant, aides éventuellement fournies pour soutenir l'exploration et l'analyse.

Cette partie de présentation et d'analyse, produit par produit, est complétée enfin par une analyse transversale où nous essayons de pointer les potentialités et limites de tels produits, compte-tenu des analyses partielles effectuées.

**(a) *Grille CONT/COM (Thèse de doctorat, F. Tréhard, 87)***

Dans sa thèse, F. Tréhard part du constat suivant : les instruments d'analyse et d'évaluation de logiciels éducatifs ne permettent guère de répondre de façon rationnelle aux questions que se posent enseignants et chercheurs vis à vis de ces logiciels.

Elle propose alors, en se plaçant dans une perspective didactique, une méthode d'évaluation en trois étapes :

*"- analyse a priori du logiciel, indépendamment de son utilisation effective pendant l'enseignement,*

*- utilisation des résultats de l'analyse a priori pour cerner tâches et enjeux didactiques,*

*- confrontation des résultats de l'analyse a priori aux acquis didactiques sur le sujet mathématique en question, rejet ou adoption du logiciel pour la mise au point de séquences d'enseignement, expérimentation."*

Dans la première étape, qui lui paraît être la pierre angulaire de l'étude et de la construction de produits informatiques utilisables dans l'enseignement, elle développe une méthode d'analyse a priori de certaines spécificités de logiciels pouvant impliquer des concepts mathématiques objets d'enseignement à l'école élémentaire. Elle privilégie à cet effet deux dimensions : le contenu et la communication, et ceci en retenant les deux hypothèses suivantes :

*"- la communication avec le micro-ordinateur est un élément spécifique : peut-être constitue-t-elle une variable didactique ?*

*- il y a dépendance entre le type de contenu et le type de communication proposés par le logiciel."*

**α- Le contenu.**

Elle associe à cette dimension une grille d'analyse qu'elle appelle "la grille CONT". Cette grille propose un examen du logiciel selon quatre directions (rubriques) : niveaux d'enseignement

auxquels peut s'adresser le logiciel, concepts mathématiques impliqués par le logiciel, organisation du logiciel par rapport à un concept, action de l'élève par rapport à l'activité. Cette dernière rubrique étant elle-même subdivisée en quatre sous-rubriques : définition du contenu de l'activité, donnée des consignes définissant le contenu de l'activité, gestion de l'activité et validation de l'activité par rapport à son contenu.

**β- La communication.**

Elle associe à cette dimension une grille d'analyse qu'elle appelle "la grille COM". Cette grille propose d'une part, un examen des instructions pour la réalisation de l'activité : leur caractérisation, leur support, leur validité. D'autre part, elle s'intéresse au statut des entrées de l'utilisateur, à leur nature, à leur organisation et à leur évaluation.

Le lecteur trouvera en annexe (Annexe Grilles/Fiches) un modèle de remplissage de ces deux grilles concernant le logiciel FRISE (Nathan, écoles, 1985).

## LA GRILLE CONT

	Oui	Non
<p>Niveau concerné</p>		
CP		
CE		
CM		
<p>Concepts mathématiques impliqués par le logiciel</p>		
Type arithmétique		
Type géométrique		
Le logiciel permet-il d'aborder plusieurs concepts de même type ?		
<p>Organisation du logiciel par rapport à un concept</p>		
Le logiciel permet-il de traiter plusieurs problèmes relatifs à un même concept ?		
Un nombre fini déterminé ?		
Une infinité théorique ?		
Les problèmes sont-ils nécessairement isomorphes ?		
<p>Action de l'enfant par rapport à l'activité (sans faire intervenir le problème de communication avec la machine)</p>		
La définition du contenu de l'activité		
Le logiciel décide-t-il des problèmes à traiter ?		
L'enfant ou le maître peuvent-ils à chaque nouveau problème compléter la définition de celui-ci par des consignes faisant intervenir des éléments du logiciel ?		
- le complément de définition porte-t-il sur l'objet à produire ?		
- le complément de définition porte-t-il sur la démarche à tenir ?		
La donnée des consignes définit le contenu de l'activité		
Y-en-a-t-il ?		
Sur l'écran ?		
Sur une documentation ?		
Sont-elles données en une fois pour tout un problème ?		
La gestion de l'activité		
L'enfant doit-il choisir un type de problème parmi plusieurs qui lui sont proposés ?		
L'enfant doit-il choisir un niveau de difficulté parmi plusieurs qui lui sont proposés ?		
L'enfant doit-il suivre un cursus de plusieurs problèmes ?		
L'enfant doit-il répondre à des questions conceptuelles ?		
L'enfant peut-il avoir recours à une aide proposée par le logiciel ?		
La validation de l'activité par rapport à son contenu		
L'enfant peut-il valider ? Y-a-t-il un effet ?		
La machine "fait-elle la validation" pour l'enfant ?		
L'enfant constate-t-il la validation de son activité par message du logiciel :		
- Support du message		
. écriture		
. graphisme		
. son		
- Contenu et cas d'envoi du message		
. réponse exacte au problème		
- en cas d'erreur		
- toujours		
. infirmation ou confirmation de la réponse		
. autres éléments		
L'enfant peut-il se sentir maître de la validation ?		
. Par visualisation de la production qu'il a fait faire à la machine en réponse au problème traité ?		
. Autrement ?		

**Les instructions pour la réalisation de l'activité :**  
 les données du logiciel et de son environnement  
 concernant la communication machine-utilisateur

**Caractérisation**

- Y-a-t-il :
- a - instructions de définition de l'activité ?
  - b - instructions questions à l'utilisateur par rapport au problème qu'il traite ?
  - c - instructions de parcours du logiciel ?
  - d - instructions qui permettent à l'utilisateur de faire produire la machine ?

**Support des instructions**

- Y-a-t-il des instructions (autres qu'une invite utilisateur) :
- Sur l'écran ?
  - Le périphérique d'entrée rend-il ce support nécessaire ?
  - Sur un document ?
  - Sur un autre type de support ?

**Validité des instructions**

- Pour les instructions qui peuvent être des entrées utilisateur (instructions de type d et c - branche-ment dans le logiciel)
- Toutes sont-elles valides sur tout le logiciel ?
  - Certaines sont-elles valides sur une partie du logiciel ?
  - Certaines sont-elles valides à un seul endroit du logiciel ?

Oui Non

**Les entrées-utilisateur**

**Caractérisation**

- Une entrée-utilisateur peut-elle être :
- une instruction ?
  - une combinaison d'instructions ?
  - autre chose qu'une instruction ou une combinaison d'instructions ?
- Quantification**

- Peut-on enchaîner des entrées :
- sans recevoir d'instructions autres qu'un symbole d'invite ?
  - sans recevoir d'instructions autres que la précédente instruction ?
  - sans provoquer d'évaluation ?

**Évaluation**

- Caractérisation**
- Y-a-t-il une évaluation syntaxique/sémantique :
- par rapport au discours-utilisateur ?
  - par rapport à l'attendu du conceptuel du logiciel ?

**Effet de l'évaluation**

Étude de la production de la machine suite à une entrée utilisateur valide (c'est-à-dire ne donnant pas lieu à un message de correction syntaxique/sémantique par rapport au discours-utilisateur) :

**Effet de l'usage**

Y-a-t-il l'exécution avec production d'objets commandés par l'entrée-utilisateur ?

Oui Non

**Effet de l'usage ?**

- Y-a-t-il envoi d'une donnée logiciel ?
- Dans ce cas, quels sont les objets fournis, du point de vue de l'utilisateur :
- message d'évaluation par rapport à l'attendu conceptuel du logiciel
  - donnée d'un score
  - donnée de renseignements concernant le temps
  - proposition d'un outil spécifique
  - proposition de visualisation du problème
  - autres instructions

**Nombre de types d'effets (1 ou 2)**

- Support réservé à l'évaluation**
- Graphique écran
  - Support sonore
  - Support mobile

**Statut des entrées-utilisateur :**  
 degré de programmation laissé à l'utilisateur

- Y-a-t-il présence de :
- réponse à la machine
  - commande de la machine de type pilotage
  - commande de la machine de type programme

L'expression de la réponse au problème traité se fait-elle :

- en mode réponse
- en mode commande

Oui Non

Premiers éléments d'analyse :

- Nous pensons que ces grilles ne sont pas directement utilisables par un enseignant "non-expert EAO" pour juger les possibilités d'exploitation d'un logiciel dans son enseignement. En effet, d'une part aussi bien le contenu de certaines questions posées dans ces grilles que la façon dont elles sont posées et leur enchaînement demandent de la part de l'utilisateur une certaine familiarité, voire expertise, avec les milieux d'enseignement informatisés. D'autre part, effectuer l'analyse d'un logiciel en utilisant ces deux grilles demande, à notre avis, une certaine sensibilité didactique sans laquelle l'analyse risque de rester à un niveau superficiel ne permettant pas d'évaluer les potentialités effectives du logiciel.

Ces instruments d'analyse a priori, sous leur formes actuelles, restent donc dans le cadre d'une méthodologie de recherche didactique ne s'adressant pas en premier lieu aux enseignants. Rappelons à cet effet que les grilles CONT & COM que F. Tréhard a conçues lui ont essentiellement servi, au cours de son travail de thèse, à analyser nombre de logiciels (pouvant impliquer des activités mathématiques à l'école élémentaire) et à établir : *"Deux typologies a priori, non contradictoires, se précisant l'une l'autre au sein d'une typologie générale, identificatrice de spécificités, celle-ci semble constituer une base rationnelle pour l'expression des tâches et enjeux du point de vue du contenu et de la communication. Cette typologie générale présente deux pôles, et un type intermédiaire : un des pôles comprend des logiciels à mode réponse, l'autre des logiciels à mode commande, le type intermédiaire est également à mode commande, mais se distingue du pôle. (Tréhard, 92)*

- Même si l'une des deux grilles ( la grille CONT) se rapporte au contenu, nous remarquons que le contenu mathématique du logiciel n'est pas directement analysable à travers les grilles. De plus le mode binaire (oui/non) de réponse ne permet pas d'avoir des renseignements indirects sur ce contenu à travers des questions comme : "l'enfant doit-il choisir un type de problème parmi plusieurs qui lui sont proposés ?" ou "y-a-t-il une évaluation syntaxique/sémantique par rapport à l'attendu conceptuel du logiciel ?".

Par là, l'utilisation des grilles ne donne pas directement accès à l'étude de situations d'enseignement intégrant les logiciels analysés. F. Tréhard souligne elle-même ce fait, dans sa thèse, en écrivant : *"la grille CONT (COM) propose une analyse a priori des logiciels du point de vue du contenu (de la communication) sans émission d'hypothèses relatives aux enjeux de situations qui emploieraient les dits logiciels"*.

(b) Eléments pour une grille d'analyse et d'évaluation critique de didacticiels de langue  
(Otman, 89)

On peut lire en introduction de l'article (du bulletin EPI n°54) où cette grille est présentée :  
*"l'auteur nous propose une grille d'analyse et d'évaluation de didacticiels en onze volets. Les aspects techniques, ergonomiques et pédagogiques sont successivement passés au crible. Plusieurs démarches éducatives sont proposées en conclusion. (...) Une analyse et une évaluation de produits "clés en main" selon un éventail de paramètres et de critères non exclusifs ouvrant plusieurs perspectives d'application" parmi lesquelles :*

*"-l'examen d'un produit spécifique en vue de son adoption.*

*-le choix d'un produit parmi plusieurs de qualité et de profil similaires.*

*-la constitution d'un outil de formation des enseignants à une pédagogie prenant en compte la dimension informatique "*

Cette grille est conçue (comme son auteur l'annonce) pour "évaluer" un logiciel, elle regroupe une grande partie de critères techniques, ergonomiques et "pédagogiques généraux", permettant d'accepter ou de rejeter un logiciel.

Elle se distingue par la finesse et l'organisation du travail technique ainsi que par la clarté de sa structure. Elle est formée de onze parties divisées elles-mêmes en sous-parties où figurent pour chaque critère d'évaluation une liste de valeurs possibles.

Certaines rubriques de la grille sont, soit précédées par un commentaire pour justifier, soit suivies par un commentaire pour interpréter.

## ASPECTS TECHNIQUES ET ERGONOMIQUES

## 1. Equipement matériel et logiciel

<b>MATERIEL</b>
<b>1.1 Ordinateur :</b>
- marque
- modèle/année
- système d'exploitation
<b>1.2 Mémoire :</b>
- vive (taille en Ko)
- auxiliaire (cassette / disquette / disque dur)
<b>1.3 Moniteur :</b>
- monochrome/couleur
- définition (nombre de lignes et de colonnes par écran)
<b>1.4 Périphériques :</b>
- imprimante
- crayon optique
- souris
- manettes ou poignées
- tablette graphique
- synthétiseur vocal ...
<b>1.5 Equipements auxiliaires :</b>
- lecteur de vidéodisque
- magnétoscope
- lecteur de cassettes audio
- projecteur de diapositives
- robot pédagogique / tortue
<b>LOGICIEL</b>
<b>1.6</b> Le didacticiel est protégé : - code d'accès
<b>1.7</b> Le didacticiel est copiable : - droits de copie
<b>1.8</b> Le didacticiel est autonome/fait partie d'un ensemble pédagogique
<b>1.9</b> Le didacticiel fonctionne sur nanoréseau
<b>1.10</b> Coût : - du didacticiel/de l'ensemble pédagogique
<b>1.11</b> Coordonnées de l'éditeur

## 2. Documentation

<b>2.1 Documentation pour l'apprenant</b>
- documentation imprimée / accessible en ligne
- manuel de classe ou cahier d'exercices
- indications techniques (mise en route du programme, codes d'erreurs, signification des touches de fonction...)
- objectifs, prérequis et modalités d'exécution
<b>2.2 Documentation pour l'enseignant</b>
- données techniques
- livret pédagogique d'accompagnement
<b>3. Qualités techniques et ergonomiques du didacticiel</b>
<b>3.1 Présentation d'écran</b>
- clarté et lisibilité
- qualité de la mise en page
- uniformisation et prévisibilité de la composition des écrans
- typographie : procédés de mise en évidence
- vitesse d'affichage : bonne, excessive ou insuffisante
- affichage progressif ou total
- densité du texte
- fenêtrage
<b>3.2 Attributs vidéo et effets graphiques</b>
- inversion
- cliçotement
- taille / forme des caractères (fontes)
- effet loupe, agrandissements
- fleches
- encadrés
- animations graphiques : statiques/dynamiques
<b>3.3 Conteurs</b>
- nombre
- contraste fond/lettre
- couleur décorative/expressive
- féralité culturelle
<b>3.4 Son</b>
- bip sonore
- synthétiseur vocal
- touche permettant de couper le son
- prise de branchement d'un casque
<b>3.5 Durée</b>
- durée moyenne des sessions
- temps de latence moyen

## 3.6 Aisance d'utilisation

- modes d'entrée : clavier, souris, crayon optique, écran sensible...
- instructions de chargement
- existence de menus et de sous-menus
- touches imprévues
- cas de blocage du programme
- une touche = une fonction
- affichages des touches de fonction actives/inactives et leurs propriétés
<b>3.7 Redondance</b>
- répétition textuelle
- répétition visuelle (image/graphisme)
- répétition auditive
- variations en contextes différents
- multiplication formelle :
- présentation
- tableau résumé
- exercices
- rappel

## ASPECTS PEDAGOGIQUES

## 4. Familles de didacticiels

<b>4.1 Types de didacticiels</b>
- tutoriel
- entraînement et approfondissement
- test ou questionnaire
- apprentissage
- jeu éducatif
- simulation
- outil de création
<b>4.2 Démarche proposée</b>
- acquisition de connaissances
- vérification d'acquisitions
- découverte à partir d'acquisitions
- pratique de techniques spécifiques
- mise à niveau ou rattrapage pédagogique
<b>4.3 Contexte d'utilisation</b>
- usage individuel en autodidaxie ou libre-service
- usage individuel avec assistance pédagogique
- par un enseignant pour un groupe-classe (super-tableau)
- sur nanoréseau

## 5. Publics

5.1 Age	<ul style="list-style-type: none"> <li>enfant</li> <li>adolescent</li> <li>adulte</li> <li>pas de distinction d'âge</li> </ul>
5.2 Nombre	<ul style="list-style-type: none"> <li>individuel</li> <li>petit groupe (binôme, trinôme...)</li> <li>classe entière</li> <li>groupes ou individus en compétition</li> </ul>
5.3 Statut de l'apprenant	<ul style="list-style-type: none"> <li>autodidacte / capif</li> <li>étranger / indigène</li> </ul>
5.4 Langue maternelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>pas de référence à une langue maternelle</li> <li>recours à un métalangage en langue maternelle (ou en langue seconde)</li> </ul>
5.5 Références culturelles	<ul style="list-style-type: none"> <li>présence/absence de références culturelles, de connaissances non-linguistiques</li> </ul>

## 6. Objectifs

6.1 Définition des objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>présentation des objectifs en tête de didacticiel</li> <li>objectifs généraux ou spécifiques</li> <li>objectifs définis par référence à des programmes officiels</li> <li>objectifs formulés sous la forme de compétences visées</li> </ul>
6.2 Les objectifs proposés correspondent aux programmes scolaires, universitaires ... du public de destination	6.3 Ces objectifs sont intégrés à un cursus pédagogique
6.4 Les prérequis sont définis en terme d'objectifs	
7. Structure du didacticiel	
7.1 Le didacticiel est : fermé / ouvert / semi-ouvert	Il comporte un générateur de variables aléatoires
7.2 Le didacticiel a une structure linéaire (journe-pages) ou ramifiée.	

## 7.3 Architecture

7.3 Architecture	<ul style="list-style-type: none"> <li>architecture modulaire : - modules autonomes ou modules liés et hiérarchisés</li> <li>options et choix proposés</li> <li>plusieurs niveaux de difficulté proposés</li> <li>prérequis explicites</li> <li>consignes</li> </ul>
7.4 Modes d'accès	<ul style="list-style-type: none"> <li>modèles d'entrée</li> <li>modèles de sortie</li> <li>modèles de circulation</li> </ul>
8. Interactivité	
8.1 Entrée des informations-apprentissage	<ul style="list-style-type: none"> <li> Moyens : clavier, crayon optique, écran sensible, souris...</li> <li> ces moyens d'entrée sont en rapport avec les aptitudes des apprenants</li> <li> possibilité de correction d'une réponse avant enregistrement</li> <li> boîte aux lettres/messagerie pour des commentaires élabores</li> </ul>
8.2 Moyens de contrôle et d'initiation laissés à l'apprenant	<ul style="list-style-type: none"> <li> rythme de déroulement</li> <li> retour aux menus et sous-menus</li> <li> possibilité de sauts avant/arrière</li> <li> possibilité d'interruption/ reprise</li> <li> variation de paramètres : <ul style="list-style-type: none"> <li> nombres de modules</li> <li> durée de la session...</li> <li> option apprentissage/test</li> <li> option compétition</li> </ul> </li> </ul>
8.3 Langage	<ul style="list-style-type: none"> <li> convivialité</li> <li> formulation des compliments/réprimandes</li> </ul>
8.4 Place laissée à la créativité	<ul style="list-style-type: none"> <li> nécessité d'interaction "humaine"</li> </ul>
9. Analyse de réponses	
9.1 Analyse prescriptive	<ul style="list-style-type: none"> <li> réponses admissibles rejetées</li> <li> réponse rejetée pour : <ul style="list-style-type: none"> <li> absence d'accent</li> <li> présence/absence de majuscule/minuscule</li> <li> blancs excessifs</li> <li> erreur typographique</li> <li> tolérances orthographiques</li> </ul> </li> </ul>

## 9.2 Analyse diagnostique

9.2 Analyse diagnostique	<ul style="list-style-type: none"> <li>vitesse d'analyse convenable et constante</li> <li>analyse de réponses ouvertes : <ul style="list-style-type: none"> <li>par mots-clés</li> <li>par structures (négative, interrogative...)</li> </ul> </li> <li>analyse appropriée et limitée aux objectifs</li> </ul>
9.3 Commentaires	<ul style="list-style-type: none"> <li>commentaire de réponses erronées : <ul style="list-style-type: none"> <li>explique l'erreur</li> <li>oriente l'apprenant</li> <li>corrige l'erreur</li> </ul> </li> <li>commentaires de réponse correcte : - renforce la réponse</li> <li>commentaires appropriés à l'apprenant (langue, vocabulaire, niveau d'analyse...)</li> </ul>
9.4 Analyse prospective	<ul style="list-style-type: none"> <li>réponses enregistrées, stockées et triées</li> <li>inventaire diagnostique fourni en fin de session</li> <li>analyse évaluative : <ul style="list-style-type: none"> <li>prévision de progression</li> <li>orientation</li> </ul> </li> </ul>
10. Evaluation	
10.1 Evaluation quantitative	<ul style="list-style-type: none"> <li>score sous forme de : - points/pourcentage/classement</li> <li>score individuel/par groupes d'apprenants</li> <li>édition d'une fiche évaluative par apprenant et par session</li> <li>édition cumulative de ces fiches par groupes ou sous-groupes</li> </ul>
10.2 Evaluation qualitative	<ul style="list-style-type: none"> <li>indication d'un niveau de réussite</li> <li>appréciation sur l'atteinte des objectifs</li> <li>évaluation des progrès réalisés (pré-test/post-test)</li> <li>conseils d'orientation vers d'autres exercices</li> <li>établissement d'une progression à moyen ou long terme</li> </ul>
11. Modifications et développements	
11.1 Modifications possibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>adaptation de certaines données (didacticiel ouvert)</li> <li>réécriture des commentaires (autre langue)</li> <li>restructuration du didacticiel</li> </ul>
11.2 Moyens de modification	<ul style="list-style-type: none"> <li>langage de programmation</li> <li>langage d'auteur</li> <li>système-auteur</li> </ul>

Premiers éléments d'analyse :

- Il est clair que les aspects pédagogiques (type du logiciel, interactivité, traitement des réponses, ..) permettent un certain niveau de description détaillée du logiciel. Mais, ils ne donnent pas directement les moyens de savoir : si le contenu du logiciel permet d'engager une activité (disciplinaire) intéressante, comment l'élève peut s'y engager, ce qu'elle peut lui apporter en fonction des moments et des formes de l'utilisation... Par exemple, le fait de savoir qu'il y a traitement des réponses et les formes de ce traitement (partie 9), ne permet pas de juger la pertinence du traitement engagé.
- La spécificité de cette grille, par rapport aux autres grilles/fiches qui vont suivre, ne repose pas dans le fait qu'elle traite de l'évaluation de didacticiels de langue mais plutôt dans le fait que c'est un produit de recherche où les objectifs et certains choix sont clairement explicités (dans l'article où la grille est présentée). L'auteur offre à son lecteur une liste exhaustive de questionnements pertinents en même temps que des propositions explicites de réponses pour chacun de ces questionnements.
- La lecture de cette grille laisse l'impression que les différents points qui y sont traités et la façon dont ils sont formulés débordent largement les modes d'analyse usuels de l'enseignant et sont a priori mieux adaptés à la conception de logiciels. Ceci est confirmé par l'auteur qui écrit en conclusion : "une telle grille, affinée par les apports de divers didacticiens et praticiens, est à considérer comme un outil méthodologique de conception de didacticiels", tout en mentionnant également : "et de formation d'utilisateurs et d'animateurs en EAO".

(c) Fiche d'évaluation de logiciels pour l'enseignement (Benaïoun, 87)

A l'inverse des deux grilles précédentes qui sont des productions de chercheurs, cette fiche est une production d'enseignants élaborée dans le cadre de formations IREM. Elle est parue dans une brochure de l'IREM de Poitiers intitulée : "Pour une utilisation réfléchie des Nanoréseaux".

Cette fiche est liée à la mise en pratique d'une évaluation a priori de logiciels revue et complétée par une évaluation a posteriori du logiciel, après utilisation effective avec des élèves. On peut lire dans la présentation de cette fiche : "Pour guider l'enseignant dans le choix d'un logiciel, un certain nombre de critères d'évaluation ont été regroupés lors de stages IREM sur une fiche d'évaluation. Compléter les différentes rubriques permet d'aborder les points essentiels de l'étude d'un logiciel, il suffit ensuite de remettre à jour cette fiche d'évaluation après une séance d'enseignement pour avoir une trace de sa démarche et l'améliorer éventuellement pour les séances suivantes."

Dans la même brochure on trouve des exemples d'utilisation de cette fiche suivis de dossiers d'exploitation pour bâtir des séances d'EAO qui ont été expérimentées en classe. Chaque dossier est formé de trois parties :

i- La préparation de la séance : le contexte, les objectifs, le choix du logiciel (description et fiche d'évaluation), la fiche de travail.

ii- Le déroulement de la séance : l'organisation de la séance, les consignes de travail, le matériel.

iii- L'exploitation pédagogique : le rôle de l'enseignant

Le lecteur trouvera en annexe (Annexe Grilles/Fiches) un modèle de dossier concernant le logiciel : Démonstrations de Géométrie de chez Nathan.

FICHE D'ÉVALUATION DE LOGICIELS POUR L'ENSEIGNEMENT

Nom du logiciel :		Discipline :	
Référence :		Langage :	
MOS		Portant sur les programmes de Utilisable en révisions en	
TO1			
TO1.70			
EXEL			
Autres			
Autres cassette		disquette	téreau
Partie concernée du programme :		Utilisable pour :	
		<input type="checkbox"/> Introduire une notion <input type="checkbox"/> Illustrer le cours <input type="checkbox"/> Entraîner les élèves <input type="checkbox"/> Contrôler les acquis <input type="checkbox"/> Réviser <input type="checkbox"/> Autres	
Expérimenté par :		le :	durée d'utilisation :
Appréciation générale :			
<u>ASPECTS PÉDAGOGIQUES</u>			
1/ Quels sont les objectifs ?			
2/ Quel apport pour les élèves ?			
3/ Comment a-t-il été utilisé dans la progression du travail ?			

4/ Une fiche de travail a-t-elle été remplie pendant la séance ?	
5/ Y a-t-il eu mise en commun, synthèse, exploitation du travail effectué sur ordinateur ?	
6/ Évaluation des comportements et des connaissances :	
<u>ASPECTS TECHNIQUES</u>	
1/ Quelle est la fiabilité du logiciel ?	
2/ Les manipulations sont-elles simples, rapides... ?	
3/ Les messages affichés sont-ils clairs ?	
4/ Les réponses sont-elles corrigées ? Comment ?	
5/ Les erreurs sont-elles explicites ?	
6/ Y a-t-il une trace des réponses sur disquette ? Sur imprimante ?	
7/ Les données du logiciel sont-elles modifiables ?	
Autres matériels utilisés	Remarques et prolongements :
Règles, compas, etc <input type="checkbox"/> Rétroprojecteur <input type="checkbox"/> Diapositives <input type="checkbox"/> Magnétoscope <input type="checkbox"/> Calculatrices <input type="checkbox"/> Classeur-prise de notes <input type="checkbox"/> Imprimante <input type="checkbox"/> Autres (à préciser) <input type="checkbox"/>	

Premiers éléments d'analyse :

- Cette fiche contraste avec les grilles précédentes et ce n'est pas le fait du hasard s'il s'agit d'une fiche issue d'un travail réel avec des enseignants. On y retrouve un questionnement relativement "lâche" mais proche de tout type classique de description de situations. On se rapproche des modes de fonctionnement des enseignants.

Le questionnement est "lâche", les questions peu précises et de plus, contrairement aux grilles précédentes, le questionnement reste brut : il n'y a pas d'aide à la recherche des réponses. On peut penser que, soit on suppose que trouver des réponses va de soi, soit ce type de travail est fortement piloté par le formateur, et alors la grille ne prendrait son intérêt qu'en fonctionnement non autonome et avec apport du formateur.

- Parmi les documents recensés, c'est cependant la seule ayant une stratégie qui vise à donner à l'enseignant un moyen non seulement d'analyser un logiciel, mais aussi de préparer une séance EAO se basant sur cette analyse. En effet, un rôle central est donné à l'intégration dans l'enseignement, aux apports possibles pour les élèves, à l'exploitation, à la gestion..., on rentre dans le travail de l'enseignant et dans ce que peut lui apporter l'utilisation du logiciel.

Ce double fonctionnement, que doit avoir à notre avis un outil aidant à une meilleure utilisation de l'EAO, n'a figuré que d'une manière implicite dans la plupart des fiches que nous avons consultées, comme si un outil conçu pour l'analyse de logiciels constituait automatiquement un outil bien adapté d'aide à l'intégration de logiciels à l'enseignement.

- Cependant, vu le manque de précision des questions (par exemple, une question comme : "quel apport pour l'élève ?" peut renvoyer aussi bien à des apports au niveau du savoir à enseigner que de l'interactivité élève-tâche ou autre), on peut craindre que ce type de produit ne conduise qu'à des analyses relativement superficielles et ne constitue pas une aide réellement efficace à la préparation de situations d'enseignement.

**(d) Procédure d'appréciation d'un didacticiel (Favard & Fiszer, 91)**

Cette "procédure " est le résultat d'une "réflexion" menée lors d'un stage dit "lourd" au CFAPI (Centre de Formation aux Applications Pédagogiques de l'Informatique, Paris). Ses concepteurs la présentent comme "*un instrument très simple*". "*Non pas sous la forme d'un tableau à remplir, ni de cases à cocher. Mais sous forme d'un aide-mémoire, une sorte de vade-mecum indiquant, dans les grandes lignes, et selon un certain ordre, les principales questions qu'il semble souhaitable de se poser*". En effet, ils partent du principe que "*l'enseignant doit pouvoir émettre un jugement sur un didacticiel avant même de le faire utiliser par ses élèves, justement pour être*

*à même , en connaissance de cause, d'accepter ou de refuser cette utilisation par les apprenants; et, en cas de décision favorable, de voir comment le faire utiliser, à quel moment, dans quelles conditions".*

La procédure qu'ils proposent est donc destinée à aider l'enseignant dans cette tâche-là.

## PROCEDURE D'APPRECIATION D'UN DIDACTICIEL

### A - AVANT DE PRATIQUER LE DIDACTICIEL (d'après le titre et la documentation)

1. Contenu
    - domaine
    - thème(s)
  2. Population-cible
    - définition
    - caractérisation
  3. Orientations pédagogiques
    - objectifs explicites
    - type d'utilisation de l'ordinateur (calculs, simulations, ...)
    - rôle du didacticiel (formation initiale, ou révision, ...)
- > Ces orientations pédagogiques semblent-elles intéressantes ?
- > Est-on motivé pour pratiquer le didacticiel ?
4. Conditions matérielles
    - type de matériel nécessaire, sa spécification (ordinateur, périphériques, matériels annexes, etc.)
    - documents d'accompagnement
- > A-t-on la possibilité de pratiquer le didacticiel ?

### B - APRES AVOIR PRATIQUE LE DIDACTICIEL

1. Interface apprenant-machine
  - présentation (agencement, lisibilité, confort, ...)
  - prescriptions (clair, facilité d'exécution, ...)
  - contraintes de la communication avec la machine
- > La pratique du didacticiel est-elle agréable, aisée, ou contraignante, fastidieuse ?
2. Contenu du produit
  - caractérisation du contenu (exactitude, ou déformations, simplification excessive, etc.)
  - possibilité de modifier des données, des paramètres, des exemples, etc.
- > Le contenu semble-t-il vraiment adapté à la population-cible ?
3. Modalités pédagogiques
  - 3.1. Fonctionnement du produit
    - type de didacticiel, procédures pédagogiques (cours, questionnaire, ...)
    - structure du programme (linéaire, ramifiée, modulaire, ...)
    - entée et progression dans le programme (enchaînements automatiques, ou conditionnels, optionnels, ...)
    - ressources disponibles pour l'apprenant (possibilité d'appel à l'aide, de consultation de documentations, de retour en arrière, de sauvegarde, ...)
    - formulation des tentatives (clair, intelligibilité, épurer, ...)
    - reconnaissance et traitement des messages de l'apprenant
    - reconnaissance et traitement de différents types d'erreurs
  - 3.2. Erroirs/écarts
    - nature des enregistrements
    - traitement et exploitation des données enregistrées
- > Au cours de la pratique du didacticiel, l'interactivité est-elle satisfaisante ?

- 3.3. Conditions d'utilisation du didacticiel
  - connaissances et aptitudes pré-requis
  - modalités d'intégration dans l'enseignement (avant, ou après, un cours; rôle de l'enseignant; utilisation possible en libre-service; ...)

- 3.4. Travail de l'apprenant et déroulement du didacticiel
  - types d'activités stimulées par la pratique du didacticiel
  - personnalisation du cheminement; adaptation au niveau de connaissances et de compréhension de l'apprenant
  - procédures de vérification d'acquisition des objectifs
- > La nature des activités suscitées par le didacticiel est-elle adaptée à la population-cible ?
- > Quels sont, parmi les objectifs déclarés, ceux qui peuvent être effectivement atteints ?
- > Le didacticiel atteint-il d'autres objectifs ? A-t-il d'autres effets ? Et quelle est leur validité ?
- > Quel est l'intérêt de l'emploi de l'ordinateur (son apport, sa spécificité, ...) ?

#### 4. Conclusion

- > L'emploi de l'ordinateur apparaît-il justifié ?
- > Souhaiter-t-on utiliser le didacticiel dans l'enseignement ?
- Si oui, dans quelles conditions
- le didacticiel dans sa totalité ? en partie seulement ?
  - après un cours ? avant ? à la place d'un cours ?
  - en concomitance avec des cours, T.P., T.D. ?
  - en présence de l'enseignant ? en libre-service ?
- > Des modifications apparaissent-elles souhaitables, voire nécessaires (dans le didacticiel, dans la documentation) ?

Premiers éléments d'analyse :

- Notons tout d'abord la finesse du questionnement de cette procédure par rapport à celui de la fiche précédente (c). Comme le soulignent ses concepteurs : *"un élément de la procédure, tout en ne faisant l'objet que d'une simple mention, peut correspondre en fait à un ensemble de questions, nécessitant un examen minutieux et plus ou moins prolongé"*. Ils donnent à cela l'exemple suivant : *"Dans la partie B, la mention "reconnaissance et traitement des messages de l'apprenant" correspond en fait, à un ensemble de questions : "Comment, et dans quelle mesure, les messages de l'apprenant (qu'il s'agisse de réponses, de demandes, de requêtes, de commandes, d'appels d'aide, d'entrées de données, etc.) sont-ils reconnus, analysés et traités ? Des synonymes et/ou des équivalents sont-ils admis ? Est-il tenu compte, et dans quelles limites, d'approximations, de confusions et d'inexactitudes, orthographiques, sémantiques, syntaxiques, numériques ? etc."*

Autrement dit, comme le disent les concepteurs eux-mêmes *"chacune des rubriques de ce document, chaque phrase ou expression, se réfère, en fait, à une question, un thème de réflexion, un point qu'il convient d'examiner et auquel il s'agit d'apporter une réponse"*. Est-ce qu'alors un enseignant qui est extérieur à cette "réflexion" et auquel on n'a pas expliqué la stratégie sous-jacente est capable de suivre aisément cette procédure et d'en profiter dans son enseignement ?

On retrouve ici une fois de plus, si l'on excepte la fiche précédente (c) qui est plus proche de l'enseignant, le problème de l'accessibilité immédiate du questionnement proposé.

C'est pour cela que nous pensons qu'une rentabilité efficace de ce type de grille suppose des interventions extérieures. Elle peut être utilisée comme document pour la formation aux UPO et non comme document destiné à être diffusé "brut" dans les milieux enseignants.

- Comme les concepteurs le soulignent fort bien, l'accent, dans cette procédure, est mis sur des problèmes d'ordre pédagogique, et ceci aussi bien avant de "pratiquer le didacticiel" qu'après "l'avoir pratiqué". Elle se démarque par là, des autres grilles/fiches que nous avons consultées et où la part consacrée aux aspects techniques du logiciel est aussi importante sinon plus que celle consacrée à ses caractéristiques pédagogiques. De plus l'analyse ne s'y situe pas uniquement au niveau descriptif comme par exemple dans les deux premières grilles (a & b), ici on demande à l'utilisateur de conclure systématiquement en prenant parti.

Malgré cette richesse du questionnement, la dimension didactique d'analyse par rapport à un contenu précis est inexistante. La part consacrée au contenu à travers la rubrique "Contenu du produit" est même très réduite, voire pauvre.

(e) Fiche d'identification de didacticiel (ADI, 86)

Cette fiche est présentée sous forme d'une série de questions regroupées essentiellement en trois parties : Identification, Aspects techniques & Caractéristiques pédagogiques.

Nous l'avons extraite de l'Annexe II (Quelques grilles d'analyse de logiciels) de la thèse de F.Tréhard (déjà citée), où elle est donnée sans référence.



Premiers éléments d'analyse :

- La remarque essentielle qu'on pourrait faire à propos de cette fiche est le mélange marquant (une sorte de patchwork) entre potentialités pédagogiques et aspects techniques. Par exemple dans la partie "caractéristiques pédagogiques", on voit une question sur "la qualité de présentation" placée entre une autre sur "le degré d'interactivité" et une troisième sur "la place dans le cursus".
- La plus grande partie de cette fiche est dirigée vers l'étude des caractéristiques liées à "la forme" du logiciel, on s'occupe peu de son contenu. Par exemple, le critère "degré moyen d'interaction par page-écran" montre à la fois l'attention à des critères très formels alors que d'autres qui semblent essentiels (la forme et le contenu de ces interactions) manquent.

(f) Fiche critique de logiciel (Groupe informatique, IREM de Poitiers, 89)

Cette fiche est donnée dans une brochure de l'IREM de Poitiers intitulée : Guide des logiciels de mathématiques au collège. Comme son titre l'indique, cette brochure met à la disposition de l'enseignant un ensemble de "fiches critiques" de logiciels exploitables dans l'enseignement des mathématiques au collège.

Les concepteurs de cette fiche font l'hypothèse suivante : *"La première condition pour réussir une séance d'EAO est le choix du logiciel. Il faudrait donc avoir une vision globale des logiciels qui existent sur les sujets que l'on souhaite traiter, ceux qui sont vraiment bons, ceux qui n'offrent aucun intérêt, ..."*. Cette fiche est donc conçue pour choisir un logiciel.

Elle peut donc servir à classer des logiciels par thème, par niveau, par type, etc... Elle permet à l'enseignant de faire des fiches d'identification et de "critique" des logiciels qui sont à sa disposition. La classification/critique qu'il est amené à faire de ces logiciels est censée lui permettre de choisir ceux qui sont les plus adaptés à son enseignement.

Le lecteur trouvera en annexe (Annexe Grilles/Fiches) une fiche remplie concernant le logiciel : Symétrie orthogonale (IREM de Toulouse, 1988).

## FICHE CRITIQUE DE LOGICIEL

Collection	Editeur	Prix	Année
Version: DNR <input type="checkbox"/>	PC <input type="checkbox"/>	TO7 <input type="checkbox"/>	MOS-6 <input type="checkbox"/>
DNR Mixte <input type="checkbox"/>	TO8 <input type="checkbox"/>	Langage	
Niveau	Type	Ocm <input type="checkbox"/>	Imagiciel <input type="checkbox"/>
		Exercices <input type="checkbox"/>	Cours <input type="checkbox"/>
Outil <input type="checkbox"/>			
Autre <input type="checkbox"/>			
Thème			

## DESCRIPTIF

--

## UTILISATION

Place dans le cours	
Périphériques	Possibilités d'adaptation
Durée	Evaluation des résultats

## OBSERVATIONS

Points forts	Points faibles

Facilité d'utilisation		Fiabilité	
Intérêt PEDAGOGIQUE		Contenu et respect des programmes	
NOTRE AVIS			
.....			
.....			

(Echelle d'appréciation de + à +++++)

### Premiers éléments d'analyse :

- En ce qui concerne la structure de la fiche, nous remarquons qu'il y a un mélange entre les caractéristiques concernant la "forme" du logiciel (périphériques, facilité d'utilisation, fiabilité...) et celles concernant le "fond pédagogique" (place "dans le cours", intérêt pédagogique,...).

- En ce qui concerne le contenu de la fiche, nous pensons que cette fiche permet une première approche des logiciels en vue d'un classement a priori. Cependant, nous ne pensons pas que les critères qui y figurent soient opérationnels pour faire un choix éclairé parmi les logiciels ainsi classés. En effet, il nous semble difficile de juger de l'intérêt pédagogique d'un logiciel (sur une échelle d'appréciation) après en avoir uniquement fait et de façon sommaire : un descriptif, une analyse vague d'utilisation, et une critique (sous forme de "points forts, points faibles").

C'est une fiche particulièrement sommaire que l'on pourrait qualifier de fiche aide-mémoire.

### III- ANALYSE GLOBALE ET SYNTHÈSE

En reprenant les analyses locales des différentes grilles/fiches nous remarquons deux points non indépendants de convergence. Nous présentons ci-après ces convergences tout en tenant compte du fait que ces grilles/fiches (marquées historiquement) ont été explicitement ou implicitement construites pour évaluer des logiciels fermés ou semi-ouverts<sup>2</sup>, ce qui favorisait l'illusion de transparence de ces logiciels au niveau conceptuel.

1) L'évaluation proposée dans les différentes grilles/fiches, s'articule généralement autour de deux dimensions : les aspects techniques et les aspects pédagogiques.

La part consacrée à chacune de ces deux dimensions n'est pas la même dans un seul produit et varie d'un produit à l'autre. Par exemple, dans la grille (b), ces parts sont à peu près égales, alors que dans la procédure (d), le pédagogique l'emporte largement sur le technique. Sans oublier que le degré de détail dans le traitement des questions ainsi que les aides aux réponses varient sensiblement, par exemple, entre les grilles (a), (b) & (d) et les fiches (c), (e) & (f).

Nous nous intéressons ici, compte tenu de notre problématique de recherche, à la dimension pédagogique. Nous remarquons que l'analyse/évaluation pédagogique proposée se présente comme une sorte d'analyse généraliste. Cette analyse permet d'aborder certaines questions relatives au contenu du logiciel, au degré d'activité et d'initiative de l'élève, à l'analyse des réponses, à

---

<sup>2</sup>Nous reviendrons sur cette classification des logiciels (fermés, semi-ouverts & ouverts) dans le Chapitre 3, partie A.

l'intégration dans l'enseignement (moments, forme,...), à la possibilité donnée à l'enseignant de choisir certaines variables (par exemple, niveau de difficultés), etc... Mais ces questionnements restent finalement assez superficiels, des logiciels présentant des caractéristiques analogues pourraient a priori avoir des intérêts sensiblement différents pour l'apprentissage.

L'évaluation du niveau pédagogique est partielle et, même si elle est très détaillée dans certaines grilles comme la (b), la question de la pertinence du contenu, de ce que peut apprendre l'élève et à quelles conditions, n'est jamais posée clairement. Par exemple beaucoup de fiches cherchent à repérer s'il y a prise en compte des erreurs et comment elles sont traitées, peu posent la question de la pertinence (au niveau disciplinaire) des traitements éventuellement proposés.

Donc le grand absent dans ces fiches/grilles est le contenu disciplinaire. Même si on peut y toucher à travers les questions sur les "objectifs du logiciel" et "l'interactivité élève-machine" qui reviennent systématiquement dans tous les produits, on reste à un niveau où ni la nature du savoir, ni la définition de la tâche ni la situation didactique en général ne sont questionnés.

2) Tout au long de l'étude des grilles/fiches précédentes, nous remarquons que les critères d'évaluation ou d'analyse d'un logiciel interrogent essentiellement sur : les aspects techniques du logiciel, les modes de communication ainsi que l'interactivité élève-machine et les qualités ou options pédagogiques en général.

Nous nous demandons alors si les modes d'analyse des logiciels qui y sont proposés peuvent être suffisants pour une intégration réussie de ces logiciels dans l'enseignement. Autrement dit, est-ce que les auteurs des fiches voient une implication évidente entre "savoir évaluer un logiciel" et "savoir l'utiliser dans son enseignement" ? Et est-ce là une confusion entre le but effectif de leurs productions et les résultats qu'ils espèrent en tirer sur le plan de l'enseignement ?

Nous pensons qu'analyse/évaluation et intégration ne sont pas des problèmes isomorphes et que, même si l'intégration suppose analyse, elle ne se réduit pas aux analyses proposées ici, même complétées. La dimension intégration, à notre avis, suppose un questionnement spécifique, centré sur l'étude du contenu disciplinaire ainsi que sur la prévision de situations d'enseignement.

Cependant, pour expliquer ce phénomène marquant dans les grilles/fiches étudiées nous avançons deux hypothèses :

a) Ces fiches regroupent les principaux critères nécessaires à un enseignant pour évaluer a priori un logiciel : "Comment est ce logiciel ?" "Comment, quand, et avec qui puis-je m'en servir ?".

Tout se passe comme si, une fois le logiciel évalué, on estimait que l'enseignant (s'il l'accepte) a déjà une idée de situations d'enseignement où ce logiciel puisse être utilisé efficacement. Il ferait alors une préparation succincte et se garderait la possibilité de faire son pilotage de classe en temps réel, conformément à la pratique pédagogique usuelle. L'obliger à faire une préparation guidée et détaillée serait donc plus artificiel que naturel. Autrement dit, tout se passe comme si on se basait

sur la conviction plus ou moins explicite que les analyses existantes sont suffisantes et qu'aller plus loin empièterait sur la nécessaire liberté de l'enseignant, ou comme si l'on estimait que, même s'il y a un travail supplémentaire non négligeable à faire, l'enseignant, après avoir utilisé ces produits, est suffisamment armé pour le faire.

Nous ne pouvons pas nous empêcher de nous demander ici s'il est plausible de déléguer, sans préparation spécifique, la conception et la gestion d'une situation EAO (présentant un intérêt didactique) à l'expertise usuelle de l'enseignant. Surtout que ces dernières années, les points de vue des chercheurs dans le domaine semblent converger vers la reconnaissance de "la non-transparence" des environnements d'enseignement utilisant la technologie informatique (*cf. par exemple (Artigue, 91)*).

b) Les concepteurs de ces fiches seraient conscients de l'absence dans leurs productions de la dimension : "possibilités de préparation de séances utilisant le logiciel". Ils ont parfois essayé de remédier à cela par des questions telles que : "type d'activités proposées par le logiciel : recherche, découverte, approfondissement, contrôle...". En supposant que l'évaluation de logiciels va encourager l'enseignant à les utiliser, ils espèrent que leurs fiches seront par là des outils pour l'enseignement ou la formation.

L'obstacle essentiel pour ces concepteurs serait plutôt qu'aller plus loin dans l'évaluation (au-delà de vagues classifications en types d'activité, d'usage...) suppose :

- L'abandon de l'ambition généraliste (n'oublions pas que les formations à l'outil informatique ont été au départ des formations pluridisciplinaires). Ceci pose le problème d'un découpage cohérent dans le type de grilles/fiches (par type de situations ou par type de concepts), ce qui compliquera la production de tels outils et entraînera nécessairement une certaine insatisfaction.

- Avoir les moyens d'introduire de façon raisonnable une interrogation sur les contenus, ce qui implique une sortie nécessaire du registre pédagogique et une entrée dans le registre didactique où les compétences sont encore peu partagées. La réflexion didactique ne fait pas encore partie de la culture de l'enseignant ou du formateur.

Sans oublier que certaines de ces grilles/fiches ont été conçues, comme nous l'avons dit plus haut, pour évaluer des logiciels "fermés" ou "semi-ouverts" à contenu explicite (en général donné par le titre du logiciel). Tout se passe alors comme si l'énoncé de l'objet d'enseignement décrivait également les façons dont le contenu mathématique peut être "manipulé" à travers le logiciel. D'où l'absence de l'analyse du contenu dans les fiches.

Pour qualifier l'évaluation et l'analyse disponibles dans les fiches que nous avons consultées, nous introduisons la notion "d'analyse externe d'un logiciel". Une telle analyse regroupe essentiellement:

- les caractéristiques techniques et ergonomiques du logiciel,
- les caractéristiques "pédagogiques" (par opposition au technique) qui regroupent toutes les premières approches d'un logiciel en vue de son utilisation dans l'enseignement, tout en restant à un niveau général sans prise en compte spécifique des contenus disciplinaires en jeu.

Comme complément à l'analyse externe nous introduisons la notion "d'analyse interne d'un logiciel". Cette analyse, de type didactique, a pour objet d'analyser le contenu mathématique du logiciel ainsi que les possibilités de conception et de réalisation de situations d'enseignement (à intérêt didactique) intégrant ce logiciel.

Evidemment, comme nous l'avons expliqué plus haut, une telle analyse ne devient possible que si l'on abandonne une ambition généraliste pour se limiter à un domaine mathématique précis. C'est ce que nous avons fait dans la suite de notre recherche en choisissant le thème de la symétrie orthogonale au collège.

**PARTIE A**  
**CHAPITRE 2**  
**SYNTHESE DE TRAVAUX DE RECHERCHE PORTANT SUR**  
**L'ENSEIGNEMENT DE LA SYMETRIE ORTHOGONALE**

**I- LA SYMETRIE ORTHOGONALE DANS LES PROGRAMMES ACTUELS DE COLLEGE**

Dans les programmes et instructions officielles de la réforme 1985 (dont sont extraites les citations qui suivent) concernant la classe de sixième, la symétrie orthogonale trouve sa place sous la rubrique "Travaux géométriques" (pour plus de détails, voir "annexe programmes") :

*" Dans le plan, transformation de figures par symétrie orthogonale par rapport à une droite, en exploitant des problèmes nécessitant des manipulations, des dessins et des mesures :*

*Construction de l'image : d'un point, d'une figure simple.*

*Mise en évidence de la conservation des distances, de l'alignement, des angles et des aires.*

*Exemples d'utilisation de ces propriétés.*

*Construction d'axes de symétrie (médiatrice, bissectrice...) "*

Les objectifs des programmes sont tels qu'à l'issue de la Sixième l'élève doit être capable de :

1. construire le symétrique d'une figure "simple", 2. reconnaître si deux figures "simples" se correspondent ou non par symétrie, 3. savoir et utiliser (dans des cas restreints de figures classiques) quelques propriétés de la symétrie.

*"Mais en aucun cas l'enseignant ne doit être tenté par des présentations trop formelles faisant penser à un début d'axiomatique".*

Le plan général d'enseignement de la symétrie orthogonale dans les programmes actuels se présente en fait en quatre étapes essentielles :

1- Approche générale de la symétrie à travers des situations d'observation de figures présentant un ou plusieurs axes de symétrie ou de production de symétriques de figures par des procédés tels que pliage, utilisation de calques, etc...

2- Découverte puis mise en oeuvre d'algorithmes de construction avec les instruments de dessin tout en gardant les procédés précédents (voir. 1) comme moyens de vérification.

3- Mise en évidence et institutionnalisation des propriétés de la symétrie, avec introduction du langage mathématique associé.

4- Exploitation dans des tâches de constructions et d'étude de configurations.

Les savoir-faire demandés aux élèves se résument en :

- 1- Etant donné une figure, construire sa figure symétrique par rapport à un axe donné (médiatrice des segments de rappel).
- 2- Etant donné une figure, retrouver le ou les axes de symétrie s'ils existent.
- 3- Utiliser les propriétés de la symétrie pour construire : un triangle isocèle, un losange, un carré, un rectangle.

Remarquons que l'exploitation des propriétés de la symétrie dans des raisonnements n'est pas un objectif de l'enseignement à ce niveau (ce le sera en revanche au niveau du lycée). Les exercices les plus délicats sont des constructions sous contraintes (*cf. par exemple : APMEP évaluation fin de sixième*).

## II- ETUDES TRAITANT DE L'ENSEIGNEMENT DE LA SYMETRIE ORTHOGONALE AU COLLEGE

La notion de symétrie orthogonale est liée à la connaissance du monde. Avant de la rencontrer comme concept mathématique, l'élève en a une connaissance culturelle à travers des objets symétriques qu'il côtoie quotidiennement. Quand, dans une situation d'enseignement, la représentation familière se trouve associée à un concept mathématique, souvent une fusion partielle a lieu entre les deux, ce qui permet à l'élève de donner du sens au concept introduit. Cependant, une incompatibilité pourrait s'instaurer entre les acquisitions dont la base perceptive est dominante et liée à la symétrie corporelle droite-gauche, et les conceptions en formation à propos de la notion mathématique étudiée.

Pour bien comprendre cette interaction entre le concept culturel ainsi que le souvenir de l'enseignement de la symétrie véhiculé par l'enseignement à l'école primaire et le concept mathématique tel qu'il apparaît dans l'enseignement au collège puis au lycée, pour dégager les traits généraux de l'enseignement de la symétrie orthogonale au collège, nous avons choisi d'utiliser les résultats de recherches déjà faites dans ce domaine.

Dans un premier temps, nous nous sommes livrée à une consultation systématique des publications concernant la symétrie orthogonale en tant qu'objet d'enseignement. Nous avons choisi délibérément de nous centrer sur les publications françaises pour ne pas introduire une question supplémentaire, celle de la place de la symétrie dans les curriculums et les programmes des autres pays. Le nombre élevé de publications existantes, même en se limitant à des publications françaises, les références faites aux travaux étrangers existant dans ce domaine dans plusieurs d'entre elles, nous ont semblé légitimer ce choix.

Nous avons classé ces publications en deux grandes catégories :

1. Les travaux de conception et de réalisation de scénarios d'enseignement de la symétrie orthogonale. Ceux-là sont présentés sous forme de descriptions souvent détaillées des démarches conçues, suivies d'analyses de "finesse didactique" variable des productions et réactions des élèves lors d'expérimentations effectives en situations de classe. On peut consulter de tels travaux dans les publications de plusieurs IREMs aussi bien que dans le "Suivi scientifique, nouveaux programmes de sixième" (*Bulletin Inter-IREM*, 87).

2. Les travaux de recherches en didactique allant des études générales portant sur l'enseignement des transformations géométriques, à celles centrées sur l'enseignement de la symétrie orthogonale au collège (diagnostics et/ou ingénieries). Nous nous référerons ici plus particulièrement à deux d'entre eux :

a- La recherche de D. Grenier (*Grenier*, 88) ayant pour objectif l'étude du fonctionnement d'un processus d'enseignement de la symétrie orthogonale pour des élèves de sixième construit dans le cadre de la théorie des situations didactiques (développée par G. Brousseau).

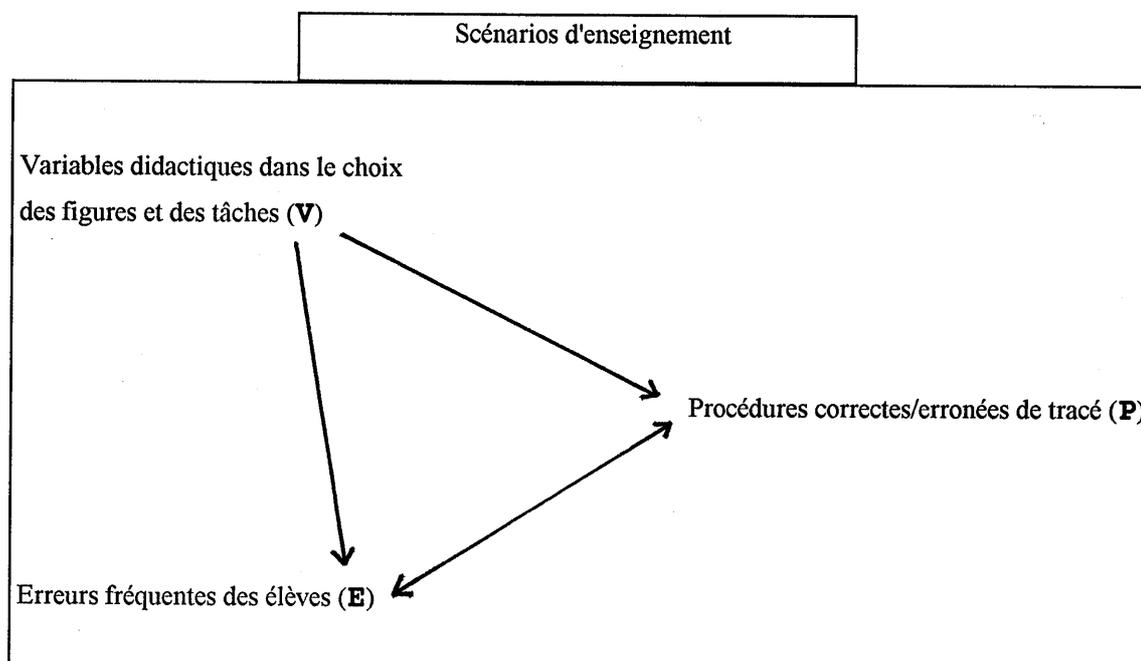
b- La recherche d'E. Gallou (*Gallou*, 85) portant sur la réalisation de séquences d'apprentissage de la symétrie orthogonale pour la classe de sixième en langage LOGO sur micro-ordinateur. L'objectif principal de la recherche est d'étudier l'effet d'un enseignement de cette notion axé autour de la propriété de conservation des angles (en mesure mais pas en orientation). A l'époque ce travail sur la symétrie orthogonale était l'un des rares à avoir une dimension informatique (actuellement on peut également se référer à d'autres travaux, notamment ceux menés dans l'environnement Cabri-Géomètre (*cf. par exemple (Bellemain & Capponi*, 92))).

Un article plus général de C. Laborde (*Laborde*, 88) qui dresse un panorama des problèmes posés par l'enseignement de la géométrie au collège, nous a aussi été d'une grande utilité. Sans oublier évidemment les résultats de notre travail de DEA (*Abboud*, 87).

Notre objectif n'est pas de décrire ces travaux mais de présenter de façon synthétique les principales informations et résultats didactiques qu'ils ont permis d'obtenir, et de pointer les éléments qu'il nous semble nécessaire d'intégrer à une analyse didactique de logiciels portant sur la symétrie orthogonale. Cette présentation nous conduit normalement à détacher, au moins partiellement, ces informations et résultats de leurs contextes de production et de formulation.

Pour nous aider dans cette synthèse, nous avons conçu le modèle suivant de collecte d'informations:

**Schéma de collecte d'informations issues des travaux sur l'enseignement de la symétrie  
orthogonale**



**Éléments du schéma :**

\* Cadre : scénarios d'enseignement.

\* Sommets :

- variables didactiques des figures et des tâches (V),
- procédures de tracé correctes ou fausses, susceptibles d'être utilisées par les élèves (P),
- erreurs fréquentes chez les élèves, parfois liées à des conceptions erronées (E).

\* Relations :

- influence des variables sur les procédures (V--->P),
- influence des variables sur l'émergence des erreurs (V--->E),
- procédures fausses qui révèlent des conceptions erronées (P--->E),
- conceptions erronées entraînant des procédures fausses (E--->P).

Les activités relatives à la symétrie orthogonale proposées aux élèves en Sixième étant principalement des activités de construction de symétries de figures et d'axes de symétrie, nous nous focalisons sur la dimension "figure, tracé, construction", aussi bien pour le sommet "V" que pour le sommet "P", pour analyser les résultats des travaux étudiés.

En élaborant ce schéma, nous avons respecté la tendance des recherches didactiques consultées à établir un diagnostic des conceptions des élèves et à étudier la persistance de certaines conceptions erronées après l'enseignement. Ces conceptions sont souvent repérées à travers les procédures de tracé utilisées par les élèves, procédures influencées par les variables des figures et des tâches proposées.

D'autre part, le choix des éléments de ce schéma est en rapport direct avec le but de cette étape de la recherche, à savoir : répertorier des "caractéristiques" des rapports enseignement/apprentissage dans l'enseignement de la symétrie orthogonale qui vont servir dans l'analyse conceptuelle des logiciels recensés. Or, pour faire cette analyse, nous prévoyons d'emprunter certains outils que les "ingénieurs didacticiens"<sup>1</sup> utilisent pour l'analyse a priori de situations d'enseignement. Le schéma précédent nous semble s'inscrire dans cette problématique didactique.

Nous donnons, dans les paragraphes suivants, les informations concernant chaque élément du schéma, recensées, analysées et présentées sous forme synthétique (listes), cette présentation étant destinée à faciliter leur utilisation dans la prochaine étape de la recherche : l'analyse des logiciels.

### III- CARACTERISTIQUES DE L'ENSEIGNEMENT DE LA SYMETRIE ORTHOGONALE

#### III.1 Scénarios possibles d'enseignement :

On peut considérer qu'il existe une sorte de scénario générique respectant l'esprit du programme actuel. Ce scénario est conçu, à quelques détails près, de la manière suivante :

1) Situations d'approche de la symétrie orthogonale : manipulations simples de figures symétriques avec des dispositifs expérimentaux : pliage, calque, symétriseur (*Gras, 83*), effet miroir, etc...

---

<sup>1</sup>Didacticiens concepteurs d'ingénieries didactiques

P. Tavignot (*Tavignot, 93*) dont la thèse porte justement sur l'analyse, dans le cadre théorique de la transposition didactique, de l'élaboration et de la mise en place des nouveaux programmes du collège relatifs à la symétrie orthogonale, montre qu'en fait cette première phase s'organise, dans les manuels de sixième, suivant deux "approches stratégiques" distinctes :

- l'introduction de la symétrie orthogonale à partir du symétrique d'un point ou d'une figure autour d'une droite,

- l'introduction de la symétrie orthogonale à partir de l'axe de symétrie d'une figure.

2) Exploitation des situations précédentes au niveau de la construction de symétriques, pour trouver "comment construire le symétrique d'une figure" sans avoir recours aux procédés expérimentaux (sauf parfois pour vérifier les constructions). Introduction du vocabulaire correspondant.

3) Production de symétriques de figures variées (à complexité évolutive).

4) Mise en évidence progressive des propriétés de la symétrie à travers l'observation des productions précédentes.

5) Institutionnalisation des savoirs : algorithme de construction (en cherchant les images d'un minimum de points), propriétés de conservation (alignement, parallélisme, milieu, angles, orthogonalité, longueurs, aires).

6) Investissement des savoirs précédents dans l'identification d'axes de symétrie dans des figures en présentant un ou plusieurs.

On trouve également dans la littérature existante, deux variantes de la première phase, conçues dans le but d'éviter le renforcement de conceptions erronées chez les élèves :

1.a) Les activités expérimentales usuellement utilisées pour introduire la symétrie orthogonale peuvent en effet renforcer une conception "d'hétérogénéité du plan" : "*La symétrie opère seulement sur ce qui est tracé tandis que le plan qui les contient reste indifférent à la transformation, c'est un réceptacle neutre de figures.*" (*Bautier, 86*). Pour remédier à cela, T. Bautier propose de désigner la symétrie autrement que par son axe, en utilisant par exemple dans cette première phase, un matériel de feuilles calques et en donnant des figures où l'axe de symétrie n'est pas tracé puis en demandant aux élèves de le construire "*c'est à dire lui donner un sens*".

1.b) Les premières transformations rencontrées par les élèves, à l'école élémentaire puis au collège sont des isométries du plan. Elles ne transforment pas les figures et se bornent en fait à les déplacer dans le plan, après éventuellement un retournement. Ceci tend à créer et renforcer chez les élèves la conviction que, dans une transformation géométrique, une figure doit rester identique à elle-même. Les isométries et leurs invariants ont ainsi du mal à prendre réellement sens. Pour pallier ces difficultés, F. Marchivie (*Marchivie, 86*) par exemple, propose dans une

première phase de construire la notion d'isométrie en mettant les élèves en contact avec des transformations non isométriques : "On mettra les élèves face à des transformations variées. (...) Production de transformés de figures par des procédés divers et pour diverses transformations : isométries, non isométries, affines, non affines." L'étape suivante consistera à caractériser la symétrie orthogonale parmi les autres transformations. On retrouve une démarche similaire par exemple dans les publications de l'IREM de Paris Nord.

### III.2 Variables (V) des tâches et des figures :

La notion de variable didactique intervient lors de l'étude des situations didactiques (notamment dans leurs analyses a priori) : il s'agit d'un élément de la situation sur lequel l'enseignant peut jouer et qui va modifier les rapports des élèves avec les notions en jeu. C'est une variable dont la modification de valeur "provoque des adaptations, des régulations, des apprentissages et, dans le cas de la recherche de la solution d'un problème, des changements de stratégie" (Brousseau, 81).

En ce qui concerne la symétrie orthogonale, les travaux de recherche que nous avons consultés mettent en évidence des variables relatives aux figures et aux supports graphiques, qui entraînent des changements dans les stratégies de réponses des élèves et qui ont des incidences sur leurs conceptions. Des variables relatives à d'autres caractéristiques des situations ont été également mises en évidence, par exemple : les contraintes liées au matériel permis : instruments de tracé, commandes permises sur micro-ordinateur...

Parmi ces variables, nous avons choisi celles qui nous ont semblé les plus pertinentes pour notre objet de recherche. Nous en donnons ci-après une liste classée accompagnée éventuellement de brefs commentaires. Des explications concernant l'impact de leurs variations sur les procédures et les conceptions des élèves seront détaillées dans les deux paragraphes qui suivent.

#### V1 : Variables liées au support graphique :

V1a : forme (rectangulaire ou non),

V1b : fond (quadrillé ou non quadrillé),

V1c : rigidité (permettant ou non le pliage).

A noter que pour un écran d'ordinateur (rigide rectangulaire) les variables V1a et V1c sont nécessairement fixées alors que V1b peut ne pas l'être.

#### V2 : Variables liées à la figure donnée :

V2a : natures des objets géométriques dessinés (points, segments, courbes...),

**V2b** : complexité des figures (nombre et chevauchement éventuel des figures élémentaires les composant),

**V2c** : direction des segments éventuels composant la figure (verticale, horizontale, oblique).

**V3** : Direction de l'axe de symétrie sur le support graphique ( feuille, écran) : verticale, horizontale, oblique.

**V4** : Positons relatives de la figure objet et de l'axe de symétrie :

**V4a** : intersection : figure objet - axe de symétrie (se superposent, se coupent, ne se coupent pas).

Si la figure objet comporte des segments, deux autres variables s'imposent :

**V4b** : parallélisme : segments - axe de symétrie,

**V4c** : valeur de l'angle (aigu non orienté) : segment - axe de symétrie.

### **III.3 Procédures (P) de construction de figures symétriques :**

Les travaux sur la symétrie orthogonale mettent en avant les procédures de construction de symétriques les plus répandues chez les élèves. La validité de ces procédures dépend des valeurs données aux variables des figures et de la tâche. Fausses ou correctes, ces procédures peuvent être séparées en trois grandes catégories : globales, semi-globales et ponctuelles.

**PG** : Les procédures globales :

Elles sont associées à une approche perceptive globale de la figure objet : pliage, calque, "au jugé"... Ces procédures, déjà préconisées par les programmes à l'école élémentaire, sont favorisées dans la première phase (phase d'approche) du scénario générique d'enseignement, pour être interdites aux élèves dans les phases ultérieures. Cependant elles émergent chaque fois que l'élève doute de sa construction (vérification), ou que la figure origine présente pour lui des "ambiguïtés" (anticipation).

A noter que pliage et calque ne sont pas possibles dans un environnement informatique (écran non pliable). Alors qu'une procédure "par tâtonnement" est plus favorisée dans un tel environnement que dans un environnement papier-crayon, puisque l'opération "essayer-effacer" y est le plus souvent moins coûteuse (sauf quand les essais sont pénalisés).

Au fur et à mesure de l'avancement de l'apprentissage, les procédures globales cèdent la place à d'autres associées à une approche analytique : la figure objet est décomposée en points à

symétriser. Pour que ces procédures donnent des réponses exactes, il faut que l'élève soit capable de répondre à deux questions :

\*Quels sont les points remarquables qu'il suffirait de symétriser pour construire la figure image ?  
La réponse à cette question dépend en premier lieu des variables "nature et complexité de la figure objet" (V2a et V2b) : repérer les points remarquables d'une figure si elle est formée de segments juxtaposés est beaucoup plus aisé pour l'élève que si elle est formée de droites (*citation d'élève: "sur une droite il n'y a pas de points !"*). Les difficultés des élèves ne sont pas en effet relatives uniquement à la transformation "symétrie orthogonale", mais aussi à la conception des objets sur lesquels elle opère.

\*Comment symétriser un point ?

Les travaux menés ont sur ce point : tracé du symétrique d'un point, mis en évidence l'existence chez les élèves de trois principaux procédés de symétrisation d'un point (si l'on exclut bien sûr les procédés purement perceptifs):

Le procédé de la médiatrice (PM) :

Il consiste à utiliser le fait que l'axe de symétrie est perpendiculaire au segment [point objet, point image] et passe par son milieu. C'est le procédé visé par l'enseignement, il aboutit à une réponse correcte quelles que soient les valeurs données aux différentes variables.

Le procédé de rappel horizontal (resp. vertical) (PRH resp. PRV) :

Il consiste à placer le point image sur une même horizontale (resp. verticale) que le point objet, le milieu du segment les joignant se trouvant sur l'axe. Ces procédés aboutissent à une réponse exacte uniquement si l'axe est vertical pour PRH (resp. horizontal pour PRV). Mais ils continuent à être utilisés par certains élèves lorsqu'ils ne sont plus valides, c'est-à-dire si la valeur de la variable direction de l'axe (V3) devient : "oblique", en particulier dans le cas d'un papier quadrillé (V1b), le comptage de carreaux -horizontalement ou verticalement - ayant alors tendance à être la procédure majoritaire. Une des raisons de la persistance de l'utilisation de ces procédés est sans aucun doute la fréquence dans l'enseignement de cas de figures particulières où ces procédés de rappel peuvent aboutir à une réponse correcte.

En ce qui concerne l'image non plus d'un seul point mais d'une figure, les travaux ont mis en évidence l'existence de deux types principaux de procédures non uniquement perceptives :

PSG : Les procédures semi-globales :

Elles consistent à déterminer l'image d'un des points remarquables de la figure par l'un des trois procédés (PM, PRH, PRV) puis, à partir du point symétrique, à tracer la figure image dans une orientation choisie. Nature et grandeurs de la figure objet sont en général conservées

En effet, ces procédures révèlent la mise en oeuvre de la connaissance en acte : "la figure image est la même, il faut juste déterminer où la placer". Pour cela, un point suffit avec un contrôle perceptif des rapports entre la figure objet et la figure image à construire.

Ce type de procédures apparaît surtout quand la figure à symétriser est un dessin figuratif.

Quand la figure à symétriser est un segment, deux procédures erronées sont fréquemment rencontrées : soit terminer le tracé du symétrique en traçant la parallèle au segment objet : procédure de glissement par parallélisme, soit en conservant son support : procédure de rappel par prolongement. L'utilisation de l'une ou l'autre de ces deux procédures dépend fortement en général de la valeur donnée à l'angle segment-axe (V4c) :

- si cet angle est supérieur à  $30^\circ$ , le prolongement est favorisé,
- si cet angle est inférieur à  $30^\circ$ , c'est le parallélisme.

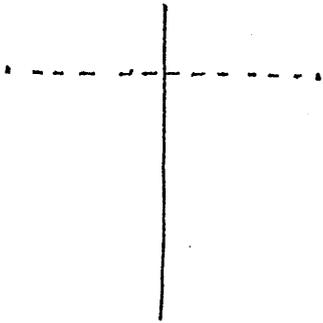
Soulignons aussi que ces procédures sont moins tentantes si elles donnent lieu à des aberrations perceptives : ce sera le cas par exemple si un segment ne coupant pas l'axe de symétrie a pour image, par un de ces procédés, un segment coupant l'axe de symétrie.

**PP : La procédure ponctuelle :**

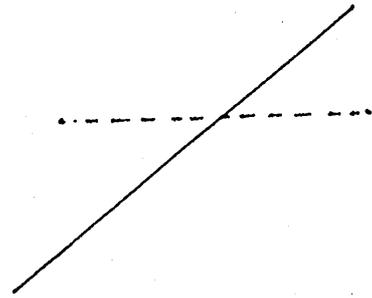
Elle consiste à symétriser tous les points remarquables de la figure objet par l'un des procédés PM, PRH ou PRV puis à relier les points symétriques pour former la figure image. La validité de cette procédure dépend évidemment de la validité du procédé utilisé pour symétriser les points.

Les procédures énoncées dominantes sont présentées ci-après :

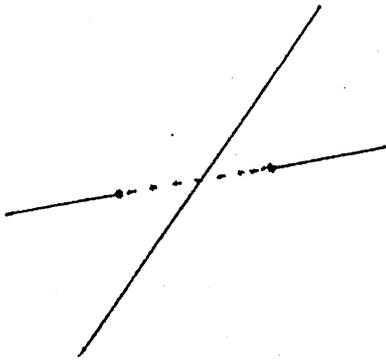
Procédures erronées susceptibles d'être utilisées par les élèves pour symétriser une figure



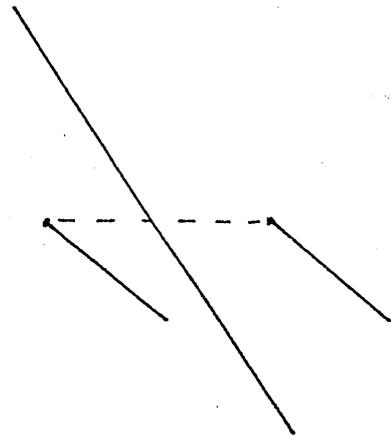
Procédé de rappel horizontal (PRH),  
réponse juste car l'axe est vertical,  
se confond avec un Procédé de la médiatrice (PM)



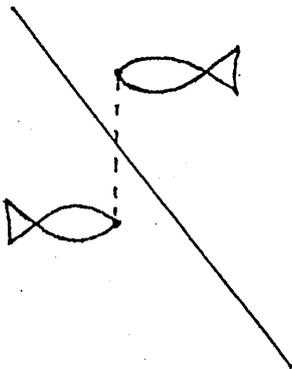
Procédé de rappel horizontal (PRH),  
réponse fautive car l'axe est oblique.



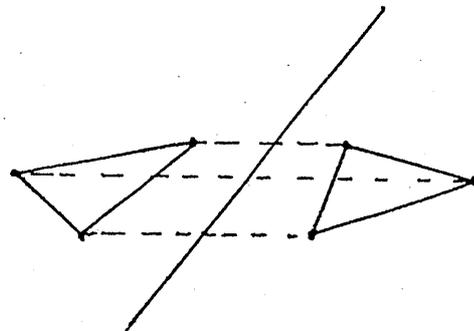
Procédure de rappel par prolongement,  
le milieu d'une extrémité et de son image est sur  
l'axe, le segment glisse alors sur son support.



Procédure de glissement par parallélisme,  
PRH pour symétriser une extrémité, le segment  
image est parallèle au segment objet et de même longueur



Procédure semi-globale,  
un point du dessin est symétriser par PRV,  
dessin objet et dessin image sont de part et d'autre  
de l'axe, et ont la même direction dans la feuille



Procédure ponctuelle,  
procédé PRH pour symétriser des points,  
réponse fautive car l'axe est oblique,  
conservation de la nature de la figure et non  
des grandeurs associées.

Remarquons enfin que, dans la majorité des procédures erronées, la propriété d'orthogonalité de la symétrie "orthogonale" est absente, alors que celle du milieu est toujours mise en oeuvre. Denise Grenier souligne ce fait dans les conclusions de sa thèse (Grenier, 88) : *"La propriété du milieu est disponible chez les élèves avant tout enseignement et mise en oeuvre quelle que soit la situation. Elle constitue un obstacle au sens de Brousseau dans la mesure où elle empêche ou remplace la mise en oeuvre des autres propriétés, en particulier celle de l'orthogonalité."* Pour plus de détails sur ce type d'"obstacle" il faut à présent nous tourner du côté des conceptions erronées des élèves.

#### III.4 Erreurs (E) d'élèves et conceptions erronées qui y sont liées :

Quand nous avons commencé à nous intéresser aux résultats concernant les erreurs les plus fréquentes chez les élèves au cours de l'enseignement de la symétrie orthogonale, nous avons rencontré massivement dans les publications les termes "conception" et "théorème-en-acte". Nous les avons compris et utilisés dans nos synthèses, en reprenant la définition qu'en a donné D. Grenier (Grenier, 88) :

*"La notion de conception rend compte de l'état des connaissances d'un élève relativement à un concept (mathématique). Elle s'exprime en particulier sous la forme d'un ensemble de règles mises en oeuvre dans une classe de situations problèmes. G. Vergnaud a introduit le concept de théorème-en-acte pour permettre d'exprimer la nature des relations découvertes par un enfant ou un élève quand il utilise une procédure nouvelle, et de caractériser certaines opérations dites intuitives.*

*Nous faisons l'hypothèse en didactique qu'une conception a toujours un domaine de validité non vide, c'est à dire qu'il existe un ensemble de situations problèmes qu'elle permet de résoudre. Plus son domaine de validité est grand, plus cette conception sera stable chez l'élève".*

Nous rejoignons également M. Artigue (Artigue, 90) quand elle écrit : *"La conception est un objet local, étroitement associé au savoir en jeu et aux différents problèmes dans la résolution desquels il intervient ; elle va constituer un outil, aussi bien pour l'analyse de ce savoir et l'élaboration de situations didactiques que pour l'analyse stricte du comportement de l'élève".*

En adoptant ces notions, nous nous plaçons dans *"une hypothèse constructiviste de la formation des connaissances selon laquelle tout individu en situation d'apprentissage construit ses propres conceptions des contenus sur lesquels porte l'apprentissage. Ces conceptions sont la résultante de conceptions initiales existant éventuellement déjà avant l'enseignement et de l'enseignement même."* (Laborde, 88).

Il est prudent donc d'avoir premièrement une idée des conceptions initiales ou "spontanées" des élèves, pour s'intéresser ensuite aux conceptions erronées mises en jeu au cours de l'enseignement et, parmi elles, à celles qui ont l'air de persister.

En ce qui concerne les conceptions présentes avant l'enseignement, les chercheurs les ont essentiellement résumées en deux phrases :

- L'axe de symétrie est une droite verticale partageant une figure en deux parties "identiques".

Cette phrase marque la conception de la réduction de la symétrie à une symétrie d'axe vertical, conception sans doute portée par la quasi-symétrie verticale du sujet lui-même.

- Deux figures symétriques sont deux figures "identiques", situées "de part et d'autre" de l'axe et à "égale distance" de celui-ci.

\* "Identiques" est un terme flou pour l'élève, il comporte "normalement" l'identité des natures et des formes globales des figures mais pas nécessairement de leurs grandeurs.

Nous repérons ici la conception consistant à lier la symétrie orthogonale à une vague idée d'identité.

\* "A égale distance" est une notion globale qui ne désigne pas forcément une égalité de distance le long d'une direction perpendiculaire à l'axe. Cette conception semble durable au cours de l'enseignement et se manifeste à travers maintes procédures de construction de symétriques (PRV, PRH).

\* "De part et d'autre de l'axe", renvoie à une conception d'intersection vide entre la figure objet et l'axe et une perception de la symétrie comme opérant d'un demi-plan sur l'autre : figure objet et figure image doivent être situées chacune dans un demi-plan, ces deux demi-plans sont séparés par l'axe de symétrie. Cette conception va créer des confusions chez les élèves chaque fois que l'axe coupe la figure objet ou se confond avec elle dans des tâches de construction de symétriques.

Ces conceptions repérées au début de l'apprentissage ont fait l'objet dans plusieurs recherches d'opérations de déstabilisation. Ces opérations consistaient à jouer sur les valeurs des variables (cf. §III.2) pour faire émerger les conceptions erronées, mettre en évidence leur inadéquation puis essayer d'y remédier.

Des conceptions et des théorèmes-en-acte erronés ont été ainsi mis en évidence à travers les erreurs des élèves, que la tâche soit de construire le symétrique d'une figure donnée, ou d'identifier l'existence d'un ou plusieurs axes de symétrie dans une figure donnée.

Nous donnons ci-après une typologie des conceptions erronées et des théorèmes-en-acte faux à travers lesquels elles se manifestent et qui conduisent aux erreurs les plus fréquentes chez les élèves.

**E1 : Conceptions révélées par des erreurs "directionnelles" :**

**E1a** : La figure image a la même direction que la figure objet. En particulier, un segment et son symétrique sont parallèles. Cette règle d'action est surtout détectée moyennant des tracés où l'élève utilise des procédures semi-globales : procédure de glissement par parallélisme, procédure de rappel par prolongement.

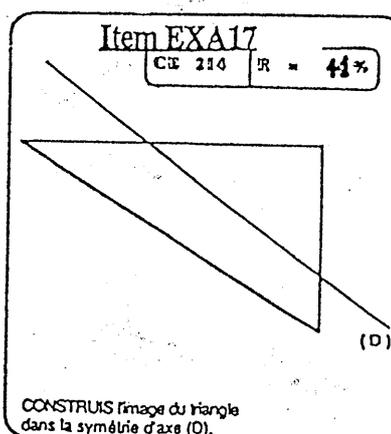
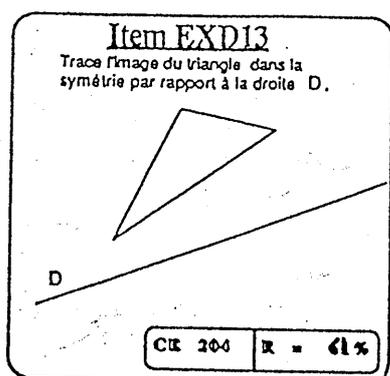
**E1b** : L'axe de symétrie est généralement vertical, il peut être horizontal et parfois oblique. Cette conception semble perdurer au cours de l'enseignement. On la repère facilement quand la tâche consiste à reconnaître les axes de symétrie d'une figure en possédant plusieurs : l'axe vertical (s'il existe) est le premier et souvent le seul repéré.

Dans des tâches de construction de figures symétriques, la perturbation due à un axe oblique semble se minimiser au fur et à mesure du déroulement de l'enseignement. Cependant, elle reprend de l'importance dès qu'elle est combinée à d'autres difficultés (par exemple : figure objet complexe et coupant l'axe). Nous avons assisté au cours de nos observations (Abboud, 87) à une rotation de la feuille par l'élève pour amener l'axe de symétrie en position verticale avant de commencer la construction.

**E2 : Conceptions révélées par des erreurs "positionnelles" :**

Les deux théorèmes-en-acte suivants sont à relier à la conception très répandue de la symétrie orthogonale comme transformation d'un demi-plan dans un autre, la frontière étant l'axe de symétrie.

**E2a** : La figure objet ne coupe pas l'axe. Quand les figures données aux élèves ne respectent pas cette règle, on assiste à une diminution importante du taux de réussite.



[Items relevés d'une étude de l'APMEP (APMEP, 87) portant sur 21000 élèves de sixième. "R" est le taux de réussite]

E. Gallou (Gallou, 85) a également rencontré ce théorème-en-acte au cours de ses expérimentations. Elle a relevé, quand l'axe coupe la figure objet, des procédés de symétrisation du couple (figure objet, axe) par rapport à un axe imaginaire d'orientation dictée par une perception globale de la figure.

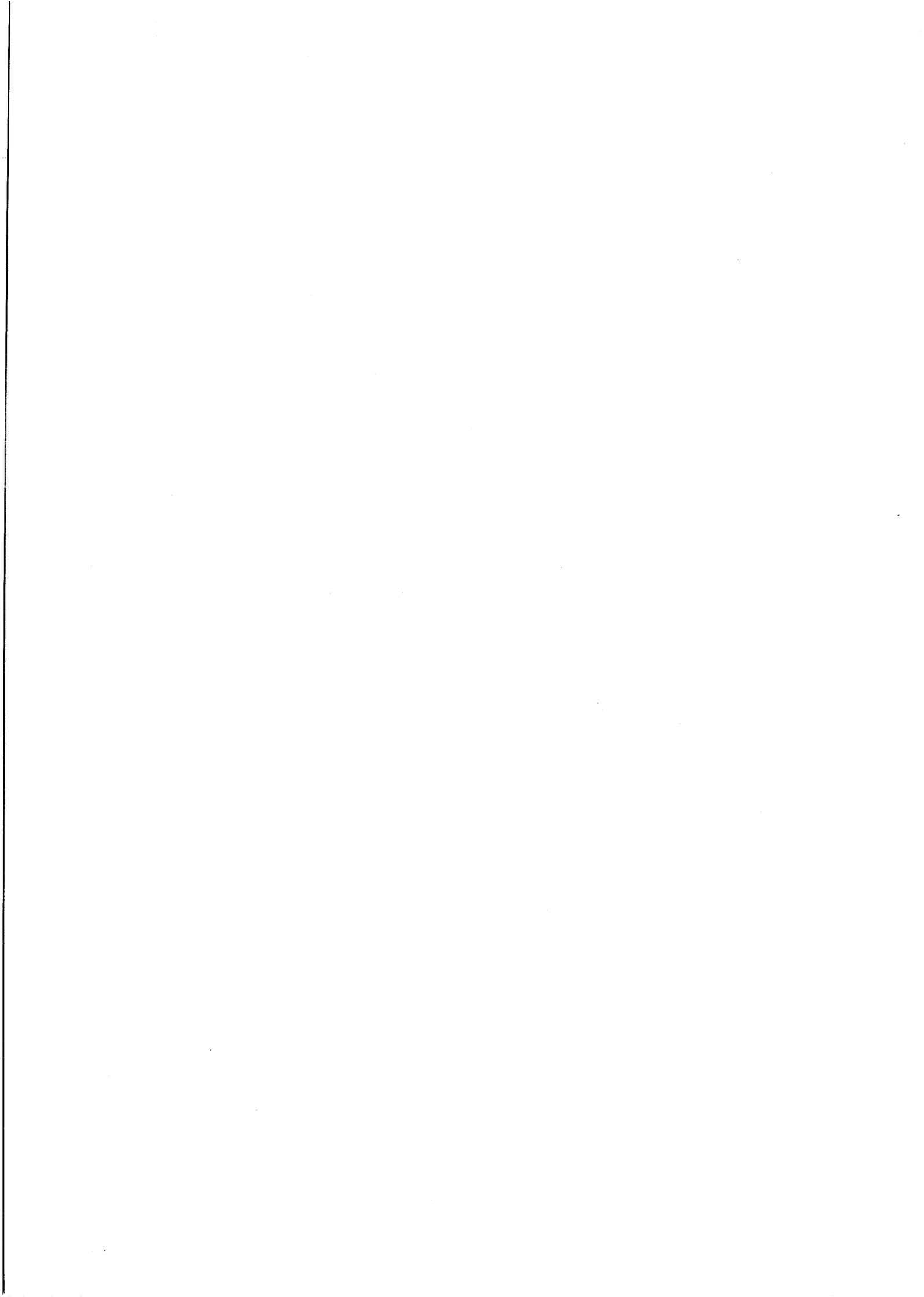
**E2b** : Figure objet et figure image sont disjointes, elles sont situées de part et d'autre de l'axe. Plusieurs productions d'élèves témoignent de la confusion qui a lieu si les figures objets et images se chevauchent : souvent l'élève ne voit plus une figure et son symétrique c'est-à-dire deux figures, mais une seule figure.

**E3 : Conceptions révélées par des erreurs "dimensionnelles" :**

Quand la tâche demandée à l'élève est de reconnaître l'axe (ou les axes) de symétrie d'une figure on peut voir apparaître la règle d'action suivante : "l'axe de symétrie d'une figure est une droite la partageant en deux parties égales". L'égalité ici concerne deux parties se correspondant par une symétrie orthogonale, une symétrie centrale ou une translation. C'est une règle d'action difficilement destabilisable, surtout dans le cas de figures présentant des droites les séparant en deux parties de dimensions égales. L'exemple le plus répandu est la droite qui passe par les milieux de deux côtés opposés d'un parallélogramme et qui est souvent reconnue comme axe de symétrie de ce parallélogramme.

Les chercheurs auxquels nous nous sommes référée pour faire cette synthèse ont monté divers dispositifs pour remédier à ces conceptions erronées, aussi bien dans des conditions papier-crayon que dans un environnement "LOGO". Cependant ils n'ont pas manqué de souligner que *"l'apprentissage scolaire actuel ne permet pas une remise en cause de certaines conceptions erronées des élèves à propos de la symétrie orthogonale : il subsiste après l'enseignement en classe des conceptions contradictoires dans le champ des connaissances de l'élève sur cette notion. Ces conceptions erronées semblent résister au temps. Une des raisons à cet état de fait est qu'elles ont un domaine de validité non vide et que l'enseignement ne les remet pas toujours en question."* (Grenier et Laborde, 87).

En ce qui nous concerne, nous allons utiliser les informations que nous avons relevées et classées pour analyser les logiciels recensés traitant la notion de symétrie orthogonale au collège. Nous essayerons également de voir si ces logiciels tiennent compte des conceptions à destabiliser chez les élèves, conceptions identifiées dans les travaux sur la symétrie orthogonale.



**PARTIE A**  
**CHAPITRE 3**  
**ANALYSE INTERNE DES LOGICIELS RECENSES**

L'étude des instruments d'analyse et d'évaluation proposés dans la littérature spécialisée, menée au début de cette recherche et dont nous avons rendu compte dans le premier chapitre de cette partie A, nous a permis de mettre en évidence certaines caractéristiques de ces instruments. Nous avons souligné les potentialités de ces instruments mais aussi leurs limites.

Ceci nous a conduit à qualifier "d'analyse externe" l'analyse proposée dans ces instruments et à affirmer l'intérêt qu'il y aurait à conjuguer cette analyse avec une "analyse interne" : une analyse didactique centrée sur les contenus mathématiques en jeu et leur gestion possible. Ceci impliquait que l'on se centre sur un contenu mathématique précis, ce que nous avons fait en choisissant le thème de l'enseignement de la symétrie orthogonale au début du collège.

Dans le second chapitre, nous avons préparé cette analyse interne en faisant une synthèse des résultats apportés par les recherches didactiques dans ce domaine, des résultats qui fournissent des outils pour analyser les activités proposées ou permises par les logiciels, identifier les variables didactiques des tâches, anticiper, en fonction de ces variables et des conceptions répertoriées, les comportements possibles des élèves, les erreurs prévisibles, et donc mieux évaluer les possibilités offertes par les produits logiciels pour l'apprentissage.

Dans ce troisième chapitre, nous allons exploiter les données issues de ces deux premiers chapitres pour analyser un certain nombre de logiciels commercialisés, de niveau collège, susceptibles d'être utilisés pour l'enseignement de la symétrie orthogonale.

Après avoir opéré une première classification des logiciels de constructions géométriques<sup>1</sup> au collège en trois catégories : logiciels fermés, semi-ouverts, ouverts, nous analyserons de façon détaillée les logiciels que nous avons recensés dans la première phase de notre travail de recherche, un ensemble de produits d'où sont issus les logiciels que nous avons utilisés dans les expérimentations de la deuxième phase.

Dans cette analyse, sans négliger la composante externe, nous privilégierons cependant la composante interne. Nous nous centrerons sur les potentialités introduites par ces produits au niveau des contenus mathématiques abordés et de leur gestion.

Enfin, dans un paragraphe de synthèse et en plus d'ouverture sur des logiciels plus récents (notamment ouverts) exploitables dans l'enseignement de la symétrie orthogonale, nous nous

---

<sup>1</sup>A différencier des logiciels outils de constructions géométriques (cf. plus loin §I Le groupe des logiciels ouverts).

interrogerons sur les apports des analyses effectuées dans ce chapitre en ce qui concerne notre problématique globale d'intégration de l'outil informatique.

## I- UNE CLASSIFICATION DES LOGICIELS DE CONSTRUCTIONS GEOMETRIQUES AU COLLEGE

Pour guider les analyses effectuées dans ce chapitre, il nous semble utile d'opérer une première classification des produits répertoriés. Il s'agit, rappelons-le, uniquement de logiciels commercialisés permettant la réalisation de constructions géométriques (ou les réalisant eux-mêmes), conçus dans un but d'enseignement (des didacticiels au sens large du terme) et utilisables dès le collège.

Pour opérer cette classification, nous souhaitons ne pas multiplier les catégories, comme le font, nous l'avons vu dans le Chapitre 1, la plupart des grilles/fiches et nous regrouperons les différents logiciels en trois catégories, suivant le degré d'ouverture du contenu du logiciel : les logiciels fermés, semi-ouverts et ouverts. Il ne s'agit pas, précisons-le, de la classification donnée dans la rubrique 7 de la grille (b) présentée dans le Chapitre 1 qui utilise les mêmes notations, mais qui les définit par rapport à la structure du logiciel et non par rapport à son contenu.

### **Le groupe des logiciels fermés**

Ce sont des didacticiels fonctionnant en mode tutoriel (cf. chp. 1). Le contenu mathématique est explicité soit dans les écrans d'accueil, soit dans la documentation d'accompagnement.

Les tâches (en général sous forme d'exercices, avec parfois des rappels de cours) proposées à l'élève sont pré-implantées, ainsi que leur gestion qui est généralement linéaire à ramifications.

Ces logiciels sont conçus pour être utilisés de manière autonome par un élève ou un groupe d'élèves, donc pour fonctionner de façon isolée de l'enseignant, au sens de la théorie des situations didactiques.

En classe ou en libre service, ils sont à usage local, conçus pour intervenir à des moments précis de l'enseignement. Leur utilisation ne demande pas d'expertise particulière de l'enseignant puisque sa présence n'est même pas indispensable.

Les logiciels diffusés dans les débuts de l'outil informatique dans l'enseignement étaient presque exclusivement des logiciels fermés.

Ces logiciels fermés de la première génération, appelés tutoriels (cf. §I, chp.1), se caractérisent par la volonté (l'illusion !) de remplacer l'enseignant par la machine. Ils proposent des tâches à l'élève, lui posent des questions. Si l'élève répond selon le modèle de réussite prévu par le concepteur, la

machine le félicite et passe (ou laisse à l'élève le choix de passer) à une autre question de même niveau ou de difficulté supérieure. Sinon la machine annonce qu'il y a erreur et propose généralement à l'élève un autre essai de réponse. Les réponses de l'élève ne sont pas analysées.

Le degré d'interaction élève-machine est limité. Le travail de l'élève consiste essentiellement à appuyer sur des boutons, regarder ce qui se passe, faire des observations sans qu'il y ait de sa part un réel engagement dans la résolution mathématique d'un problème.

La documentation accompagnante est pauvre et se résume souvent en un mode d'utilisation du logiciel.

Les logiciels fermés que nous avons recensés sur la symétrie orthogonale appartiennent à cette première génération.

La tendance actuelle dans le domaine de l'EAO est plus au développement de logiciels de type ouvert, des outils pédagogiques à la disposition de l'enseignant. Cette tendance est l'une des conséquences immédiates des difficultés rencontrées à faire des tutoriels de "bonne qualité". En fait, un "bon" tutoriel suppose une modélisation adéquate de l'élève et une adaptation du traitement des réponses au niveau des connaissances de l'élève. De tels logiciels relèvent bien évidemment du domaine de l'Intelligence Artificielle. Les logiciels produits et développés dans ce domaine sont encore, à notre connaissance, au stade des prototypes.

#### **Le groupe des logiciels semi-ouverts**

Ce sont des imagiciels qui illustrent des phénomènes graphiques en exploitant les possibilités de visualisation dynamique de l'ordinateur. Ils ne traitent pas directement une notion, il permettent plutôt de l'aborder.

*"Un imagiciel est un logiciel permettant de produire à l'écran des images animées et interactives, généralement à base de dessin, dans un but d'enseignement, et ceci, le plus souvent dans le cadre d'une utilisation collective." (Monnet & Paquelier 1992).* Cette animation interactive résulte de la possibilité qu'a l'utilisateur d'agir sur le tracé en faisant varier certains paramètres définissant la figure.

Dans ce type de logiciels, le contenu mathématique est "cadre" à l'avance et les activités possibles sont prédéterminées. Cependant, ces logiciels ne font rien seuls.

Leur utilisation idéale serait collective (un ou plusieurs écrans) : ils interviennent à la demande, et ponctuellement, comme ressource supplémentaire dans le cours, pour fournir aux élèves des images dynamiquement modifiables. La présence de l'enseignant ou d'une fiche de travail qu'il a préparée à l'avance est donc indispensable.

Même si ces logiciels donnent l'impression de pouvoir rentrer facilement dans la pratique de l'enseignant puisqu'ils peuvent être utilisés ponctuellement, fournissent des situations support pré-implantées et sont conçus plus particulièrement pour des utilisations collectives qui peuvent rester sous le pilotage de l'enseignant, nous pensons que leur intégration dans l'enseignement demande à

l'enseignant un certain niveau d'expertise (voire de formation) dans la préparation et la gestion de situations EAO : des situations support sont implantées mais le scénario autour de ces situations est à construire et à gérer.

Soulignons que les logiciels actuels ont un bon niveau de finition et que l'on note une évolution vers des produits associés à une utilisation plus globale que ponctuelle et qui peut même s'étendre sur plusieurs années de suite (avec une familiarisation progressive). Leur documentation d'accompagnement propose des situations d'enseignement avec des explications pertinentes (*cf. par exemple "Activités Mathématiques avec Imagiciels" (CREEM-DLC, 92)*).

### **Le groupe des logiciels ouverts**

Ce sont des logiciels qui ne contiennent pas d'activité prédéterminée et ne guident pas a priori l'utilisateur dans la construction d'activités, ils se présentent plus globalement comme des outils dont le domaine d'utilisation est large. Ceci ne veut pas dire bien sûr pour autant que leur conception n'a pas été basée sur des analyses didactiques et pédagogiques approfondies (*cf. par exemple les travaux de F. Bellemain sur le logiciel Cabri-géomètre*).

Dans le domaine de la géométrie plane qui nous intéresse ici, ce sont essentiellement des logiciels :

a) "Outils de constructions géométriques" comme Calques Géométriques, Cabri-Géomètre, Geoplan, Imageo, etc... Ils permettent à l'utilisateur de créer et de modifier (à travers leurs paramètres) des figures constituées de certains objets géométriques élémentaires (points, segments, droites, cercles, etc...) reliés entre eux par des relations (intersection, appartenance, transformation, etc...). La manipulation des figures est directe et rapide (choix dans des menus déroulants).

Ces "outils" permettent à la fois, la construction de figures géométriques, l'exploration des caractéristiques de ces figures, la validation de ces caractéristiques et donc éventuellement la construction de nouvelles connaissances les concernant.

b) "Langages de programmation" comme LOGO et les langages qui le prolongent comme Euclide en intégrant des macro-procédures plus directement adaptées aux objets de l'enseignement usuel de la géométrie. Ils permettent notamment à l'utilisateur de programmer le tracé de figures géométriques et leur transformation par des transformations géométriques.

Il est clair que ces logiciels permettent à l'enseignant une grande autonomie mais lui demandent en contrepartie :

- Une expertise importante tant informatique que didactique pour l'élaboration de situations didactiques exploitant ces environnements informatisés. En effet, l'environnement fournissant seulement un cadre global, cette élaboration didactique est entièrement à la charge de l'enseignant et suppose bien sûr, outre les compétences didactiques, une bonne connaissance de l'environnement utilisé et de ses potentialités.

- Une gestion des problèmes de familiarisation avec l'environnement. En effet, certaines recherches tendent à montrer que ces problèmes sont incontournables (*Artigue, 91*) et qu'ils ne sont pas systématiquement résolus par l'utilisation de logiciels se voulant plus conviviaux (*Grugeon, 90*) & (*Bellemain & Capponi, 92*).

Signalons pour terminer que ces logiciels peuvent être aussi considérés comme des générateurs d'imagiciels ou même de logiciels fermés.

## II- ANALYSE DES LOGICIELS RECENSES DANS LA PREMIERE PHASE DE LA RECHERCHE ET ULTERIEUREMENT UTILISES DANS LA PHASE EXPERIMENTALE

Les logiciels que nous avons recensés pendant la première phase de la recherche étaient des logiciels commercialisés et présentés par leurs concepteurs comme pouvant être exploités dans l'enseignement de la symétrie orthogonale au collège<sup>2</sup>. Ces logiciels appartiennent aux groupes des "logiciels fermés" et des "logiciels semi-ouverts".

Dans la deuxième phase de la recherche nous avons été amenée à intégrer un élément du groupe des "logiciels ouverts" dans nos expérimentations. Pour des raisons de cohérence dans la rédaction, nous présenterons et analyserons dans le chapitre actuel ce logiciel avec les autres logiciels recensés.

### II.1 Présentation des logiciels

Les logiciels que nous avons analysés sont :

Logiciels fermés (tourment sur Nanoréseau)

1- "Cocottes" (*CNDP, 1985*)

2- "Symétries Translations" (*Nathan-collège, valise IPT, 1985*)

Trois choix figurent dans le menu : "Retournement", "Demi-tour" et "Glissement". Nous analyserons uniquement le premier qui est consacré à la symétrie orthogonale.

3- "Maths 5ème" (*Nathan, 1986*)

En choisissant dans le menu la rubrique "Symétrie", l'utilisateur a cinq choix à sa disposition : le premier consacré à la symétrie orthogonale, les trois suivants à la symétrie centrale et le dernier fait intervenir simultanément les deux symétries. Nous analyserons le premier "Symétrie orthogonale" et le dernier "Application".

---

<sup>2</sup>Un recensement des logiciels de mathématiques au collège est paru récemment (1993), dans une brochure de la DLC/Ministère de l'éducation nationale intitulée "Faire des mathématiques au collège avec l'ordinateur". Le lecteur peut y trouver une liste mise à jour des logiciels diffusés actuellement et exploitables dans l'enseignement de la symétrie orthogonale en sixième.

#### 4- "ACTI MATH" (*Classe de cinquième, A. Colin, 1987*)

Dans le menu du "Chapitre 2 : la symétrie centrale" de ce logiciel, l'utilisateur a quatre choix concernant la symétrie orthogonale avec axes verticaux ou horizontaux.

Logiciels semi-ouverts (tournent sur Nanoréseau)

#### 5- "Imagiciels Mathématiques (1)" (*CREEM-IREM, 1986*)

Nous distinguons trois imagiciels :SYM, CSYM1 et CSYM2. Nous rassemblons les deux derniers dans une seule fiche d'analyse puisqu'ils illustrent la symétrisation par deux procédés, d'un même cercle et par rapport à un même axe vertical.

#### 6- "Symétrie orthogonale en sixième" (*Commission INTER-IREM logiciels et pédagogie, 1987*)

La disquette contient huit imagiciels sur le thème de la symétrie orthogonale en sixième. Nous les rassemblons en quatre groupes :

- le groupe III1 : composé des trois premiers imagiciels qui sont identiques. Ils se distinguent uniquement par la direction de l'axe de symétrie qui est verticale dans le premier, horizontale dans le deuxième et oblique dans le troisième.
- le groupe II2 : composé du quatrième et du cinquième imagiciels qui sont axés sur les propriétés de conservation de la symétrie.
- le groupe II3 composé du sixième et du septième imagiciels qui sont des jeux de cibles.
- le groupe II4 composé du huitième imagiciel qui présente deux activités LOGO où la propriété de retournement de la symétrie est mise en oeuvre.

Logiciel ouvert (tourne sur compatible PC)

#### 7- "Calques Géométriques" (*Topiques éditions, 1989*)

Ce logiciel nous a été proposé par le formateur qui nous a accueilli dans ses stages UPO pour effectuer nos expérimentations au cours de la deuxième phase de la recherche. Notre volonté de respecter les contenus de ces stages nous a amené à adopter ce logiciel comme modèle de logiciels ouverts dans notre travail expérimental ultérieur.

Cependant, nous reviendrons sur d'autres logiciels ouverts outils de constructions géométriques dans le paragraphe de synthèse de ce chapitre pour souligner les potentialités et les enjeux introduits par ce type de logiciels au niveau des contenus mathématiques abordés et de leur gestion.

Comme modèle de logiciels fermés construits à partir d'environnements ouverts, nous avons rencontré au cours du recensement la pochette "SYMREFLO" conçue par E. Gallou et éditée par l'IREM de Grenoble en 1988. Cette pochette contient :

- \*une disquette (tournant sous Nanoréseau) contenant des "activités Logo pour les classes de sixième et de cinquième sur la symétrie orthogonale et la symétrie centrale".
- \*un mode d'emploi détaillé contenant également des fiches de travail concernant toutes les "activités logiciels" disponibles sur la disquette.
- \*un document expliquant l'ingénierie didactique sous-jacente à cette réalisation, ainsi qu'un compte rendu d'expérimentations en classe de ces "activités".

En effet, cette pochette est un prolongement de la thèse de 3ème cycle d'E. Gallou : "Symétrie orthogonale et angles" (Gallou, 85). Cette thèse, comme nous l'avons déjà dit dans le chapitre précédent, porte sur la conception et la réalisation de séquences d'enseignement EAO de la symétrie orthogonale avec le langage LOGO. E. Gallou a essayé de contraindre les élèves à utiliser des procédures de construction qui mettent en oeuvre la propriété de conservation des angles en mesure et non en orientation de la symétrie orthogonale.

Tout en tenant compte de l'existence d'un tel travail, nous ne l'avons pas intégré dans notre "analyse des logiciels". Notre objectif n'est pas en effet l'analyse de produits spécifiques d'ingénieries didactiques locales mais plutôt l'analyse de logiciels commercialisés traitant l'enseignement de la symétrie orthogonale en général.

Nous avons choisi de présenter, à titre d'exemple, dans ce chapitre l'analyse de trois logiciels parmi ceux présentés ci-dessus :

- un logiciel du groupe des "fermés", "Maths 5ème" (3)
- un logiciel du groupe des "semi-ouverts", "II1- Symétrie orthogonale" (6)
- un logiciel du groupe des "ouverts", "Calques Géométriques" (7)

L'analyse du reste des logiciels se trouve dans l'annexe "Logiciels 1" à la fin de cet ouvrage.

## II.2 Un modèle d'analyse

Conformément à l'objectif qui était le nôtre dans cette première phase de la recherche, et en fonction des synthèses faites dans le chapitre précédent, nous avons analysé les logiciels recensés selon le modèle suivant :

*Nom du logiciel :*

*Description :*

*Mode d'emploi :*

*Prérequis informatiques:*

*Critique "qualité technique" :*

*Type du logiciel et usages possibles :*

*Analyse a priori du contenu*

*Variables didactiques des figures et des tâches :*

*Procédures de construction :*

*Conceptions erronées qui risquent d'être renforcées (ou à déstabiliser) :*

*Situation d'enseignement pouvant être construite avec ce logiciel :*

*Connaissances préalables :*

*Connaissances visées :*

*Comparaison-apport P/C-Logi :*

Comme nous l'avons dit dans l'introduction du chapitre, l'analyse va être centrée sur la dimension interne qui intègre les deux composantes : 1) contenu, 2) scénario EAO, intégration dans l'enseignement.

Il n'en demeure pas moins que nous allons, en nous inspirant des grilles analysées Chapitre 1, garder dans l'analyse une partie à dimension externe.

*Quelques commentaires :*

- Le critère "Critique de la qualité technique", nous paraît essentiel dans la décision d'accepter ou de rejeter un logiciel. Cependant, si la qualité technique était parfois assez critiquable aux débuts de l'EAO, l'évolution de la technologie informatique a amélioré considérablement cette qualité.
- L'usage possible dépend du matériel disponible : grand écran dans la classe, ordinateur transportable sur chariot, salle de TD "informatique" avec plusieurs postes individuels, etc. En fonction des conditions matérielles, l'usage peut être collectif ou individuel animé par l'enseignant, ou encore individuel sans la présence de l'enseignant, etc... Les usages que nous proposerons supposent l'existence du matériel qui leur est adéquat.
- "Variables didactiques des figures et des tâches", "Procédures de construction" et "Conceptions erronées qui risquent d'être renforcées (ou à déstabiliser)" sont trois critères d'analyse basés sur les synthèses (et les codages) que nous avons faites dans le chapitre précédent. Ils nous permettront, avec le critère "Comparaison-apport P/C-Logi" de cerner a priori les contenus potentiellement en jeu et de mesurer le degré de prise en compte, dans les logiciels (Logi), des caractéristiques et des difficultés de l'enseignement Papier/Crayon (P/C) de la symétrie orthogonale ainsi que des apports possibles de l'outil informatique.
- Nous proposerons et analyserons une ou deux (si possible), situations d'enseignement pouvant être construites avec chaque logiciel. Si une situation est proposée par la documentation (si elle existe), nous l'adopterons, si non, la situation que nous proposerons sera celle qui nous semble très naturellement adaptée à l'esprit du logiciel ou correspondre (en particulier pour les logiciels fermés) à l'objectif immédiat des concepteurs.

L'objectif de notre analyse des logiciels, rappelons-le, n'est pas de décrire des situations d'enseignement EAO très recherchées qui illustrent un apport "exceptionnel" de l'outil informatique. Notre objectif est plutôt de tester la capacité des logiciels recensés à être des supports de scénarios intéressants pour l'enseignement.

### II.3 Analyse détaillée d'un logiciel de chaque groupe

*α- Nom du logiciel : "Maths 5ème" (Nathan, 1986), [sous la rubrique "Symétrie", les deux activités : "Symétrie orthogonale" (SO) et "Application" (A)]*

*Description et mode d'emploi :*

(SO) : Une droite verticale est dessinée à l'écran et le partage en deux parties égales. Un message invite l'utilisateur à "dessiner" avec le crayon optique. On peut imprimer l'écran, revenir au menu ou effacer l'écran. Au fur et à mesure que l'utilisateur dessine (tracés quelconques, non limités aux directions verticales et horizontales), la machine trace en même temps le "dessin" symétrique par rapport à la droite verticale. Ce dessin symétrique est de la même couleur que le dessin initial. L'utilisateur peut dessiner de part et d'autre de l'axe.

(A) : L'écran est partagé en deux fenêtres dont une réservée aux messages. L'autre se présente sous forme d'un carré partagé par ses médianes en quatre carrés égaux. Le fond du carré haut/gauche est muni d'une grille pointillée et une figure "objet" y est tracée : c'est une ligne brisée formée de segments horizontaux et verticaux tracée sur la grille. Une extrémité de la ligne brisée apparaît en caractère "gras".

L'utilisateur est invité à choisir (en le pointant à l'aide du crayon optique) l'un des trois autres carrés. En fonction de ce choix, un message lui propose d'"opérer" sur la figure "objet" une symétrie :

- "axiale"<sup>3</sup> par rapport à la médiane verticale du carré initial (si le choix est le carré haut/droite)
- "axiale" par rapport à la médiane horizontale du carré initial (si le choix est le carré bas/gauche)
- centrale par rapport au centre du carré initial (si le choix est le carré bas/droite)

Le fond du carré choisi apparaît alors muni lui aussi d'une grille pointillée et le symétrique du point "gras" de la figure objet est donné par un point clignotant. L'utilisateur effectue le tracé de la figure symétrique en utilisant les touches fléchées du clavier qui permettent de se déplacer sur la grille pointillée horizontalement et verticalement.

On peut effacer le dernier segment tracé par la touche "EFF", imprimer l'écran à tout moment et quand le tracé est terminé, on tape "ACC". On peut également revenir à tout moment au menu par la touche "RAZ".

En cas d'erreur, deux messages peuvent être renvoyés à l'utilisateur selon le cas :

- Un message basé sur le repérage du nombre de sommets de la figure image "La figure n'est pas juste, elle n'a pas assez de sommets", si effectivement ligne brisée objet et ligne brisée image n'ont pas le même nombre de sommets.

---

<sup>3</sup>C'est le terme utilisé dans les "messages écran" pour désigner la symétrie orthogonale

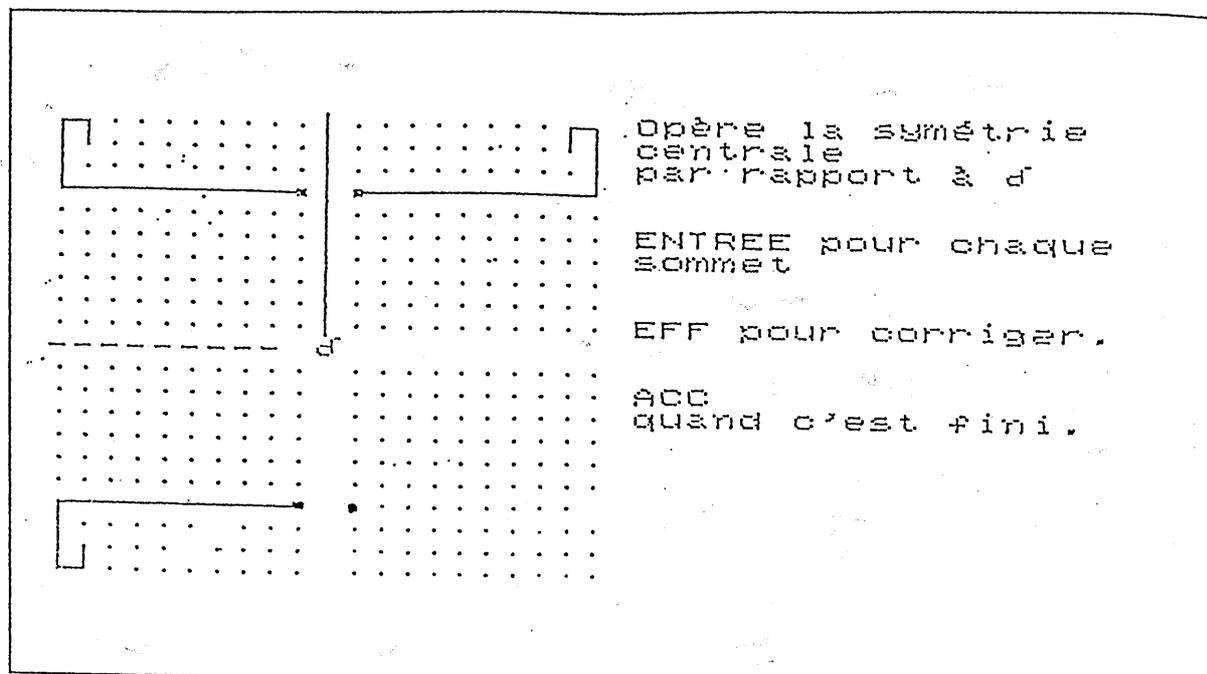
- Un message de validation globale "Ta figure n'est pas juste, un peu d'attention", dans tous les autres cas.

A la suite d'un de ces deux messages, la partie correcte de la figure symétrique est laissée à l'écran, le reste est effacé et l'utilisateur est invité à recommencer son tracé de la figure symétrique. Ceci se reproduit indéfiniment tant que la figure symétrique n'est pas correctement tracée.

En cas de figure symétrique correcte, le message "Bravo" apparaît, un autre choix de carré (parmi les deux restants) est proposé à l'utilisateur, puis le même enchaînement de messages et d'actions se reproduit.

Si l'on choisit de recommencer dès le début (en passant par le menu), une autre figure objet est proposée dans le carré haut/gauche.

Comme illustration, nous donnons ci-après la reproduction de la page écran obtenue à la suite du choix de l'axe vertical et ensuite horizontal ainsi que des tracés corrects des figures symétriques. On est dans le cas du troisième choix (symétrie centrale).



#### *Prérequis informatiques :*

Il suffit de savoir utiliser le crayon optique et le clavier puisque toutes les commandes (touches) permises à l'utilisateur sont données par des messages sur l'écran.

#### *Critique "qualité technique" :*

(SO) : le dessin que l'utilisateur fait avec le crayon optique est une ligne continue. Même quand on lève le crayon de l'écran et qu'on le repose plus loin, le point d'impact est relié automatiquement au dernier point dessiné avant la levée du crayon. Ceci limite les possibilités de faire des dessins variés et discontinus.

(A) : aucun problème technique n'est à signaler.

*Type du logiciel et usages possibles :*

(SO) est du type imagiciel. Il peut être utilisé par l'enseignant et/ou les élèves, en usage collectif. Il peut également être utilisé individuellement par l'élève, en présence de l'enseignant ou avec une feuille de consigne préalablement préparée par l'enseignant.

(A) est un tutoriel qui peut être utilisé par un élève seul en libre service, en entraînement ou en soutien.

*Analyse a priori du contenu*

Ce logiciel se situe en continuité directe avec l'approche de la symétrie orthogonale menée à l'école élémentaire. En effet, cette approche, d'abord perceptive, se fait en privilégiant les axes de symétrie culturels c'est à dire le plus souvent horizontaux et verticaux, ainsi que les figures tracées sur quadrillage et suivant essentiellement les lignes du quadrillage. Donc, ce logiciel pourrait être considéré a priori comme un logiciel permettant de faire, au début de l'enseignement de la symétrie orthogonale en sixième, le lien avec le connu ou supposé connu. Mais bien sûr, en sixième, on a d'autres attentes, comme cela a été rappelé dans le chapitre 2 et, de plus, nous savons, grâce aux résultats des recherches didactiques menées dans ce domaine que le travail sur quadrillage avec axes horizontaux et verticaux et figures d'un seul côté de l'axe, tend à renforcer certaines conceptions erronées sur la symétrie orthogonale : conservation des directions, transformation d'un des demi-plans limités par l'axe sur l'autre et les procédures de construction qui leur sont associées, conceptions qu'il faudra justement déstabiliser et dépasser pendant cet enseignement. Le logiciel n'est pas adapté de ce point de vue.

*Variables didactiques des figures et les procédures de construction qu'elles impliquent :*

V1- Le support graphique (écran) est rectangulaire, rigide donc interdit le pliage, pointillé (les points sont les sommets d'un quadrillage non apparent) donc permet des procédures de comptage.

V3- La direction de l'axe est : dans (SO) verticale, dans (A) soit verticale (en choisissant le carré haut/droite), soit horizontale (en choisissant le carré bas/gauche)

V2 & V4 - Dans (SO) le choix de la figure est à la charge de l'utilisateur, mais, à cause de contraintes techniques, elle est formée uniquement de segments dont les extrémités sont les sommets d'un quadrillage invisible (pixels).

Dans (A) la figure donnée n'est pas complexe, elle est uniquement formée de segments horizontaux ou verticaux : directions privilégiées chez les élèves et qui engendrent nombre de procédures valables dans ces cas particuliers (l'axe est également vertical ou horizontal) et erronées dans le cas général (par exemple, procédé de rappel vertical avec un axe horizontal).

La figure objet ne coupe pas l'axe.

*Conceptions erronées qui risquent d'être renforcées (ou à déstabiliser) :*

Plusieurs conceptions erronées risquent d'être renforcées d'autant plus que les situations pouvant être construites avec ce logiciel, comme nous l'avons dit plus-haut, se situent au début de l'enseignement :

- Un axe de symétrie est toujours vertical ou horizontal.

A propos de (A) :

- Les figures objet et image sont disjointes et situées de part et d'autre de l'axe.

- Les figures objet et image ont toujours même direction par rapport à l'axe: toutes les deux parallèles ou perpendiculaires à l'axe, ce qui n'est vrai que si l'axe est vertical ou horizontal.

L'enseignant doit faire suivre les situations avec ce logiciel par d'autres (Logiciel ou P/C) où l'axe de symétrie est oblique et donc les directions privilégiées ne sont ni l'horizontale ni la verticale.

Les limites de ce logiciel étant signalées, nous proposons deux situations d'enseignement qui pourraient trouver une place au tout début de l'enseignement de la symétrie orthogonale en sixième.

*Situation d'enseignement pouvant être construite avec (A):*

La situation que nous proposons ci-après concerne la partie (A) du logiciel. Elle peut suivre, en tant que phase de réinvestissement individuel, une première approche plus collective destinée à raviver la notion de symétrie orthogonale, déjà rencontrée comme nous l'avons dit par les élèves dans l'enseignement élémentaire et à permettre à l'enseignant de savoir ce sur quoi il peut s'appuyer.

L'enseignant installe les élèves sur postes individuels (ou deux élèves par poste), lance le logiciel sur les différents postes et laisse les élèves travailler en n'intervenant qu'en cas de problèmes techniques. Il leur interdit de pointer le carré bas/droite pour ne pas avoir affaire à une symétrie centrale. A la fin du temps qu'il souhaite consacrer à cette situation (prévoir d'un quart d'heure à une demi-heure), il organise une phase de bilan collectif du travail des élèves.

Le but de cette situation est de laisser les élèves être guidés par le logiciel pour essayer de construire les symétriques des figures proposées et tester la validité de leurs réponses.

Dans la phase de bilan, l'enseignant essaye de faire expliciter les méthodes utilisées par les élèves pour réaliser les tracés et les propriétés de la symétrie qui les sous-tendent plus ou moins implicitement. Les axes de symétrie étant horizontaux et verticaux, les figures objets tracées sur une grille pointillée et l'image du début de la ligne brisée étant donnée par le logiciel, on peut s'attendre à des constructions de proche en proche, mettant en oeuvre, largement de façon implicite, l'appréhension perceptive de la symétrie, la conservation des directions (valide dans ce cas particulier) et la conservation des longueurs. De toutes façons, le déplacement se faisant à l'aide des flèches et les segments correspondants à ces déplacements restant tracés, il n'y a pas, comme en

papier crayon compétition entre cette stratégie progressive de proche en proche et une stratégie qui consisterait à symétriser tous les sommets de la ligne brisée puis à les joindre dans un ordre convenable. L'explicitation des méthodes peut conduire à la formulation d'un certain nombre de propriétés mises en jeu dans la construction :

- conservation des longueurs,
- conservation des directions horizontales et verticales des segments constituant la figure initiale,
- égalité des distances à l'axe de symétrie des points objets et images, comptée en déplacements horizontaux ou verticaux sur la grille pointillée (les points aisément identifiables étant les sommets de la ligne brisée). Soulignons que cette propriété n'a pas nécessairement été mise en jeu dans la construction, si cette dernière s'est effectuée de proche en proche, en utilisant les propriétés de conservation citées ci-dessus, mais que, même dans ce cas, elle peut intervenir a posteriori comme moyen de contrôle des tracés.

La propriété de conservation des directions horizontales et verticales n'est bien sûr valide que dans le cas particulier d'axes horizontaux ou verticaux. L'énoncé généralisable consisterait à dire que les directions de segments parallèles ou perpendiculaires à l'axe de symétrie sont conservées. Mais il est peu probable qu'un tel énoncé soit proposé spontanément par les élèves dans la situation rencontrée. L'enseignant risque donc dans le bilan d'être confronté à des conjectures fausses résultant de généralisations abusives à partir de la situation rencontrée. Il pourra commencer à les déstabiliser en demandant l'image de segments diagonaux de la grille (sans possibilité de visualisation écran autre que celle des images des extrémités). Mais il nous semble raisonnable de penser qu'une relativisation correcte de la propriété de conservation des directions ne peut être un enjeu de cette situation qui lui est fort mal adaptée. Elle nécessitera des activités ultérieures effectives des élèves dans des situations avec axe de symétrie oblique.

#### *Connaissances préalables :*

Dans cette première phase d'approche, peu de connaissances préalables sont nécessaires. L'élève doit pouvoir s'appuyer sur une connaissance perceptive de la symétrie, théoriquement disponible à la fin de l'école élémentaire, et des possibilités de contrôle pragmatique liées au fait que figure image et figure objet sont superposables par pliage selon l'axe de symétrie. Soulignons que le pliage ne peut être ici matériellement réalisé vu les caractéristiques du milieu et qu'il doit donc être mentalement réalisé. C'est d'ailleurs également un des premiers objectifs de l'enseignement en sixième de passer du pliage effectivement réalisé, servant à la réalisation de constructions ou simple moyen de contrôle, au pliage invoqué moyen de contrôle mental, s'il n'est pas déjà disponible.

#### *Connaissances visées :*

Il s'agit ici à la fois de raviver des connaissances anciennes et de passer d'une utilisation implicite de ces connaissances à leur explicitation, dans la phase de bilan. Il s'agit aussi, comme nous venons

de le dire, de favoriser le passage du pliage effectif au pliage mental, comme moyen de contrôle. Les connaissances concernées sont celles que nous avons citées plus haut, en décrivant les méthodes de construction prévisibles.

*Comparaison-apport P/C-Logi :*

L'utilisation du logiciel au début de l'enseignement de la symétrie, permet à l'élève d'explorer des méthodes de construction de symétriques (sans pliage) avec rapidité et test de validation immédiat de sa réponse.

Même si les réponses de l'élève ne sont pas vraiment analysées et que les messages qui lui sont adressés ne donnent pas de réelles informations sur les erreurs commises, le logiciel lui renvoie une validation vrai/faux immédiate de sa production. Ceci lui permettra d'avancer dans son exploration et de faire des conjectures dont il peut tester la validité, sans alourdir sa tâche par l'utilisation des instruments de construction et sans l'intervention répétée de l'enseignant pour valider ou discriminer ses méthodes de construction.

*Proposition d'une situation d'enseignement pouvant être construite avec (SO) :*

La situation suivante concerne uniquement (SO). Vu les caractéristiques de (SO), elle pourrait constituer une introduction à l'utilisation de (A) (éventuellement au cours de la même séance), au cours de la première séance d'un scénario d'enseignement de la symétrie orthogonale. Elle serait l'objet d'un court épisode collectif de découverte guidée pilotée par l'enseignant.

Le côté "raviver les connaissances de l'enseignement élémentaire" nous semble être le plus intéressant pour ce logiciel. Nous prévoyons donc une utilisation courte collective destinée à lancer le travail sur (A) sans empiéter sur ce que l'on fera avec (A), notamment au niveau du bilan.

L'enseignant pilote sur propositions des élèves, avec, après la première familiarisation, demandes d'anticipation pour susciter une attitude expérimentale et non seulement pseudo-expérimentale. Il s'agit d'une phase de redécouverte collective guidée par l'enseignant qui précède une phase où les élèves, individuellement ou par deux, auront à mettre en oeuvre ces connaissances élémentaires sur la symétrie orthogonale.

L'intérêt de cette situation EAO très ponctuelle est d'apporter un petit plus informatique au quotidien P/C de la classe.

En effet nous pensons que l'on ne peut limiter l'utilisation de l'outil informatique à des situations pour lesquelles on est convaincu que ce dernier apporte un plus significatif à l'enseignement et à l'apprentissage sur des plans conceptuels et/ou techniques. L'intégration de l'outil informatique passe, nous semble-t-il, par le fait qu'il devienne un élément familier de l'environnement des élèves et des enseignants. Ceci nécessite qu'il puisse être utilisé pour des actes d'enseignement plus ou

moins ponctuels, intégrés dans un processus global, les actes les plus "ordinaires", sans que la question du plus informatique soit systématiquement tranchée. L'utilisation que nous avons proposée pour ce logiciel, dont nous avons souligné par ailleurs les limites, rentre tout à fait dans ce cadre, au niveau conceptuel de l'enseignement, mais également au niveau relationnel. La réalisation d'une séance d'enseignement où l'ordinateur joue un rôle, même minime, pourrait motiver les élèves à s'investir plus dans les tâches qui leur sont demandées.

**$\beta$ - Nom du logiciel : "Symétrie orthogonale en sixième" (Commission INTER-IREM logiciels et pédagogie, 1987), premier groupe III1 composé de trois imagiciels.**

*Description :*

On peut déplacer un point jaune sur l'écran selon quatre directions (haut, bas, droite, gauche) avec les touches directionnelles du clavier. L'ordinateur lui associe un point rouge, son symétrique par rapport à un axe qui n'est pas tracé. Quand les deux points se croisent (sur l'axe de symétrie), le point courant devient violet.

Les trois imagiciels se distinguent par la direction de l'axe de symétrie : verticale pour le premier, horizontale pour le deuxième et oblique pour le troisième.

*Mode d'emploi :*

On choisit l'un des trois imagiciels dans le menu d'accueil du logiciel. A l'intérieur de chaque logiciel, on pilote le point jaune avec les touches directionnelles. Pour revenir au menu on tape "F", pour avoir une copie d'écran on tape "&".

*Prérequis informatiques:*

Aucun, puisqu'il suffit de taper sur six touches pour faire fonctionner l'imagiciel.

*Critique "qualité technique" :*

- Au début de l'utilisation, une confusion est possible sur le point piloté par l'utilisateur : puisque les deux points objet et image se tracent en même temps. Peut-être faudrait-il un léger décalage temporel dans le tracé par l'ordinateur du point image par rapport à celui du point objet piloté par l'utilisateur.

- Le point piloté ne peut être déplacé que selon les directions verticale et horizontale.

En effet, le point se déplace par "bonds" sur pixels et les traces de son déplacement sont laissées sur l'écran. Donc, après une manipulation, on voit sur l'écran deux lignes brisées jaune et rouge formées de juxtapositions de petits segments verticaux et horizontaux.

*Type du logiciel et usages possibles :*

Ce sont des imagiciels appartenant au groupe des logiciels semi-ouverts.

En cas de disponibilité de matériel adéquat, il est préférable d'utiliser ces logiciels en présence de l'enseignant, en classe (poste unique) ou en salle de TD (postes individuels). Ils peuvent être également utilisés en libre service si une fiche de travail est préalablement préparée par l'enseignant.

### *Analyse a priori du contenu*

#### *Variables didactiques des figures sur écran :*

V1- Le support graphique est rectangulaire, rigide sur fond non quadrillé. Cependant, puisque les points sur l'écran se déplacent uniquement selon les quatre directions horizontales et verticales (cf. "Critique de la qualité technique"), le quadrillage de l'écran est implicite.

V2- La figure résultant du déplacement des deux points sur l'écran est formée de juxtapositions de segments horizontaux et verticaux (tracés sur un quadrillage non apparent à l'écran). Ces lignes brisées peuvent se couper, et plusieurs fois. De ce fait, la figure peut avoir un degré de complexité assez élevé.

- Une autre variable concernant la figure est à rajouter dans cet environnement Imagiciels, c'est le choix de la figure et son évolution. La figure n'est pas prédéfinie, l'élève peut la construire comme il veut, et la faire évoluer pour tester des conjectures éventuelles.

V3- La variable direction de l'axe prend trois valeurs selon l'imagiciel choisi : verticale pour le premier, horizontale pour le deuxième et oblique pour le troisième.

V4- Dans les deux premiers imagiciels, les segments formant les lignes brisées sont soit perpendiculaires soit parallèles à l'axe. Dans le troisième, ils ne le sont jamais.

Les lignes jaunes et rouges peuvent couper plusieurs fois l'axe au cours de leur évolution.

#### *Procédures de construction :*

Sur l'écran, c'est la machine qui trace les symétriques donc le tracé n'est pas à la charge de l'élève. Sur les fiches et les copies d'écran, le tracé de l'axe de symétrie est à la charge de l'élève et on peut s'attendre dans cette première phase à des procédures globales : pliage ou calque.

#### *Conceptions erronées qui risquent d'être renforcées (ou à déstabiliser) :*

Les directions privilégiées chez les élèves (horizontale & verticale) sont les directions de déplacement des points sur l'écran. Ceci pourrait (dans une seconde phase du scénario d'enseignement) renforcer la construction de symétriques des figures données, par des procédures erronées tels le "rappel horizontal", le "rappel vertical" ou le "rappel par prolongement" qui donnent des résultats valables dans le cas des deux premiers imagiciels (axes et segment sont verticaux ou horizontaux), mais le troisième imagiciel est là pour déstabiliser les conceptions erronées éventuelles.

*Situation d'enseignement pouvant être construite avec ce logiciel :*

La documentation accompagnante propose la situation suivante :

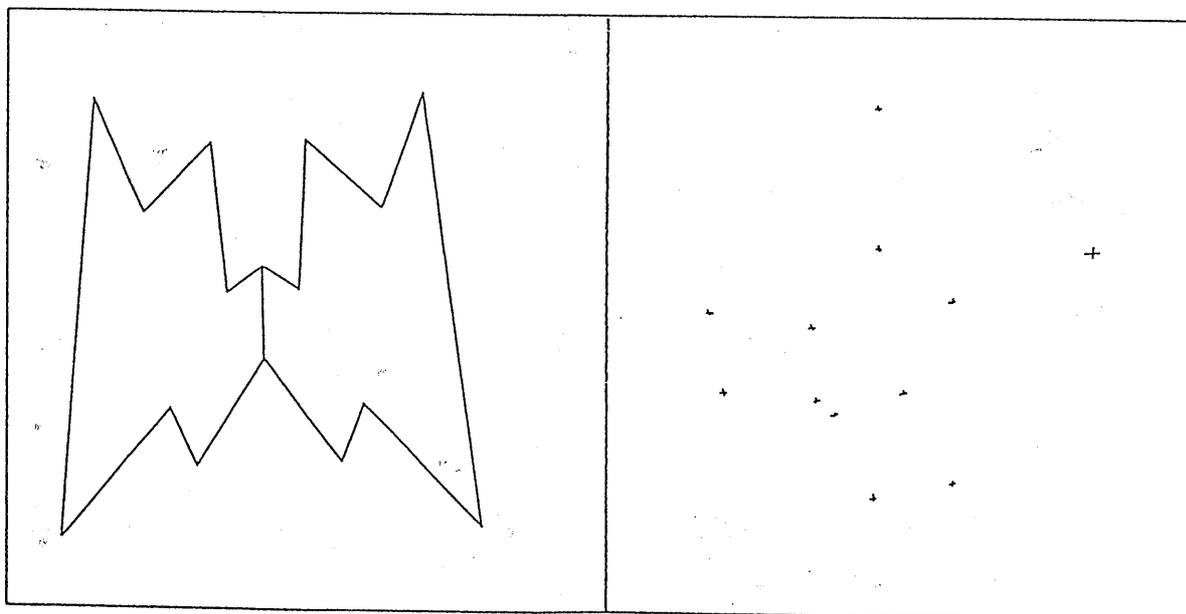
*" La classe est divisée en deux groupes, un groupe travaille sur les machines, l'autre groupe sur des fiches, au bout de 15 minutes les deux groupes permutent, les 15 dernières minutes sont consacrées au bilan.*

*Objectif : introduire la notion d'axe de symétrie, au début du cours sur la symétrie orthogonale.*

*Consigne à l'élève (sur machine) : tu vas piloter avec les touches fléchées un point jaune sur l'écran ; l'ordinateur, à sa manière, suit le déplacement de ton point avec un point rouge. Note sur la feuille les remarques que tu as envie de faire concernant ce que tu vois.*

*Consigne à l'élève (sur fiche) : examine bien les dessins sur chaque fiche, ils ont tous une particularité commune. Explique cette particularité et fais la apparaître sur chaque fiche."*

Deux fiches sont proposées dont voici une reproduction :



La situation telle qu'elle est proposée dans la documentation se limite donc à un premier niveau de "je pilote, j'observe".

A propos des conjectures, on peut s'attendre à ce que les élèves, après une manipulation sur ordinateur, repèrent l'existence de points violets associés à la "rencontre" des points jaune et rouge et l'alignement de ces points (ligne droite qu'on pourrait tracer si elle est verticale ou horizontale), et qu'ils fassent par ailleurs des remarques sur le déplacement respectif des points. Evidemment, l'enseignant doit veiller à ce que les élèves ne pilotent pas le point jaune uniquement d'un seul côté de l'écran par rapport à l'axe de symétrie.

Pour le travail sur fiches, la conjecture qu'on pourrait souhaiter est la superposabilité par pliage des deux parties de la figure donnée et le tracé d'une droite sur le pli.

Dans une phase de bilan, l'enseignant à travers des copies (couleurs) d'écran ferait remarquer que les "figures écran" sont également superposables par pliage selon la droite formée de points violets. Une formulation de la notion d'axe de symétrie est alors possible.

*Connaissances préalables :*

Aucune, puisqu'il s'agit de manipuler sur l'écran et d'observer ce qui se passe ou de faire des observations sur fiches, en vue de la découverte ou redécouverte de la notion d'axe de symétrie.

*Connaissances visées :*

Cette situation s'inscrit dans un scénario dont la première phase est une approche de la symétrie à partir de l'identification des axes de symétrie dans une figure.

La connaissance visée est essentiellement une première approche de la notion d'axe de symétrie : c'est une droite où les trajectoires de deux points symétriques se croisent, ils s'en éloignent et s'en rapprochent d'une façon similaire, et si l'on plie la figure ainsi formée selon cette droite, ses deux parties vont se superposer.

*Comparaison-apport P/C-Logi :*

L'apport principal du logiciel dans cette situation est la possibilité pour l'élève de faire évoluer la figure qu'il est en train de tracer. De ce fait, il va pouvoir rentrer via cette évolution possible dans un jeu expérimental constitué d'anticipations, d'émissions de conjectures et de tests. Bien sûr l'approche reste essentiellement perceptive et qualitative. Mais via le travail sur les copies d'écran (disponibles à tout moment) qui peut prolonger ce jeu, on peut obtenir des validations plus précises.

Nous avons souligné plus-haut que la situation décrite se situe à un premier niveau de type "observation, conjecture". Cependant, on pourrait sortir de ce premier niveau en inscrivant la situation dans une démarche d'anticipation après un premier pilotage libre censé permettre une familiarisation avec le logiciel. Ceci serait plus facile en reprise collective, l'enseignant pilotant le point jaune et demandant de prévoir comment le point rouge va se déplacer et pourquoi.

La validation sur écran serait alors forcément perceptive et approximative.

On pourrait essayer d'aller plus loin à travers une validation plus analytique sur des copies d'écran. C'est en effet ce que nous proposons avec la situation suivante.

*Proposition d'une deuxième situation d'enseignement pouvant être construite avec le logiciel :*

Un prolongement possible de la situation précédente, mais dans une phase plus avancée de l'enseignement de la symétrie orthogonale, est la situation de communication suivante :

- Un groupe d'élèves construit une figure (assez compliquée) en manipulant l'un des trois imagiciels, la visualise "bien" car il va devoir sur une copie d'écran (en noir et blanc) colorier les points conformément au tracé d'écran. Une variable possible est de garder l'écran pour tester la validité du coloriage ou de l'effacer.

- Faire une deuxième copie et la transmettre à un autre groupe qui (sans voir l'écran) doit la colorier en rouge, jaune et violet.

- Confronter les coloriages et expliquer ce qui se passe s'ils sont différents (erreur ou autre lecture).

On pourrait penser que les élèves du groupe qui pilote l'ordinateur vont avoir des figures qui traversent l'axe, tandis que les autres vont avoir tendance à colorier par demi-plans par rapport à l'axe. De toutes façons, il y a fort à parier que l'on aura pour une même copie d'écran noir et blanc des coloriages différents, que va donc se poser le problème de la validation des coloriages obtenus. Ceci supposera pour les élèves un travail à un autre niveau : différencier entre ce qui relève des erreurs et ce qui relève d'autres lectures possibles.

Les validations peuvent se faire par calque, pliage, si on est au début de l'enseignement et si on est à une phase plus avancée on peut demander aux élèves de numéroter les points de la figure en donnant le même numéro aux points qui se correspondent.

L'objectif de la situation est de déstabiliser, essentiellement à travers les échanges entre les élèves, la conception erronée qui veut que l'axe de symétrie partage le plan en deux demi-plans : objet et image, disjoints. L'inexactitude de cette conception peut être formulée explicitement dans une phase de bilan de cette situation.

L'apport essentiel de cette situation EAO par rapport à une situation similaire P/C (coloriages sur fiches préparées par le professeur.) est que les figures dans ce cas sont personnalisées.

Cette situation pourrait également être réalisée sans la présence du professeur. Les élèves pourront alors laisser libre court à leur imagination pour concevoir des figures puis les colorier de différentes façons, et ensuite tester la validité de ces coloriages en reconsultant l'écran ou en reconstruisant sur écran les différentes figures coloriées.

*χ- Nom du logiciel : "Calques Géométriques" (Topiques éditions, 1989)*

*Description et mode d'emploi :*

C'est un logiciel qui permet de construire des figures planes. L'accès aux différentes procédures de construction se fait à l'aide des menus déroulants suivants : "Construire", "Modifier", "Transformer", "Options", "Feuilles" & "Sorties"<sup>4</sup>.

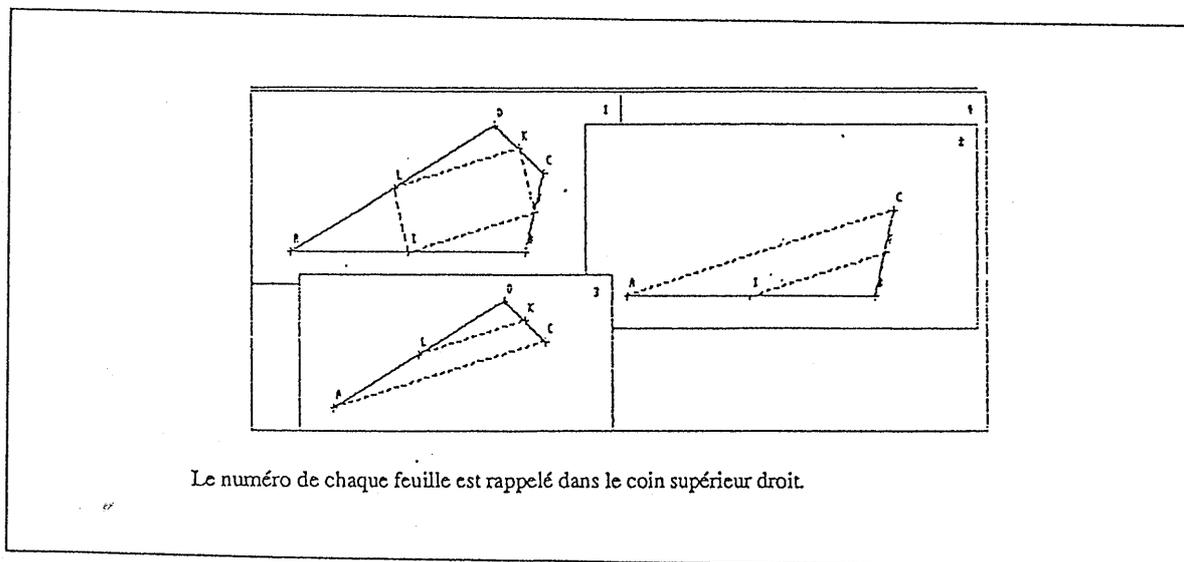
Le style (trait plein, tirets,...) de tracé des objets ainsi que leur nom éventuel sera demandé à l'utilisateur dès la création de ces objets. On peut revenir sur ces choix à tout moment.

<sup>4</sup>Le contenu de ces menus est donné dans l'Annexe "Logiciels 2".

Les relations entre objets géométriques sont conservées en mémoire et il est possible de déplacer un point de base tout en conservant ces relations.

La particularité de ce logiciel outil de constructions géométriques réside dans le fait qu'il est conçu sous forme d'un cahier de transparents pouvant être feuilleté facilement : il met à la disposition de l'utilisateur un cahier de neuf feuilles superposables. On pourra copier des éléments d'une figure d'une feuille à l'autre. La visualisation de chaque feuille se fait par appui sur une des touches de fonction, de F1 à F9. Un système de multi-fenêtrage permet de présenter simultanément plusieurs feuilles à l'écran.

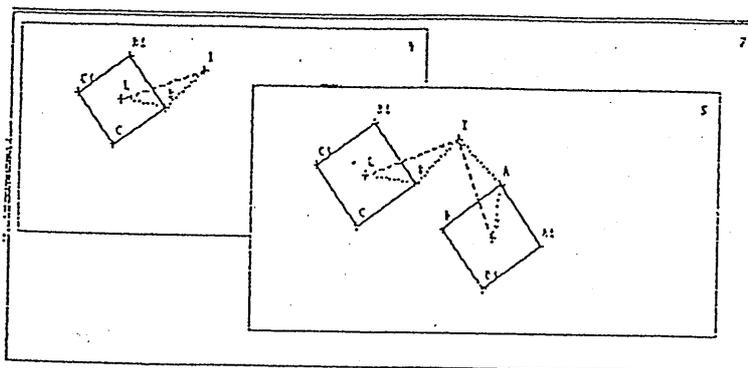
Ci-après une reproduction d'un exemple d'utilisation de ce logiciel donné par son concepteur (P. Bernat, 90) : Il s'agit d'identifier la nature du quadrilatère ayant pour sommets les milieux des côtés d'un quadrilatère quelconque.



Il est également possible d'observer (menu Transformer) l'effet, sur tout ou partie de la figure, des transformations étudiées au collège, comme on peut le voir sur l'exemple ci-après également donné par le concepteur.

A noter cependant qu'une fois construite, la figure transformée n'est pas gardée à l'écran. Elle disparaît dès que l'on passe à n'importe quelle autre action.

Des appuis successifs sur la touche '+' nous permettront de visualiser une rotation qui transforme le carré  $BB_1C_1C$  en le carré  $ADD_1A_1$ .



On observera les correspondances entre les différents points.

Ces options permettent d'expérimenter les transformations et non de construire une figure à l'aide de transformations. On pourra ainsi aider les élèves à reconnaître des correspondances entre certains éléments d'une même figure.

Le logiciel permet aussi l'étude des lieux géométriques, la sortie sur imprimante ou sur table traçante.

#### *Prérequis informatiques :*

Savoir manipuler des écrans à menus déroulants avec les touches du clavier ou la souris.

#### *Critique "qualité technique" :*

C'est un logiciel de bonne qualité technique et simple d'utilisation.

A noter qu'il n'est pas possible de visualiser, avec le menu Transformer, la transformation d'un cercle. Une autre "faiblesse" du logiciel est que, comme nous l'avons déjà signalé, on ne peut ni garder ni imprimer la figure obtenue après la visualisation de l'effet d'une transformation.

Un temps de familiarisation de plus d'une heure est à prévoir pour arriver à un niveau de souplesse satisfaisant dans l'utilisation des différents menus et des différentes "feuilles de Calques".

#### *Type du logiciel et usages possibles :*

C'est un logiciel ouvert, outil de constructions géométriques. Différents usages collectifs ou individuels sont possibles selon les situations d'enseignement prévues.

#### *Analyse a priori du contenu*

#### *Variables didactiques des figures et des tâches :*

Toutes les variables, sans aucune restriction, sont à la disposition de l'utilisateur, sauf celles concernant le support graphique qui est l'écran ou les copies d'écran (supports non quadrillés).

L'enseignant peut par conséquent favoriser le choix de telle ou telle valeur en fonction des objectifs qu'il se donne et des erreurs qu'il veut faire apparaître pour les rectifier.

*Procédures de construction :*

La visualisation des symétriques des figures est entièrement gérée par le logiciel, les traces de construction ne sont pas apparentes à l'écran.

Pour construire le symétrique d'une figure, il faut passer par le menu Construire (milieu, perpendiculaire, relier deux points, ...) pour symétriser les différents points "remarquables" de cette figure par le procédé de la médiatrice, puis les relier.

*Conceptions erronées qui risquent d'être renforcées (ou à déstabiliser) :*

L'enseignant a le choix de viser n'importe quelle conception erronée pour la déstabiliser.

Nous insistons dans cette analyse a priori sur deux aspects essentiels, nouveaux par rapport aux logiciels qui précèdent ( $\alpha$  &  $\beta$ ) et que nous essayerons de mettre en oeuvre dans les situations que nous allons proposer pour profiter au maximum des potentialités du logiciel. :

a- Dans les logiciel précédents, on se déplaçait sur un quadrillage (explicite ou implicite) en suivant les flèches et, même si la construction était à la charge de l'élève, elle restait liée à des déplacements sur quadrillage. Avec ce logiciel, comme avec d'autres logiciels outils de constructions géométriques, on a accès à des constructions qui simulent informatiquement les constructions aux instruments dont la maîtrise est visée par la géométrie du collège. On change donc complètement de cadre de travail.

b- Dans les logiciels précédents, on en restait à un niveau de validation perceptive. Certes, en particulier avec le second ( $\beta$ ), on pouvait déstabiliser des conceptions erronées et les procédures associées (éventuellement à travers des copies d'écran), mais on ne déstabilisait pas aussi facilement une approche qui aurait été une approche perceptive correcte de la symétrie, dont on connaît la résistance (cf. chp. 2).

Avec un logiciel outil de constructions géométriques, ici Calques géométriques, la possibilité de déplacer les points de base en gardant les relations géométriques de construction permet de disqualifier une géométrie perceptive, même globalement correcte, et de favoriser le saut vers une géométrie qui est une géométrie de construction et de validation pragmatique, de passer d'une géométrie du dessin à une géométrie de la figure (cf. Laborde & Capponi, 94).

Compte-tenu de ces remarques, il est naturel de proposer ci-après des situations qui se situent dans une deuxième phase de l'apprentissage, au moment où l'on vise des constructions exactes aux instruments.

*Situation d'enseignement pouvant être construite avec ce logiciel :*

La situation que nous proposons s'inscrit dans le cadre de l'apprentissage de la procédure ponctuelle (PP) de construction du symétrique d'une figure complexe. Elle intervient en deuxième ou troisième phase d'un scénario d'enseignement de la symétrie orthogonale (après les premières approches et les premières formulations).

L'utilisation de l'ordinateur est une utilisation collective de type "tableau interactif" en salle de cours : L'enseignant dispose d'un ordinateur couplé à un matériel de visualisation collective : retroprojection sur tableau blanc, ainsi que d'une imprimante.

Le déroulement à envisager est le suivant :

1) L'enseignant construit une figure (fi) formée d'un assemblage arbitraire de figures simples (fs), segments, triangles, quadrilatères<sup>5</sup>, choisies par les élèves. Il construit ensuite une droite oblique qu'il présente comme l'axe de la symétrie que l'on va effectuer.

Le degré de complexité de la figure est une variable à souligner dans cette situation. L'enseignant peut contrôler: le nombre d'éléments (fs) composant la figure (fi), leurs natures, leurs directions par rapport à l'axe et aux bords de l'écran ainsi que la fréquence de leurs chevauchements.

2) Il imprime la page écran contenant la figure (fi) et l'axe en un nombre d'exemplaires correspondant au nombre des élèves et il les leur distribue. Il leur demande de construire la figure symétrique sans plier les feuilles ni utiliser des calques.

Sur les copies d'écran, pliage et calques étant interdits, la procédure visée est la procédure ponctuelle basée sur le procédé de la médiatrice.

3) Après un certain temps dépendant de la complexité de la figure, l'enseignant demande aux élèves d'arrêter leur construction et il anime une discussion autour de la question : quelle la méthode la plus sûre et la plus rapide pour symétriser une figure compliquée ?

Il essaye de faire expliciter les démarches adoptées, identifier les difficultés rencontrées, faire ressortir les méthodes qui ont été les plus performantes, sachant qu'il y a de fortes chances que ceci amène les élèves à expliciter :

- l'intérêt de décomposer la figure objet complexe donnée en sous-figures élémentaires (décomposition d'autant plus accessible ici que c'est justement ainsi que la figure complexe a été construite avec les élèves),
- les méthodes de construction pour ces figures élémentaires, méthodes qui dépendent bien sûr du type des figures en jeu : droite, segment triangle,... et plus généralement ligne brisée fermée ou non, et à mettre en évidence, dans ce dernier cas, l'économie de la symétrisation des sommets de la ligne brisée.

---

<sup>5</sup>Les cercles sont à éviter car il n'est pas possible de visualiser la transformation effectuée sur un cercle.

4) Pour valider cette méthode, l'enseignant revient à l'ordinateur et recopie chaque (fs) en plus de l'axe sur une feuille écran.

Dans chacune de ces feuilles, il demande (menu Transformer) la figure symétrique de (fs) et par rétroprojection il trace sur le tableau blanc la figure globale ainsi obtenue [(fs) et sa symétrique]

Après avoir tracé (en les superposant) successivement toutes les figures globales ainsi obtenues, il revient à la première feuille [(fi) & axe] et demande le symétrique de la figure (fi) pour constater qu'il s'agit bien de la même figure obtenue par la superposition des figures précédentes.

A l'issue de cette dernière étape, l'enseignant peut soit institutionnaliser la méthode utilisée, soit piloter la même animation, cette fois sur les indications des élèves, avec d'autres figures (fi) de complexité variée. Il pourra en particulier partir de figures mémorisées pour que le travail d'identification en sous-figures simples d'une figure complexe soit vraiment un travail à la charge des élèves, ce qu'il n'était pas réellement dans la première situation.

*Connaissances préalables :*

- Reconnaissance aisée des figures géométriques de base : point, droite, segment, triangle, quadrilatère...
- Savoir ce que veut dire axe de symétrie, symétrique d'une figure.
- Connaître un procédé de construction du symétrique d'un point, éventuellement le procédé de la médiatrice (PM).

*Connaissances visées :*

Découvrir puis valider une méthode de symétrisation de figures complexes.

*Comparaison-apport P/C-Logi :*

Dans la situation proposée, le premier apport du logiciel est la possibilité de montrer à l'élève en temps réel les différentes étapes de construction des éléments (fs) de la figure (fi), ce qui pourra l'aider à les reconnaître a posteriori pour redécomposer la figure (fi) afin de la symétriser.

Un autre apport est la possibilité à n'importe quel moment (pour tester ou valider des conjectures) de recopier sur une feuille écran n'importe quel élément de la figure (fi) et demander à l'ordinateur (menu Transformer) de le symétriser, et ceci avec aisance et rapidité.

Cependant, cette situation n'exploite pas toutes les possibilités du logiciel. En effet la symétrie y fonctionne comme une transformation boîte noire dans le détail de laquelle l'élève ne rentre pas. L'ouverture du logiciel est en fait utilisée ici pour permettre des constructions d'objets géométriques variés, assemblés de façon plus ou moins complexe, visualiser l'effet sur ces assemblages de la symétrie orthogonale, en utilisant la possibilité du logiciel d'isoler aisément les différentes

composantes de la figure, et enfin contrôler pragmatiquement des tracés à la main faits sur copie d'écran.

D'où la proposition d'une seconde situation qui met, elle, en jeu des potentialités du logiciel qui n'ont pas été exploitées dans la première situation.

*Proposition d'une deuxième situation d'enseignement pouvant être construite avec le logiciel :*

L'objectif de la situation suivante est d'apprendre le procédé de la médiatrice pour construire le symétrique d'un point. Elle peut être réalisée après la phase des premières approches où les procédures de construction sont de type global (pliage, calques,...).

L'utilisation prévue est en "salle Informatique", en présence de l'enseignant. Les élèves sont sur des postes individuels (ou deux élèves par poste), l'enseignant donne les consignes au fur et à mesure du déroulement de la séance.

Le déroulement envisagé est le suivant :

1) L'enseignant donne les consignes suivantes aux élèves :

\*Construire, sur l'écran, une droite et un point M n'appartenant pas à cette droite, puis demander (menu Transformer) le symétrique M' du point M par rapport à la droite.

\*Faire varier la droite en déplaçant l'un des deux points qui ont servi à la construire et, pour chaque nouvelle position, demander le symétrique M' du point M.

2) L'enseignant demande aux élèves de faire des conjectures sur les positions relatives de la droite, de M et de M'. Il peut alors s'attendre à des conjectures de type : M et M' sont de part et d'autre de la droite, si M est sur la droite M' et est confondu avec M, la droite passe par le milieu de [MM'], la droite est perpendiculaire à (MM').

Pour valider pragmatiquement certaines de ces conjectures, il pourra faire appel aux possibilités de construction offertes par le logiciel. Par exemple, sur une autre feuille écran, copier le point M, créer un point N et demander (menu Construire) de tracer le milieu du segment [MN], puis tracer la droite perpendiculaire à (MN) et passant par ce point milieu, ensuite demander (menu Transformer) le symétrique de M puis celui de N par rapport à la droite ainsi tracé.

Il peut également faire varier la position de M ou de N puis redemander le symétrique de M ou de N.

L'enseignant pourrait à ce moment donner la définition de la médiatrice pour désigner la droite de symétrie et éventuellement passer à un travail papier/crayon avec règle/compas pour apprendre le procédé de la médiatrice.

Cette seconde situation exploite la possibilité de variation des points de base qui est une potentialité nouvelle (par rapport aux deux logiciels précédents) de ce logiciel.

L'apport essentiel du logiciel est qu'il prend en charge, dans la première phase, la construction et laisse à l'élève la possibilité d'observer plusieurs cas de figures (démarche perceptive par déplacement des points de base), ce qui lui permettra en deuxième phase de faire des conjectures. Le logiciel permet également de tester rapidement et pragmatiquement la validité des conjectures faites.

### III- RECAPITULATION ET SYNTHESE DES ANALYSES DES LOGICIELS

Nous faisons cette synthèse en reprenant deux questionnements de notre problématique au cours de cette première phase de la recherche :

1- Quel est le degré de prise en compte, dans les logiciels analysés, des caractéristiques de l'enseignement de la symétrie orthogonale et des connaissances didactiques concernant l'apprentissage de cette notion ?

Evidemment, cette interrogation ne concerne que les logiciels fermés et semi-ouverts, car les logiciels ouverts ne proposent pas un contenu particulier, et toutes les variables des tâches et des figures y sont à la disposition de l'enseignant.

2- La qualité des logiciels recensés et leur degré d'ouverture constituent-ils un véritable obstacle à leur adoption et leur intégration dans l'enseignement ?

Nous séparons dans cette synthèse les logiciels suivant leur groupe d'appartenance :

#### Les logiciels fermés :

Avec ce type de logiciels, nous sommes en présence d'un outil pédagogique qui propose, clé en main, une situation d'enseignement. Ceci doit avoir des effets sur la conduite d'une situation didactique construite autour de cet outil. Cependant, même dans ce cas, le logiciel ne définit pas intégralement la situation didactique, comme nous avons essayé de le montrer.

Si l'on considère les variables des situations disponibles dans ces logiciels, on ne peut manquer de remarquer que :

- Les axes de symétrie proposés sont soit horizontaux soit verticaux, ce qui peut renforcer chez l'élève les conceptions erronées et les procédures de construction fausses rattachées à ces directions privilégiées. De plus, l'axe est toujours au milieu de l'écran et les figures et leurs symétriques sont souvent disjointes, situées de part et d'autre de l'axe. Ce fait renforce l'utilisation de théorèmes en actes faux comme : "la figure symétrique est entièrement d'un même côté de l'axe" et "l'axe partage le plan en deux demi-plans disjointes, la symétrie ne peut opérer que sur des figures entièrement situées dans un même demi-plan".

- Les figures disponibles à l'écran sont constituées uniquement d'association de segments et de droites. Aucune courbe n'est proposée. Or nous savons que les figures présentant des courbes

(régulières ou non) peuvent engendrer des procédures de construction au jugé, généralement fausses. De plus, les directions privilégiées de ces segments sont l'horizontale et la verticale.

- Le fond de l'écran présente souvent un quadrillage implicite (déplacement par des flèches selon quatre directions horizontales et verticales) ou explicite, ce qui encourage les procédures de comptage.

Il est clair que ces logiciels fermés de première génération ont été conçus à une étape où les connaissances didactiques n'étaient pas encore prises en compte et où l'on était limité par certaines contraintes techniques informatiques, actuellement dépassées. Aujourd'hui, on ne peut considérer, vu les outils disponibles, qu'il s'agisse là de logiciels performants dans l'ensemble. Il est préférable sans doute de construire des tâches précises à partir de logiciels ouverts existants comme l'a fait par exemple E. Gallou dans le travail que nous avons cité plus haut.

Mais, même si ces logiciels ne semblent pas présenter un intérêt manifeste par rapport aux environnements P/C, nous pensons qu'ils peuvent être utiles pour certains élèves et contribuer à l'accélération de certains moments de l'enseignement. Ils sont conçus essentiellement pour un usage individuel et peuvent, en particulier avec ce mode, présenter un intérêt local pour l'enseignement : situations de remédiation, d'entraînement, de prise de contact et parfois de découverte par observation.

Dans cette optique, nous avons pu d'ailleurs construire des situations ponctuelles d'enseignement, avec ces logiciels, qui nous semblent raisonnables, et nous pensons que de telles situations ponctuelles, couplées avec d'autres situations P/C ou EAO, sont les mieux adaptées à ce type de logiciels.

#### Les logiciels semi-ouverts :

Dans les imagiciels que nous avons analysés, les procédures de construction sont entièrement prises en charge par la machine. Les variables des figures mises en jeu sont les suivantes :

- Les valeurs : verticale et horizontale de la variable "direction de l'axe" ne sont pas privilégiées par rapport à la valeur oblique.

- Les figures sont essentiellement formées de segments et éventuellement de cercles. Elles peuvent traverser l'axe. Les figures objet et image peuvent se croiser ou se confondre.

- Le fond de l'écran présente parfois un quadrillage implicite même s'il n'est pas toujours apparent. En effet, c'était un fait technique incontournable dans les premiers logiciels car les points se déplaçaient par bonds (horizontaux ou verticaux) sur des pixels

En général, la majorité des propriétés de la symétrie sont mises en oeuvre dans ces logiciels : invariance des points de l'axe, conservation des mesures et des longueurs, l'équidistance de l'axe des points objet et image, etc...

En résumant, nous pouvons dire qu'en général et sauf contraintes techniques : les valeurs des variables sont assez variées pour éviter le renforcement de certaines conceptions erronées, les différentes propriétés de la symétrie sont mobilisées, et ceci en plus d'une animation graphique qui met en valeur le caractère dynamique de la transformation.

Ce sont donc des logiciels tout à fait acceptables au niveau du contenu, bien adaptés a priori à des situations d'exploration de figures où ils permettent à l'élève d'élaborer des conjectures et ensuite de les tester.

Comme nous l'avons vu dans les situations que nous avons proposées, le prolongement par des activités P/C, notamment à partir de copies d'écran, permet de dépasser avec ces logiciels la seule dimension "exploratoire" et les validations perceptives.

Une différence marquante avec les logiciels fermés est que les imagiciels se prêtent particulièrement bien à un usage collectif de l'ordinateur (en tableau interactif) géré par l'enseignant et/ou par les élèves eux-mêmes, ce qui peut contribuer à donner une animation nouvelle à la classe.

Cet usage collectif, qui semble être favorisé par les logiciels semi-ouverts aussi bien que par les logiciels ouverts, pourrait-il mettre en défaut l'usage individuel ? Souvenons-nous que l'un des aspects mis en avant pour l'usage de l'ordinateur dans l'enseignement est justement la possibilité offerte d'un cheminement individuel à chaque élève.

Nous pensons qu'il y a de fait une complémentarité entre l'usage individuel et l'usage collectif, et qu'en construisant des situations intégrant ce type de logiciels, on peut alterner ou coupler les deux formes d'usage.

#### Les logiciels ouverts :

Avec les logiciels outils de constructions géométriques, on se retrouve face à un environnement ouvert à utilisation souple certes, mais qui se démarque nettement d'un environnement P/C autant au niveau des variables qui sont modifiables à volonté qu'au niveau de la spécificité des procédures de construction disponibles et des relations qu'elles mettent en jeu entre les différents objets de la figure. L'intervention de tels logiciels dans l'enseignement de la géométrie s'exerce, comme l'écrit B. Cornu, particulièrement sur trois plans : *"l'explicitation de propriétés en action, habituellement implicites dans la géométrie papier-crayon, la distinction entre ce qui relève de coïncidences perceptives et ce qui relève de propriétés géométriques, le statut de la démonstration en géométrie"* (Cornu, 92).

Ces environnements donnent accès à un large éventail de situations d'exploitation, mais aussi, et à la différence des imagiciels, à une variété de situations de validation, comme nous l'avons montré avec le logiciel Calques géométriques. On a notamment la possibilité d'invalider des constructions perceptives, correctes du point de vue perceptif, par le déplacement des objets, alors qu'avec les

imagiciels on pouvait déstabiliser plutôt des procédures erronées comme le rappel horizontal ou vertical.

De plus, les situations de validation à construire peuvent ne plus être purement perceptives, mais mettre en jeu des constructions géométriques. Citons à ce propos C. Laborde qui, en ce qui concerne la "validation de la production" d'un dessin avec Cabri-géomètre, écrit : *"L'environnement offre une validation pragmatique d'un Cabri-dessin satisfaisant à des conditions données. Il suffit pour cela que l'enseignant crée une macro-construction d'arguments les objets donnés du problème et réalisant la construction donnée. Par exemple dans le problème du tracé d'un carré de côté donné [AB], l'élève voulant vérifier sa production appelle une macro-construction préenregistrée de la construction d'un carré de côté donné, l'applique à [AB] et peut vérifier si sa production reste en coïncidence avec le carré solution lors du déplacement de A ou de B"* (Laborde & Capponi, 94).

Avec ce type de logiciels, de nouveaux enjeux sont soulevés à propos du statut des objets géométriques (qui doivent être conçus de façon plus fonctionnelle) et des notions mathématiques enseignées avec l'ordinateur. Les travaux de l'équipe LSD2/IMAG<sup>6</sup> de Grenoble sur la géométrie avec le logiciel Cabri-géomètre ainsi que ceux de l'équipe du CREEM à propos du logiciel Geoplan et des logiciels graphiques en général, en témoignent clairement.

A titre d'exemple, nous citons ci-après S. Hocquenghem qui souligne la confusion courante dans ces environnements entre "variable et valeur de la variable" :

*"Ainsi, par exemple, GEOPLAN refuse de créer la droite définie par deux points variables si les valeurs de ces points sont confondues ou de créer l'intersection de deux droites variables dont les valeurs sont parallèles. De même Imageo ou Cabri-géomètre refusent de créer l'intersection d'une droite et d'un cercle dont les valeurs ne se coupent pas au moment de la demande de création de l'intersection. (...) Ce refus de créations tient sans doute à un manque de précision dans les projets didactiques de ces logiciels : le dessin a été inconsciemment privilégié et le tracé immédiat de tout objet créé a déteint sur la logique."*

Le caractère spécifique de l'environnement d'un logiciel outil peut constituer un obstacle aux transferts de/vers un environnement papier-crayon (cf. Bellemain & Capponi, 92). L'adaptation de l'élève peut par exemple se traduire par la mise au point d'une combinaison de commandes dans les menus pour résoudre un problème posé sans que des connaissances ou des savoirs faire mathématiques jouent un rôle déterminant dans cette élaboration.

Citons à cet effet un commentaire donné par C. Laborde à propos d'une expérimentation du logiciel Cabri-géomètre avec des élèves de collège : *"Le vocabulaire relevé dans les échanges verbaux entre les élèves donnerait à penser que la géométrie du logiciel serait davantage pour eux une*

<sup>6</sup>LSD2 : Laboratoire de Structures Discrètes et Didactiques.

IMAG : Informatique et Mathématiques Appliquées de Grenoble.

*géométrie du Mécano : les relations géométriques sont des liaisons mécaniques entre éléments du dessin les solidarisant dans le déplacement, la recherche de ces liaisons pouvant se faire de façon empirique. Les stratégies observées certes montrent une coexistence du visuel et du géométrique mais cette dernière pourrait s'exercer davantage à d'autres niveaux plus avancés : le géométrique n'est mis en oeuvre que localement sous pression du visuel, les propriétés lues visuellement sont peu mises à l'épreuve à l'aide de connaissances géométriques." (Laborde, 94).*

L'identification, par l'élève, de la succession de commandes à utiliser (découverte par essais et adaptations successives) ne garantit donc pas en soi le statut des connaissances construites ni leur capacité de transférabilité à d'autres environnements. C'est pour cela que des phases de bilan et de mises en commun ainsi qu'un couplage avec un travail P/C devraient, à notre avis, être régulièrement effectuées au cours des séquences d'enseignement utilisant ces logiciels.

Ces outils sont puissants certes, mais demandent de la part de l'enseignant une familiarisation et une formation, tant pour maîtriser l'environnement et les impondérables d'une séance informatique que pour construire des situations exploitant bien leurs potentialités, interpréter les comportements des élèves et assurer l'intégration à d'autres environnements.

En effet, l'enseignant peut vivre les spécificités de ces environnement comme un handicap. Par exemple, en l'absence de formation suffisante, il peut avoir tendance à ne pas réellement exploiter, dans son élaboration de situations, les potentialités du logiciel et céder à la tendance naturelle qui consiste à construire quelque chose de proche de ce qu'on a l'habitude de faire en environnement papier-crayon. Il peut rencontrer alors des difficultés non rencontrées en papier-crayon, ou ne pas voir, à juste titre, un apport particulier du logiciel et, même s'il y a apport, juger qu'il est minime par rapport au coût de familiarisation avec le logiciel, de préparation et de passation de la situation EAO. De plus, la gestion en temps réel de situations intégrant ces outils puissants pourrait l'amener à une crainte constante de perte de contrôle de la situation.

Il est donc nécessaire de sensibiliser l'enseignant aux caractéristiques de préparation et de gestion différentes de situations intégrant ces logiciels, en prenant en compte le fait qu'il ne pourra pas simplement, pour ce faire, s'appuyer sur son expertise usuelle, expertise d'ailleurs implicite en grande partie.

Cette phase de familiarisation, voire de formation, peut être assez prolongée, donc coûteuse en "temps enseignant". Mais nous pensons que sans elle l'enseignant n'arrivera pas à bien exploiter un logiciel ouvert, il peut même le rejeter en lui reprochant d'être trop sophistiqué.

Avant de clore ce paragraphe, nous voudrions évoquer l'interrogation suivante qui concerne la majorité des logiciels analysés :

Dans des tâches de constructions de symétriques de figures, peut-on reprocher aux logiciels de prendre en charge la construction et de faire ainsi disparaître la manipulation des instruments de tracé P/C qui jouent un rôle non négligeable (*cf. Laborde, 88 & 89*) dans la construction de connaissances chez l'élève ? Ou, au contraire, en déchargeant l'élève de ces manipulations, parfois coûteuses, les logiciels lui permettent-ils de s'investir plus dans des activités d'exploration et d'émission/validation de conjectures, donc dans un fonctionnement plus conceptuel et moins technique ?

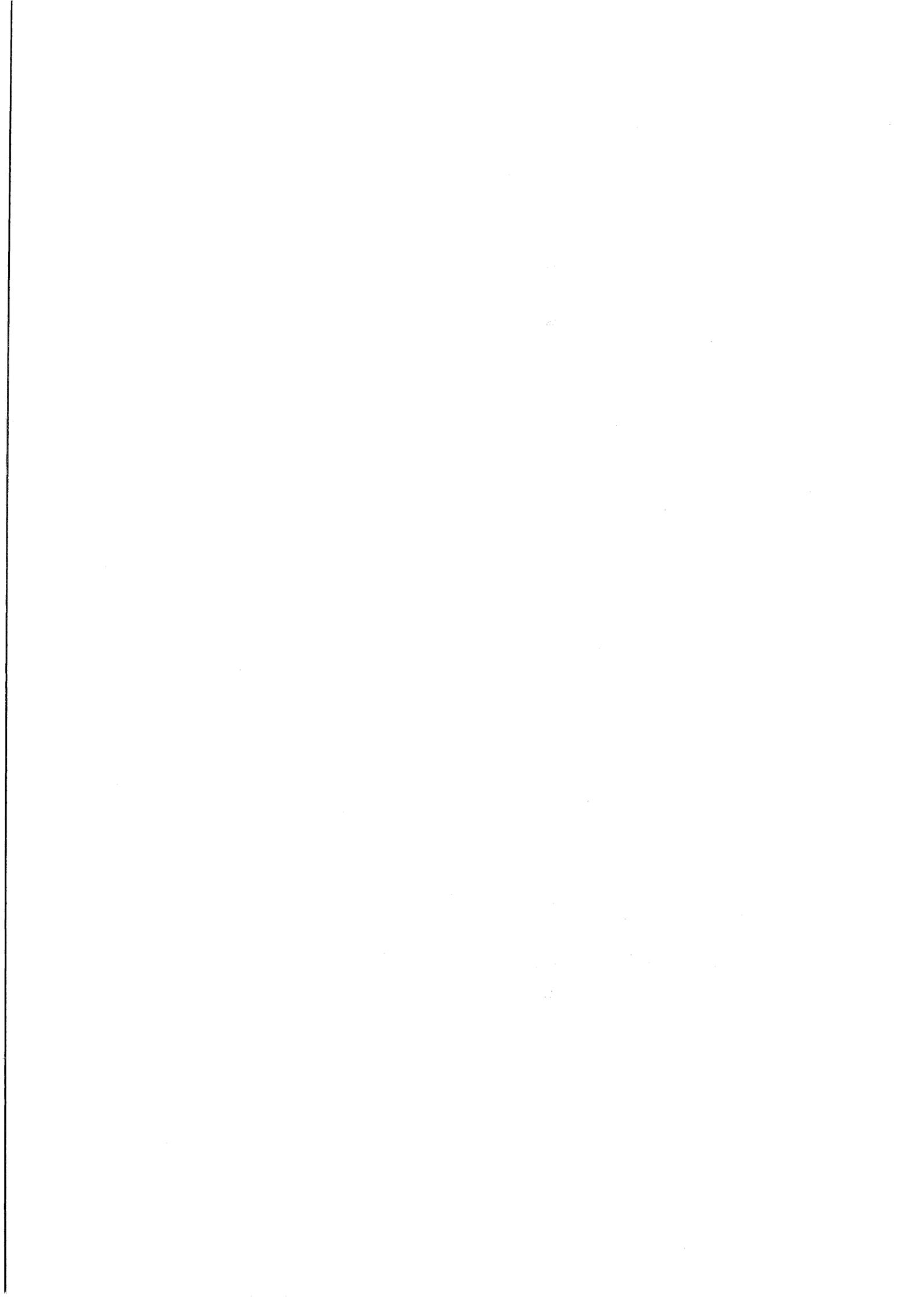
Des recherches actuellement menées en géométrie ou dans d'autres domaines mathématiques (*DLC/DIDIREM, 94*) tendent à montrer que le seul fait de prendre en charge les aspects techniques et calculatoires d'une tâche, ne suffit pas pour garantir la possibilité d'un travail plus stratégique et plus conceptuel. Les rapports entre technique et conceptuel, comme entre aspect "processus" et aspect "objet" sont beaucoup plus dialectiques et à un certain niveau, une réalisation effective technique au moins partielle peut être le support nécessaire d'un travail à un autre niveau. C'est pourquoi, dans les situations que nous avons proposées, nous avons essayé dans la mesure du possible, de jouer souplesment sur ces dimensions, en particulier par le couplage ou le prolongement à partir de travaux sur des copies d'écran. En effet, nous croyons en la nécessité de coupler, le plus fréquemment possible, le travail sur ordinateur avec le travail P/C. Ceci, à notre avis éviterait la discrimination d'un mode de travail par rapport à l'autre et permettrait à l'enseignement de profiter des spécificités de chacun de ces modes.

Pour terminer, rappelons que les logiciels que nous avons recensés et analysés dans cette partie correspondent essentiellement aux deux premières périodes de grande diffusion de l'outil informatique dans l'enseignement des mathématiques.

A l'heure actuelle, l'évolution des matériels et de la réflexion ambiante permettent de commencer à disposer :

- de logiciels fermés plus interactifs s'orientant vers un traitement qui se veut "intelligent" (Intelligence Artificielle) des réponses de l'élève,
- de logiciels semi-ouverts également plus interactifs conçus sous forme d'environnements ouverts adaptables à un nombre plus varié de situations d'enseignement,
- de logiciels ouverts de plus en plus conviviaux à utilisation plus souple, qui offrent des réponses diversifiées aux différents besoins pédagogiques et qui essaient d'exploiter à ces fins les techniques informatiques les plus évoluées (par exemple : coupler un logiciel outil de constructions à un tutoriel "intelligent" de démonstrations géométriques).

L'évolution ne concerne pas uniquement les logiciels, elle se manifeste également au niveau du matériel informatique (les établissements sont de mieux en mieux équipés), et des documents dont peuvent disposer les enseignants pour soutenir l'intégration de l'outil informatique. Nous reviendrons sur ce point dans le dernier chapitre de cette thèse.



## CONCLUSION DE LA PARTIE A

Nous avons fourni dans cette première partie de notre travail des éléments qui tendent à prouver que la qualité des logiciels pédagogiques n'est pas un obstacle majeur à une intégration réfléchie de ces outils informatiques dans l'enseignement.

Comme nous l'avons montré, les caractéristiques "externes" d'un logiciel constituent souvent l'élément clé de son évaluation. Et si l'on utilise des moyens d'évaluation qui montrent des recours techniques complexes (cf. par exemple, grille (b), chp.1) pour analyser des logiciels "fermés" ou "semi-ouverts", comme ceux que nous avons considérés ici, nul doute que ces logiciels risquent de paraître très sommaires. Mais, comme nous avons aussi essayé de le montrer (chp.3), ils n'en sont pas moins des supports potentiels intéressants pour l'enseignement à condition que la conception de scénarios les intégrant soit bien travaillée. De tels logiciels peuvent donc paraître "extérieurement" non intéressants et pourtant pouvoir trouver une place raisonnable dans un scénario d'enseignement. Ils peuvent également s'avérer plus simples d'utilisation et plus accessibles pour une action locale que des logiciels plus puissants. Ces derniers sont effectivement en général "extérieurement" attrayants mais leur utilisation efficace peut nécessiter une grande phase de familiarisation que l'enseignant "ordinaire" ne possède pas en général, donc être, en dépit de leur intérêt, moins aisément intégrables.

Ceci confirme notre hypothèse qu'en préalable à la construction de situations d'enseignement, une analyse interne d'un logiciel cherchant à exploiter les potentialités mises en évidence et à dépasser les limites évidentes, est un maillon clé de l'utilisation de logiciels dans l'enseignement des mathématiques.

Cependant, il n'en reste pas moins que beaucoup d'échecs en informatique pédagogique ont été attribués (sans doute très rapidement, au vu de ce qui précède) à la "médiocrité" des logiciels produits au cours des deux premières périodes de grande diffusion, et continuent d'ailleurs à l'être. De plus, du côté du matériel (hard), l'évolution technique a rendu caduque l'utilisation des premiers équipements : les nanoréseaux, objets de critique du fait notamment de leur peu de fiabilité, mais auxquels les enseignants s'étaient plus ou moins adaptés.

Ceci explique la méfiance qui s'est installée dans le milieu enseignant.

Depuis peu d'années (troisième période), concepteurs de logiciels et formateurs d'enseignants cherchent à sensibiliser les enseignants aux vertus de l'EAO en leur montrant des logiciels assez sophistiqués certes, mais plus conviviaux et tournant sur un matériel plus performant, cependant

que les établissements scolaires se dotent de machines plus évoluées que les premières et plus fiables.

Cette sensibilisation nous paraît bien fondée : les "nouveaux" logiciels sont généralement des produits de type "ouvert" ou "semi-ouvert" qui s'adaptent à diverses situations d'enseignement et qui laissent plus de marges de manoeuvre à l'enseignant.

En revanche, c'est une évidence de dire que le progrès technologique dans le domaine est tellement rapide qu'avant même d'avoir épuisé toutes leurs ressources les nouvelles machines risquent d'être dépassées.

Ce "second souffle" de l'informatique destinée à l'enseignement semble a priori nous amener à repenser notre problématique puisqu'il implique un changement dans nos objets de recherche. Mais l'évolution des produits informatiques (hard & soft) va-t-elle vraiment permettre une véritable poussée des utilisations pédagogiques de l'ordinateur ? Pour l'instant, ceci ne semble pas être encore le cas.

En fait, toute cette première phase de la recherche nous amène à proposer l'hypothèse suivante : L'évolution de la qualité des logiciels ainsi que celle du matériel informatique n'améliorera que superficiellement l'état de l'UPO. Si elle n'est pas associée à une évolution des stratégies pédagogiques, l'utilisation de machines plus performantes et de logiciels innovants, ne changera en rien la situation ambiante.

Dire évolution c'est dire variabilité, mais nous pensons qu'il y a des éléments permanents dans les causes de la faible pénétration des produits informatiques dans l'enseignement des mathématiques (au collège et ailleurs).

Un facteur permanent nous semble être l'attitude et les compétences des enseignants dans le domaine de l'UPO :

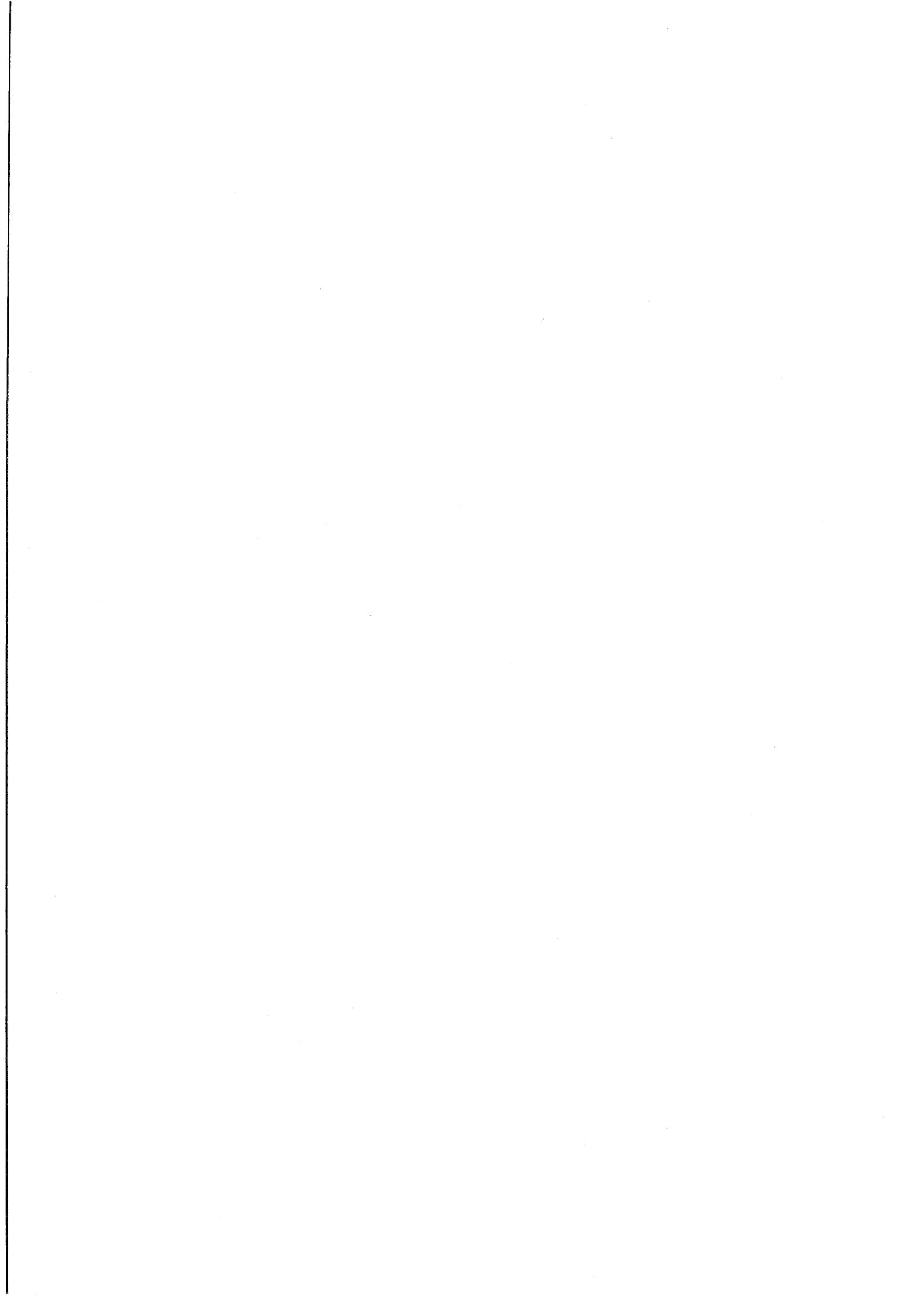
- Sont-ils convaincus de l'efficacité de l'EAO par rapport à un enseignement papier-crayon traditionnel ?
- Savent-ils se servir de l'informatique là où elle apporte ou semble apporter réellement un plus par rapport aux outils traditionnels de l'enseignement ?
- Ont-ils les moyens d'analyser les possibilités des logiciels existants par rapport aux problèmes rencontrés dans leur enseignement ?
- Sont-ils sensibilisés à la non-transparence des environnements informatisés ?
- Savent-ils gérer la variété des modes d'intégration des outils informatiques dans leur enseignement ?
- Est-ce-que la formation qu'ils ont reçue et qu'ils reçoivent leur fournit un bagage suffisant pour concevoir des situations d'EAO gérables avec succès en temps réel ?

- Sont-ils préparés à (sur)vivre au milieu d'outils pédagogiques en évolution rapide ?

Bref, quelle maîtrise ont-ils de l'instrument informatique pour remplir leurs tâches d'enseignement de manière plus efficace (à leurs propres yeux) et sans trop augmenter leur charge de travail ?

Si la maîtrise de l'instrument est une tâche en elle-même, qui s'ajoute à la tâche d'enseigner, elle a toute chance d'être marginalisée par l'enseignant.

Ces questions, ainsi que d'autres de même nature, sont le noyau de la deuxième et de la troisième phase de notre travail que nous exposerons dans la partie B suivante.



## **PARTIE B**

# **LA CONSTRUCTION DE SEANCES D'EO DANS LES PRATIQUES ET DANS LA FORMATION DES ENSEIGNANTS**

### **Introduction**

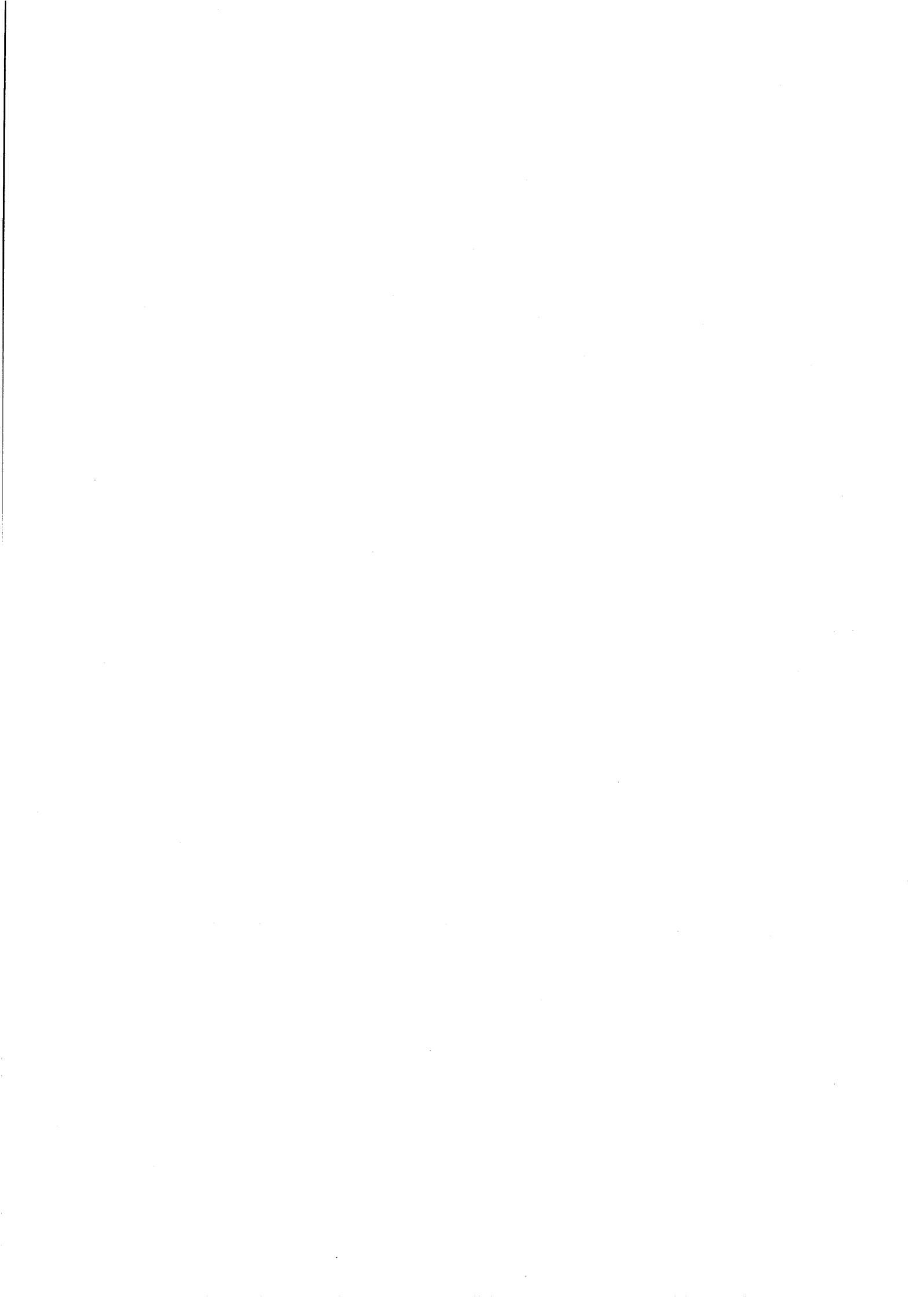
**Chp.1 : Grille d'analyse d'un logiciel et de préparation de séances d'enseignement  
l'intégrant**

**Chp.2 : Expérimentation de la grille au sein d'un public à profils contrastés**

**Chp.3 : Expérimentations et catégorisations au sein de publics de stages UPO en  
mathématiques**

**Chp.4 : Repérages dans le système de formation UPO en mathématiques : contenus de  
formation et pratiques de formateurs**

### **Conclusion**



## INTRODUCTION DE LA PARTIE B

Le travail présenté dans cette partie correspond à une période s'étalant entre 1990 et 1993, et qui correspond à la deuxième et la troisième phases de la recherche (cf. introduction générale).

Notre premier objectif était de cerner les mécanismes que les enseignants mettent en oeuvre pour choisir ou rejeter un logiciel et pour préparer une séance ou un scénario d'EAO

Nous avons construit à cet effet un outil méthodologique et expérimental sous forme d'une grille d'analyse adaptée aux logiciels déjà choisis (cf. partie A, chp.3), incluant des éléments d'analyse didactique qui permettraient d'identifier les variables didactiques des logiciels et des tâches qu'ils proposaient ou favorisaient ainsi que de rentrer dans le détail de la prévision de scénarios EAO intégrant ces logiciels.

Cet outil utilisé par un enseignant avait à nos yeux deux rôles :

- nous fournir des renseignements sur la façon qu'il a d'évaluer un logiciel, de prévoir des scénarios d'enseignement intégrant ce logiciel et d'anticiper la gestion de la classe au cours des séances EAO prévues.
- lui faire prendre conscience des caractéristiques des environnements informatisés et lui fournir une aide potentielle pour la préparation et la gestion de situations EAO.

Un troisième rôle s'ajoutera par la suite à ces deux initialement prévus à savoir : celui d'outil pouvant à la fois servir à regarder le système de formation aux Utilisations Pédagogiques de l'Ordinateur (UPO) et éventuellement intervenir dessus.

Les premières expérimentations que nous avons réalisées après la construction de la grille, ont eu lieu avec des enseignants engagés dans des actions de recherches en didactique des mathématiques, ou de formation IREM, c'est-à-dire avec un "public privilégié", à profils variés tant du point de vue informatique que didactique. Ces expérimentations ont donné lieu à des résultats locaux correspondant aux différents profils, et à des résultats comparatifs plus significatifs. Elles nous ont également amené à remanier la grille.

Après ces premières expérimentations, nous nous sommes tournée vers les stages UPO qui nous semblaient les lieux les plus appropriés pour mieux tester la validité de la grille en tant que produit de recherche destiné à un usage dans l'enseignement ainsi qu'en tant qu'outil de recherche sur l'usage de l'informatique par des enseignants "standards".

A cet effet, nous avons fait passer la grille lors de la dernière séance d'un stage de formation UPO organisé par l'IREM de Paris 7. Les premiers éléments recueillis nous ont poussée à faire passer la grille lors de la première séance d'un autre stage de même type.

Les résultats de ces expérimentations "public stages", même s'ils n'étaient pas sans apport, n'ont pas correspondu à nos attentes. De plus, ils n'étaient pas directement comparables aux résultats obtenus lors des premières expérimentations "public privilégié".

Ceci nous a amenée à porter un regard différent sur la totalité des expérimentations. Ce regard intègre une dimension dont l'importance nous avait échappé au début :

Les enseignants qui avaient participé aux premières expérimentations "public privilégié" n'étaient pas en situation de formation. De plus, certains d'entre eux étaient des formateurs considérés comme des experts et questionnés sur la base de cette expertise reconnue. Par contre, les enseignants qui ont participé aux secondes expérimentations "public stages" étaient en situation de stagiaires en formation et non d'enseignants en exercice. Pour ces derniers, il est très probable que la position de "stagiaire" a pu avoir un impact non négligeable aussi bien sur leurs attitudes que sur leurs réponses.

Ce fait nous a poussée à prendre du recul par rapport au travail effectué jusqu'alors.

Nous avons commencé à nous intéresser directement au système de formation des enseignants aux Utilisations Pédagogiques de l'Ordinateur. Il s'est révélé être un terrain touffu dans lequel nous avons décidé de nous engager en "éclaireur".

En effet, les systèmes de formation en UPO sont encore des terrains très peu exploités par la recherche didactique et très peu présents dans la littérature.

A travers les quelques documents que nous avons trouvés, nous avons essayé de donner un premier éclairage sur ces systèmes et leur évolution depuis 1986.

Cette recherche bibliographique est allée de pair avec une relecture des grilles remplies au cours des deux expérimentations "public stages".

Ceci nous a conduite à élaborer une classification a priori des enseignants stagiaires. Nous avons alors construit une fiche de saisie des informations des grilles remplies permettant d'identifier la catégorie à laquelle appartenait chacun des stagiaires. Ce qui nous a permis de tester la validité des hypothèses de classement et d'affiner les caractéristiques de chaque catégorie.

Dans un deuxième temps, nous avons voulu donner un autre type d'éclairage sur le système de formation en UPO, à travers ses principaux acteurs : les formateurs. Des discussions et des échanges avec ces derniers nous ont amenée à établir des modèles de contenus de formation existants et à zoomer sur les liens qui existent entre :

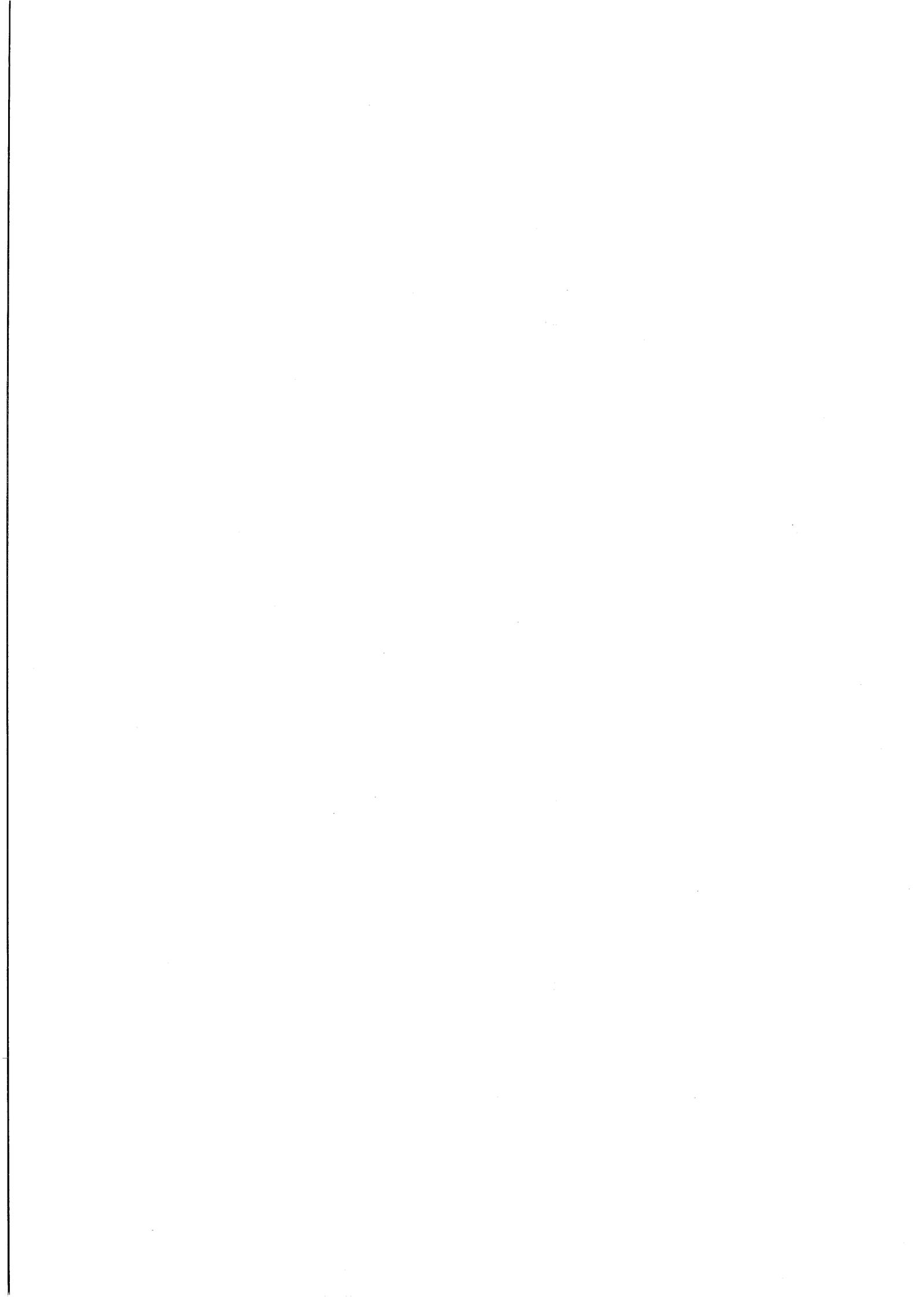
- la formation et les représentations des formateurs,
- les contenus et les pratiques de formation,
- le public des stagiaires vu à travers la classification antérieure.

La validité de ces modèles, analyses et hypothèses, qui résultent d'une recherche à caractère méthodologique, reste à tester dans une recherche postérieure.

Nous présentons cette deuxième partie de notre travail de recherche en deux groupes de deux chapitres :

- Le premier groupe correspond à la continuation directe du travail présenté au cours de la première partie de cet ouvrage (Partie A). Il est formé d'un chapitre consacré à la conception et la réalisation de l'outil "grille d'analyse", suivi d'un chapitre consacré au compte rendu des premières expérimentations au sein du "public privilégié" à profils contrastés.
- Le deuxième groupe correspond à l'orientation de la recherche vers le système de formation UPO. Il est formé d'un chapitre portant sur une catégorisation du "public stagiaires", suivi d'un chapitre rendant compte des repérages que nous avons effectués et qui concernent les pratiques et les contenus de formation.

La conclusion de cette partie s'oriente en particulier vers des propositions d'amélioration de la formation des enseignants en UPO : adaptation des formations aux profils et aux attentes des stagiaires, prise en compte du temps long de formation, etc...



**PARTIE B**  
**CHAPITRE 1**  
**GRILLE D'ANALYSE D'UN LOGICIEL ET DE PREPARATION DE**  
**SEANCES D'ENSEIGNEMENT L'INTEGRANT**

Comme nous l'avons précisé dans l'introduction, la première phase de notre recherche nous a conduite à chercher à construire une grille d'analyse de logiciels qui permette, mieux que les grilles existantes, d'aider un enseignant à analyser un logiciel, à décider en fonction de cette analyse d'accepter ou de rejeter ce logiciel puis, en cas d'acceptation, à l'intégrer à son enseignement. Mais, vu le travail de recherche que nous voulions mener, cette grille était également pour nous un instrument expérimental qui, utilisé avec un enseignant à propos d'un logiciel donné, devait nous fournir des renseignements précis :

- sur sa façon d'évaluer un logiciel et sur le rôle respectif joué dans cette évaluation, par une analyse de type technique et ergonomique, par une analyse de type pédagogique et par une analyse didactique, prenant en compte les connaissances mathématiques potentiellement en jeu dans le logiciel,
- sur sa façon de construire des scénarios d'enseignement intégrant ce logiciel, le degré avec lequel ces scénarios arrivaient à se démarquer de scénarios papier-crayon pour exploiter réellement les possibilités offertes par le logiciel du point de vue de l'apprentissage, tant au niveau des contenus que de la gestion, sur la sensibilité de l'enseignant enfin aux problèmes liés à la gestion d'environnements informatiques d'apprentissage.

Au point où nous en étions de la recherche au moment où nous avons commencé à concevoir la grille, il était clair pour nous qu'il ne pouvait s'agir d'un produit généraliste, mais qu'il fallait le penser comme un outil adapté à un ensemble limité de logiciels concernant le domaine que nous avons choisi d'étudier : l'enseignement de la symétrie orthogonale au début du collège. Vu les logiciels dont nous disposions à l'époque, logiciels analysés dans le Chapitre 3 de la partie précédente, on peut considérer que nous avons en fait construit au départ une grille plus particulièrement adaptée à des logiciels associés à des situations de construction de symétries de figures planes et, qui plus est, à des logiciels à "activités fermées" ou "semi-ouvertes" où le contenu était explicité. Dans la suite de notre travail, nous avons été amenée à modifier la grille pour qu'elle puisse fonctionner également avec des logiciels ouverts permettant entre autres activités, des activités de construction. Même si nous pensons que des adaptations plus larges de la grille sont tout à fait possibles, nous n'aborderons pas ici cette question, préférant conduire notre étude à

propos d'un ensemble cohérent et bien circonscrit de tâches et de logiciels.

Nous avons conçu l'outil "grille" en deux parties :

\* La première correspond à l'analyse "externe" identifiée dans les fiches d'évaluation que nous avons déjà analysées (partie A, chp. 1) ; elle est élaborée à partir de la synthèse de ces fiches.

\* La deuxième intègre une dimension "interne" d'analyse de logiciels, déjà abordée (partie A, chp. 3), à une analyse a priori, à coloration didactique, de situations EAO.

Bien sûr, pour construire cette deuxième partie, nous nous sommes basée sur des résultats et outils (cadre théorique et méthodologique) du champ de la didactique des mathématiques, sans nous limiter aux recherches portant sur la symétrie orthogonale que nous avons déjà synthétisées (partie A, chp. 2).

## **I- APPORT DES RECHERCHES EN DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES A LA CONCEPTION DE LA PARTIE "ANALYSE INTERNE" DE LA GRILLE**

Nous avons eu recours pour cette partie d'analyse interne des logiciels à deux types de sources didactiques :

- des théories didactiques générales ainsi que les outils que les didacticiens ont mis au point pour analyser a priori une situation d'enseignement,
- des résultats de recherches didactiques dans le domaine de l'EAO (en mathématiques).

Nous précisons dans ce paragraphe comment ces deux composantes ont joué dans la construction de la grille.

### **I.1 Théories et outils didactiques généraux**

A ce niveau, nous nous sommes principalement appuyée sur la théorie des situations didactiques et plus précisément sur la notion d'analyse a priori des situations didactiques qui s'est développée dans le cadre de cette théorie. En effet, comme nous l'avons précisé dans l'introduction, nous avons organisé la partie analyse interne de la grille, non pas autour d'une analyse didactique "abstraite" du logiciel, mais autour d'une activité quotidienne de l'enseignant : la préparation d'une séance d'enseignement. Or l'analyse a priori est, pour le didacticien, un outil fondamental pour la construction raisonnée de situations d'enseignement, cette construction incluant notamment l'identification et le pilotage des variables didactiques de la situation, une anticipation des comportements possibles des élèves et des significations que l'on peut leur associer en termes de connaissance, compte-tenu des caractéristiques de la situation. Comme l'écrivent Mercier et Salin (*Mercier & Salin, 1988*) :

*"L'analyse a priori vise à produire une description pertinente des formes de vie scolaire d'un savoir mathématique donné, en recherchant les caractères de la situation qui influent sur la forme et la signification des comportements manifestes vis à vis de ce savoir (ceux de ces caractères qui sont sous le contrôle du maître sont les variables didactiques). Elle cherche aussi à comprendre les relations de ces savoirs (institutionnellement en jeu) avec les savoirs anciennement présentés et les savoirs personnels des acteurs du système didactique."*

On trouve dans la littérature didactique, divers questionnements proposés comme trames à l'analyse a priori des situations didactiques, ces questionnements étant plus ou moins contextualisés, adaptés à tel type de situation, tel type de gestion, tel niveau d'enseignement.

Pour notre travail, nous retiendrons qu'ils sont généralement organisés autour de deux pôles :

- d'une part l'analyse de la ou des situations mathématiques successives qui servent de support à la situation didactique, souvent dénotées situations-problèmes et des rapports que les élèves peuvent y nouer avec le savoir dans un fonctionnement a-didactique,
- d'autre part l'analyse de l'organisation et de la gestion de cette ou ces situations mathématiques, intégrant plus directement l'enseignant et son intentionnalité didactique.

L'analyse a priori conduit ainsi à interroger d'abord la situation didactique en termes de savoir : quels sont les objectifs de la situation, les savoirs et connaissances visés, en quoi les variables de la situation garantissent-ils que les connaissances visées peuvent être mises en oeuvre, sont en quelque sorte optimales pour la résolution des problèmes posés, avec quelles connaissances sont-elles susceptibles d'entrer en compétition ?

Elle conduit à s'interroger aussi sur les rapports que les élèves peuvent nouer avec ce savoir, compte-tenu des connaissances qui sont les leurs, des moyens d'anticipation, de décision, de contrôle et de validation dont ils disposent et sur les comportements et possibilités d'apprentissage qui peuvent en résulter.

Elle conduit enfin à s'interroger sur la gestion de la situation, la place de l'enseignant dans le fonctionnement de la situation didactique et ses effets potentiels : quelles sont les différentes phases de la situation didactique, comment sont-elles organisées, négociées et articulées, quels rôles joue l'enseignant dans le scénario construit : en tant que responsable de la dévolution des activités proposées, des institutionnalisations prévues mais aussi en tant que médiateur des rapports des élèves aux savoirs visés, en tant qu'acteur de la validation et de l'évaluation ? Comment ses interventions peuvent-elles affecter le fonctionnement de la situation ? Comment se répartit en fait dans la situation ce qui est à la charge de l'élève et ce qui est à la charge de l'enseignant et quels effets cette répartition est-elle susceptible de produire ?

Dans notre recherche, les situations didactiques en jeu seront essentiellement basées sur des

situations-problèmes d'action ou de validation, organisées autour de la construction de figures symétriques. Par conséquent, le questionnement d'analyse a priori que nous allons adopter sera adapté à de telles situations. En particulier, nous y ferons intervenir ce que les recherches didactiques sur la symétrie orthogonale nous ont appris concernant les variables didactiques des situations de construction, les procédures de construction correctes et erronées utilisées par les élèves et les conceptions qui les sous-tendent.

Ainsi, dans notre grille d'analyse, quand nous demandons à l'enseignant de décrire une situation EAO, d'analyser le fonctionnement des savoirs mathématiques en jeu et de prévoir la gestion de cette situation, nous lui demandons de réaliser en quelque sorte, sur la base du questionnement fourni, une analyse a priori de la situation qu'il envisage d'organiser avec le logiciel. Nous sommes bien consciente que la technique de l'analyse a priori, si elle est familière aux didacticiens, ne l'est pas en revanche aux enseignants qui, même s'ils préparent soigneusement leurs séances d'enseignement, prennent l'essentiel de leurs décisions en temps réel. Nous ne nous attendons donc pas à obtenir dans les réponses, le détail et la précision que l'on attendrait d'une véritable analyse a priori. Cependant, nous faisons l'hypothèse que les questions que nous posons à l'enseignant dans la grille, même si elles ne correspondent pas aux questions qu'il se poserait spontanément, d'une part peuvent prendre sens pour lui et nous apporter, via les réponses fournies, les informations que nous recherchons, d'autre part constituer pour l'enseignant une aide réelle en l'aidant à se projeter dans la situation qu'il envisage de réaliser, à mieux envisager les choix qu'il peut avoir à faire, les marges de manoeuvre dont il dispose, à anticiper certains problèmes éventuels.

## **I.2 Résultats des recherches didactiques dans le domaine de l'EAO (en mathématiques)**

Ces résultats sont essentiellement articulés autour de trois pôles : l'activité de l'élève et l'interactivité élève-machine dans de tels environnements, la nature des objets mathématiques mis en jeu dans des situations EAO et la gestion par l'enseignant de telles situations.

Vu l'objectif de cette phase de la recherche, nous nous limiterons ici aux résultats concernant l'enseignant et nous les présenterons organisés par rapport à quelques lignes directrices :

### **a- Le caractère insécurisant pour l'enseignant non-expert des situations EAO**

Différents travaux de recherche tendent à confirmer le caractère insécurisant pour l'enseignant (non expert EAO) d'une situation EAO. Cette insécurité apparaît liée d'une part à la crainte de ne pas arriver à faire face aux difficultés imprévues de nature informatique pouvant survenir dans une telle séance. D'autre part, elle apparaît liée aux changements produits par le travail en environnement informatique sur les mécanismes de gestion de classe et à la sensation de perte de contrôle qui peut en résulter pour l'enseignant. Ces changements sont particulièrement sensibles

lorsque l'ordinateur ne fait pas l'objet d'une utilisation collective. Ils se traduisent notamment par une plus grande difficulté de l'enseignant à reprendre la main, donc à piloter l'avancée du temps didactique, ce qui peut engendrer chez l'enseignant un sentiment de perte de temps (un élément très précieux pour l'enseignant). Ce phénomène est souligné par exemple par Artigue (Artigue, 90) à propos d'une recherche menée avec le logiciel Euclide et l'auteur en déduit la nécessité pour l'enseignant d'une préparation plus soignée des situations d'enseignement : *"L'incertitude de l'enseignant par rapport à la situation EAO qu'il va vivre est augmentée, ses moyens d'action habituels en partie mis en défaut. Pour contrebalancer ce phénomène, une préparation beaucoup plus précise des séances s'impose ; une préparation qui concerne non seulement le contenu mathématique engagé mais aussi le contenu informatique et plus généralement les problèmes de communication avec la machine. S'impose aussi la nécessité de prévoir une gestion des bilans et de l'institutionnalisation compatibles avec ce fonctionnement informatique"*.

Dans plusieurs recherches didactiques, nous avons retrouvé cette préoccupation concernant la préparation des séances EAO, vu les limites de l'expertise usuelle acquise dans les environnements standard pour la gestion de ce type de situation. Si l'on essaie de les synthétiser, il semble que les points suivants soient particulièrement importants dans l'anticipation de la gestion de situations d'EAO :

- \*déterminer pour quel type d'activités un outil informatique donné est approprié : illustration du cours, dévolution d'un problème et aide à la résolution (phase d'action), support de formulation, support d'institutionnalisation, renforcement, entraînement, approfondissement, évaluation ou auto-évaluation, activités introductrices ou de remédiation... et ce qu'il est susceptible d'apporter,
- \*planifier l'intégration de l'outil par rapport à l'ensemble des activités de l'enseignement du contenu mathématique visé,
- \*prévoir les répercussions de cette intégration en termes de gestion de temps, de gestion de la communication, sachant qu'il y a sur ce dernier point des différences notables à prévoir par rapport à la gestion traditionnelle de la classe.

L'importance de la construction et de l'enchaînement de situations d'enseignement semble décisive pour la position de l'enseignant dans une situation EAO : en particulier, pour rester maître de la situation, l'enseignant doit intégrer dans la construction et l'analyse de la situation les activités et les contenus qu'il va déléguer au logiciel.

#### b- La nécessité d'un plus informatique

Pour que l'enseignant accepte le recours à l'informatique, il faut que le logiciel lui apporte un

"plus": soit en lui permettant d'aborder des sujets qui présentent des difficultés qui ne peuvent être surmontées avec des moyens traditionnels, soit en lui offrant une nouvelle et meilleure approche de certaines notions et concepts, en particulier si ces derniers sont reconnus abstraits et/ou difficiles.

#### c- La compatibilité pédagogique enseignant / logiciel

Au-delà de ce "plus" attendu du logiciel, se pose aussi la question de l'harmonie de la démarche utilisée dans le logiciel (qu'elle soit explicitée ou non) avec la démarche de l'enseignant. Un enseignant, dont l'enseignement est plutôt théorique et basé sur un modèle : cours suivi d'exercices d'application, peut se sentir très mal à l'aise avec un logiciel de type "outil" où l'activité de l'élève est a priori relativement libre et ouverte. Le type du logiciel est donc aussi important que son contenu proprement dit par rapport à la stratégie de l'enseignant.

En fait tout logiciel, en particulier s'il est du type fermé ou semi-ouvert, est conçu à partir d'un scénario pédagogique formulé ou implicite. En d'autres termes, il y a dans tout logiciel de ce type, un enseignant "caché". On peut raisonnablement penser que pour qu'un enseignant puisse l'utiliser et l'intégrer efficacement à son propre projet d'enseignement, il faut d'une part qu'il ait les moyens de comprendre ce scénario et les variables fixées ou commandées qui l'articulent, d'autre part que les choix pédagogiques du logiciel soient compatibles avec les siens propres. Autrement dit, pour une utilisation efficace du logiciel, il faut un certain niveau d'accessibilité de l'enseignant à l'ingénierie cachée ou non du logiciel et une compatibilité pédagogique et didactique entre l'enseignant et le logiciel. Nous rejoignons ici les problèmes soulevés par la transmission des ingénieries didactiques (*cf. Artigue & Perrin, 91*).

#### d- La spécificité des apprentissages en environnement informatique

En s'engageant dans une activité EAO, l'enseignant s'attend théoriquement à atteindre les mêmes objectifs qu'avec une activité similaire EPC (Enseignement Papier-Crayon). Mais en réalité, diverses recherches ont montré que les caractéristiques des milieux didactiques à composante informatique et les contraintes imposées par ces milieux au fonctionnement du savoir sont telles que même si ce sont les mêmes objets mathématiques auxquels on se réfère, les procédures de résolution mises en oeuvre et, par voie de conséquence, les connaissances engagées ne sont pas forcément les mêmes en EAO et en EPC. Par exemple : "construire le symétrique d'une figure donnée" ne met pas en jeu les mêmes propriétés suivant que l'on dispose : d'une feuille de papier, d'un crayon et d'une règle graduée ou d'un micro-ordinateur avec la tortue LOGO ne pouvant que se déplacer dans une direction donnée, d'une longueur donnée et tourner d'un angle donné (*cf. Gallou, 87*).

C'est l'ensemble de ces résultats qui nous a servi de cadre pour concevoir les questions de "l'analyse interne" de la grille, dans le domaine particulier de la symétrie orthogonale en classe de sixième.

## II- CONTRAINTES DE CONCEPTION ET DE REALISATION

Nous revenons dans ce paragraphe sur les contraintes de conception que nous avons déjà évoquées plus haut, pour les détailler tout en y ajoutant des contraintes de réalisation de l'outil.

### 1) La double fonctionnalité de l'outil

Il s'agissait pour nous de concevoir et de construire un outil qui soit à la fois outil de recherche et outil d'enseignement. Plus précisément, même si, dans un premier temps, la fonction recherche de l'outil était pour nous la fonction essentielle, nous pensions cet outil comme un outil qui, au prix de quelques adaptations, devrait permettre de mieux gérer le système d'interaction : enseignants/ problèmes d'enseignement EPC/ logiciels existants (cf. schéma, paragraphe III suivant).

Cette double contrainte nous a conduite à faire, d'une part, l'hypothèse qu'il était possible de construire un outil pour la recherche qui soit adaptable, sans bouleversements majeurs, à l'enseignement, et d'autre part, l'hypothèse qu'un outil satisfaisant ce type de contrainte était susceptible de fournir les renseignements sur le fonctionnement de l'enseignant que nous souhaitions obtenir. Autrement dit, nous voulions aider l'enseignant à se poser des questions utiles dans un environnement informatique et nous espérions que ses réactions à ces questions allaient nous donner des informations exploitables sur son fonctionnement éventuel en EAO.

### 2) Une contrainte déontologique

La contrainte décrite plus haut rejoignait en fait par certains aspects une autre contrainte de nature déontologique : une expérimentation didactique doit respecter certaines règles déontologiques, en particulier ne pas considérer les sujets expérimentaux comme de simples cobayes, mais s'efforcer de leur être en un sens profitable. Il était donc impensable de laisser les enseignants qui participeraient aux expérimentations et auraient des références et expériences sans doute diverses, tant en didactique des mathématiques qu'en EAO, sans ressources face à la grille. Si la grille devait aider à se poser les "bonnes" questions, elle devait également aider à envisager des réponses pertinentes, par exemple en suggérant dans certains cas des réponses possibles sous forme QCM ou autre. Ce ne devait pas être simplement un instrument de prise d'information mais également un instrument de formation potentiel.

Mais il est clair que nous courions ainsi le risque de fausser les résultats de la recherche en induisant et favorisant trop fortement certaines réponses. Même si nous étions consciente que nous ne récolterions pas le comportement spontané de l'enseignant et visions d'ailleurs davantage à cerner les comportements accessibles avec un certain niveau d'aide, il nous fallait prendre garde à ne pas introduire trop de biais ou d'éléments contractuels dans les réponses.

### 3) L'accessibilité de l'analyse didactique

A ces deux types de contraintes s'ajoutait une autre contrainte liée quant à elle à l'accessibilité pour l'enseignant du schéma d'analyse que nous lui proposons, le problème d'accessibilité se posant à deux niveaux : d'une part celui du contenu et de la structure de l'outil, d'autre part celui des langage et vocabulaire utilisés.

En tant que chercheur, nous voulions que la grille nous fournisse le maximum d'informations possibles sur le type de situation qu'un enseignant pouvait envisager avec un logiciel donné, les justifications qu'il pouvait expliciter des choix effectués, les anticipations qu'il pouvait effectuer et nous voulions prévenir des réponses par trop vagues et superficielles. Pour cela, il nous semblait nécessaire de proposer un questionnement relativement détaillé à l'enseignant. Ce faisant, nous risquions d'établir un outil à la fois trop lourd et trop loin des pratiques effectives de l'enseignant. Pour que l'outil lui soit accessible et qu'il accepte de s'investir dans son utilisation, il fallait sans aucun doute qu'il puisse entrer dans sa structure - qui ne devait donc être ni trop complexe, ni trop arborescente- appréhender son contenu, répondre aux questions posées, tirer des conclusions, avec une certaine aisance et en un temps raisonnable. Sinon nous courions soit le risque d'un rejet pur et simple, soit le risque de voir l'utilisation de la grille se transformer en un simple exercice scolaire. Il nous fallait donc trouver un compromis acceptable entre des contraintes partiellement contradictoires.

Pour que notre outil soit acceptable puis utilisable par un enseignant, il fallait également que le langage utilisé soit suffisamment proche de son propre langage. Nous devons donc éviter, dans la mesure du possible, l'usage de termes techniques didactiques qui risquaient de ne pas lui être familiers. Mais nous savions bien, par ailleurs, que l'aplatissement sur un langage plus quotidien n'est pas, lui non plus, absent de risques et diminue le contrôle que l'on peut avoir sur le sens des réponses fournies. Là encore, des compromis raisonnables étaient à trouver.

Il nous fallait donc négocier : ajouter une dimension d'analyse didactique mais retenir uniquement ce qui nous paraissait essentiel, introduire, gérer et formuler les contenus didactiques choisis avec soin, en étant très attentif à l'accessibilité tant au niveau de la forme que du fond de la grille d'analyse élaborée.

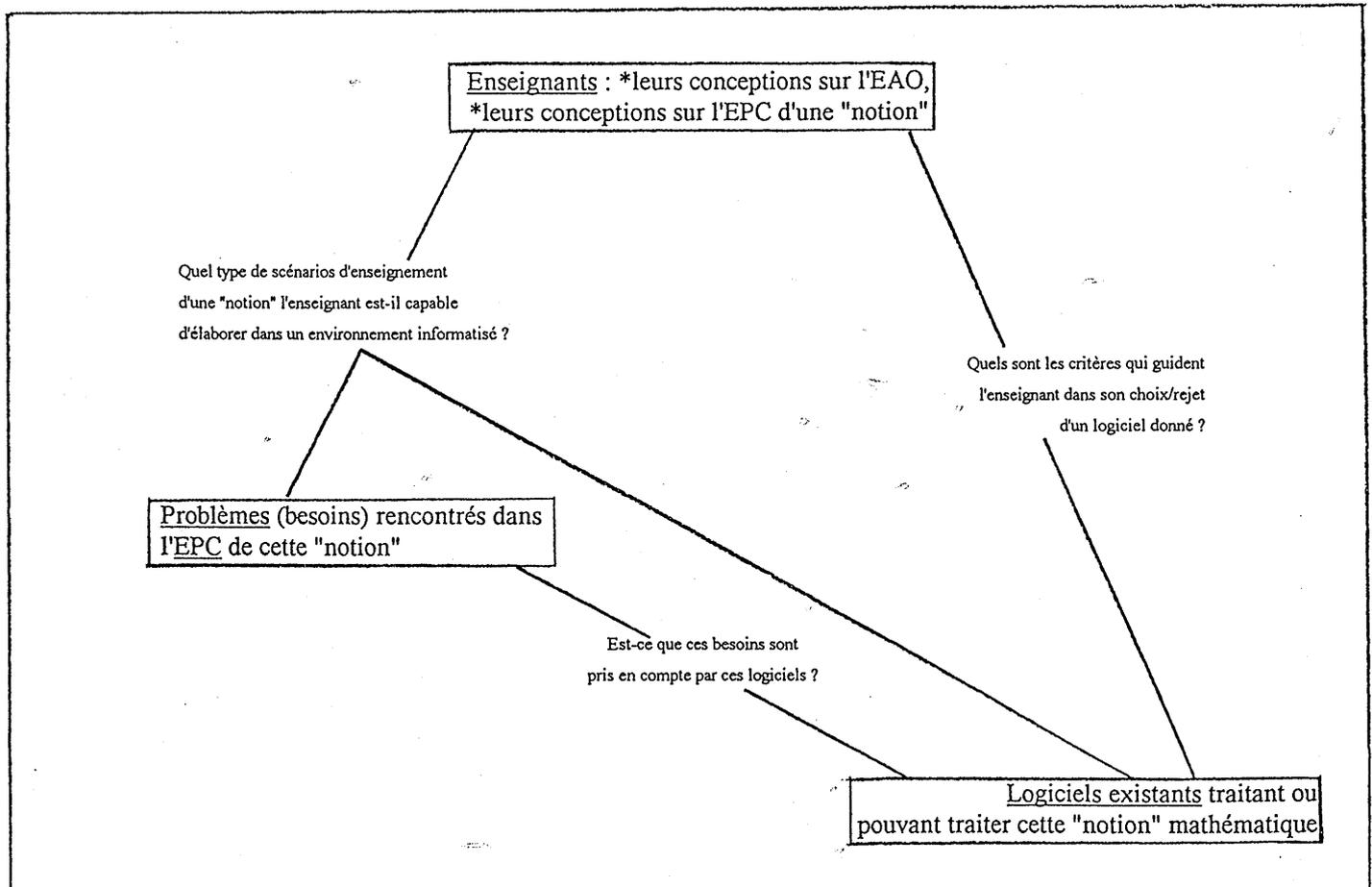
Enfin, le guide d'analyse que nous allions construire, devait aussi être adapté à la multiplicité des types d'intervention de l'outil informatique que l'enseignant était a priori susceptible de proposer et ne pas refermer indirectement les choix envisageables.

Etant consciente de toutes ces contraintes, nous savions d'ores et déjà que notre outil d'analyse serait un produit de compromis. C'est ce nécessaire compromis que nous avons envisagé tout au long de la réalisation de l'outil.

### III- FONCTIONS DE LA GRILLE

Comme nous l'avons déjà expliqué, notre grille se voulait à la fois un outil de recherche (pour nous-même) qui devait nous aider à mieux comprendre le fonctionnement d'un enseignant dans un environnement informatisé, et un outil destiné à aider l'enseignant à analyser un logiciel et éventuellement à l'intégrer dans son enseignement.

En fait, l'outil "grille" pouvait être vu comme s'insérant dans un système de questionnements que nous schématisons de la façon suivante :



La grille, à nos yeux, constitue un moyen de regarder ce système et d'essayer de répondre aux questions posées. Elle doit donc nous apporter des connaissances sur :

- le fonctionnement de l'enseignant dans un cadre EAO par rapport à son fonctionnement dans un cadre EPC,
- la façon dont un enseignant exploite un auxiliaire pour son enseignement : un logiciel,
- la façon dont un enseignant exploite un outil particulier pour l'enseignement EAO : notre grille d'analyse.

Dans ce qui suit, nous allons décrire de façon détaillée l'historique de la démarche de construction de la grille, les buts particuliers que nous nous sommes fixés, les solutions retenues pour une première version, les modifications apportées après les préexpérimentations, car un tel historique fait partie intégrante de la méthodologie de conception de l'outil.

#### IV- LA GRILLE EN DEUX MOTS

Nom : Grille d'analyse d'un logiciel pour l'enseignement des mathématiques.

Date de naissance : Mars 1990.

Caractéristiques : Produit brut qui va évoluer en fonction des expérimentations qu'il va subir.

Délai de mise en forme définitive : 2 ans.

Descriptif global :

Cette grille est à structure linéaire. Elle est constituée de trois Temps ( ou parties) :

*Temps 1 : Première approche du logiciel*

Le premier Temps est formé de deux fiches "*technique*" et "*pédagogique*" permettant une analyse "externe" du logiciel. Cette analyse est guidée par une série de questions, de type QCM, incluant parfois des parties informatives.

Le but général de ce Temps est de permettre une familiarisation avec le logiciel en même temps qu'une évaluation "externe" conduisant à le rejeter ou à l'accepter.

*Temps 2 : Analyse approfondie du logiciel*

Le deuxième Temps est formé de deux parties : une prise en compte des "caractéristiques" de l'enseignement papier/crayon de la notion en jeu et une *analyse "interne"* (analyse du contenu & prévisions de gestion) pour construire un scénario d'enseignement intégrant ce logiciel.

Les questions sont posées dans le langage courant des enseignants avec une coloration didactique<sup>1</sup> parfois marquée.

Le but général de ce Temps est de faire réfléchir l'enseignant sur ce que pourrait être une séquence d'enseignement utilisant le logiciel, d'analyser son contenu et de prévoir la gestion de la classe pendant cette séquence, d'analyser aussi en quoi peut jouer pour cette situation la spécificité de l'environnement choisi.

*Temps 3 : Décision et conclusion*

Après avoir fait les analyses "externe" et "interne", il s'agit ici de prendre une décision définitive d'acceptation ou de rejet du logiciel. En cas d'acceptation, une *fiche* sommaire *d'utilisation* du logiciel est demandée.

### Utilisation possible :

Cette grille peut-être utilisée partiellement ou en totalité. On peut par exemple s'intéresser uniquement au "Temps 1" pour prendre un premier contact avec un nouveau logiciel.

En revanche, si l'on est déjà familier avec un logiciel, on peut ne s'intéresser qu'au "Temps 2" pour préparer un scénario d'EAO.

On peut éventuellement l'utiliser aussi pour décrire et analyser un scénario déjà "réalisé" avec les élèves.

## **V- LA GRILLE EN DETAIL**

Après cet aperçu général de la grille, nous revenons ci-après à ses différentes rubriques et nous essayerons d'analyser finement les questions et les critères qui y figurent.

En tant qu'outil pour la recherche, cette grille devait nous apporter des informations sur l'enseignant qui allait la remplir. Pour faciliter l'interprétation des réponses données, il nous a semblé utile de pouvoir relier ces réponses à certains traits du profil de l'enseignant. Au cours de premières préexpérimentations nous avons posé oralement quelques questions pour essayer de préciser les différents profils. Par la suite, il nous a semblé plus prudent de formuler des questions sous forme d'un questionnaire préliminaire.

Le rôle principal de ce questionnaire préliminaire (cf. ci-dessous) est en fait de cerner la familiarité de l'enseignant avec l'outil informatique et son degré de confiance/méfiance vis à vis des situations EAO. En fait, l'une de nos hypothèses est que l'enseignant vit une telle situation avec incertitude dès qu'il a le sentiment que sa compétence par rapport à l'ordinateur est très proche de celle de l'élève et qu'il craint de perdre le contrôle de sa classe.

Nous voulons, à travers ce questionnaire, avoir aussi son avis a priori sur les éléments (contenu, gestion...) les plus à même de le sécuriser. Ceci doit nous permettre d'avoir une meilleure compréhension de ses attentes donc, par voie de conséquence, de ses réponses et réactions pendant et après l'expérimentation de la grille.

### Questionnaire préliminaire

I- Avez-vous déjà utilisé des logiciels dans votre enseignement ?

\*Non : pour quelles raisons ?

\*Oui : - donnez une brève description de votre expérience.

- continuez-vous à utiliser l'informatique dans votre enseignement ?

*Oui : comment ?*

*Non : pourquoi ?*

II- (Grille première version) Quelle est votre opinion personnelle sur l'EAO ?

II- (Grille seconde version) Pensez-vous qu'une préparation de séance d'EAO :

\*analysant un logiciel selon les trois dimensions suivantes :

a) le contenu mathématique impliqué

b) les caractéristiques "informatiques"

c) l'interactivité élève-machine

\*prévoyant votre gestion de la classe durant cette séance.

pourrait vous motiver et vous aider à une meilleure utilisation de l'outil informatique dans votre enseignement ?

Pourriez-vous donner un ordre de priorité aux critères précédents ?

### TEMPS 1 : Première approche du logiciel

Nous proposons à l'enseignant au cours de cette première partie de la grille les questions que, nous semble-t-il, il est raisonnable de se poser quand on entre en contact avec un logiciel de mathématiques. Ces questions sont courtes et demandent des réponses brèves et précises : QCM.

Elles sont destinées à accompagner et organiser la phase de familiarisation de l'enseignant avec l'environnement informatique que fournit le logiciel et constituent de fait une sorte de guide de première exploration du logiciel. Certaines des questions sont d'ailleurs directement empruntées aux fiches que nous avons déjà présentées au Chapitre 1 de la partie A.

Dans la première version de la grille, la structure de ce premier Temps était la suivante :

Partie I : Analyse "externe" du logiciel

1 - Aspects techniques du logiciel

a) identification du logiciel

b) qualités de présentation techniques et ergonomiques

c) mode d'emploi

d) structure du logiciel

e) documentation d'accompagnement

2 - Aspects pédagogiques du logiciel

a) connaissances préalables, connaissances visées

b) interactivité élève-machine

c) type du logiciel

d) contexte d'utilisation

e) fonctions possibles du logiciel

## Partie II : Synthèse et décision a priori

- a) évaluation technique du logiciel
- b) possibilités d'utilisation
- c) décision : choix/rejet

Cette structure et le contenu des différentes rubriques se sont révélées raisonnablement adaptés à notre propos dès la première version et ont donc été peu modifiés après les premières expérimentations. Cependant, le temps nécessaire pour remplir cette partie de la grille nous a semblé comparativement trop important et nous avons décidé de réduire l'exhaustivité de l'analyse dans les versions ultérieures. Nous l'avons fait principalement en enlevant ou remaniant des critères qui, nous semblait-il, rentraient de façon trop détaillée dans l'analyse des logiciels fermés et semi-ouverts (pour lesquels la grille avait été initialement prévue). Notamment nous avons supprimé la partie 1.d "structure du logiciel" qui était typique des logiciels fermés. Ceci rejoignait d'ailleurs notre volonté de nous adapter à l'évolution des produits informatiques et de ne plus nous limiter aux produits des premières générations.

La présentation qui suit est celle que nous avons retenue pour la seconde version.

### 1) Aspects techniques du logiciel

#### *a> Identification du logiciel :*

\*Nom du logiciel (titre ou sujet) : .....

\*Auteurs, éditeurs : .....

\*Date de lancement : .....

\*Opérationnel sur : .....

\*Descriptif (indiquez grossièrement le contenu du logiciel) :

.....

\*Durée moyenne d'utilisation (à prévoir) :

°° moins d'une demi-heure ?

°° plus d'une demi-heure ?

\*Familiarisation avec le logiciel :

est-elle rapide ? (oui) (non)

#### *b> Qualités de présentation techniques et ergonomiques :*

\*Présentation d'écrans :

°°Ecran à menus déroulants ? (oui) (non)

°°Clarté et lisibilité ? (bonnes) (moyennes) (médiocres)

°°Division (si elle existe) de l'écran en "fenêtres" ? (utile) (perturbante)

\*Effets graphiques :

°° Clignotement

°° Encadrés  (décoratifs) (expressifs)

°° Couleurs

\*Possibilités de copies d'écran ? (oui) (non)

\*Existe-t-il des éléments distracteurs (qui détournent l'attention de l'élève de l'activité visée) ?  
(non) (oui) → lesquels ? .....

\*Autres ? .....

.....

*c> Mode d'emploi :*

\*Les instructions de chargement et de mise en route sont-elles suffisamment simples ?  
(oui) (non)

\*Les modes d'entrée sont-ils faciles et rapides ? (oui) (non)

\*Les modes de sortie sont-ils avec traces (scores, bilan, etc ...) ? (oui) (non)

\*La circulation et les branchements à l'intérieur du logiciel sont-ils :

souples ?  simples ?

Le temps d'accès ? (long) (court)

\*Existe-t-il un blocage éventuel du logiciel ?  
(non)  
(oui) quelles sont alors les consignes données ?  
.....

*d> Documentation d'accompagnement :*

\*Existe-t-elle ? (non) (oui)

\*Est-elle : - imprimée ? (oui) (non)  
- accessible directement sur l'écran ? (oui) (non)

\*Nature de la documentation :

- indications techniques (mise en route, fonction des touches, etc...) ?

- livret pédagogique d'accompagnement destiné à l'usage de l'enseignant ?

Décrivez brièvement cette documentation et donnez votre opinion personnelle.  
.....  
.....  
.....

Dans les "aspects techniques du logiciel", nous avons pris en compte les points auxquels un enseignant (en particulier s'il n'est pas familier de l'EAO) devrait, à notre avis, être particulièrement attentif, en consultant un nouveau logiciel. Ces critères doivent lui permettre de juger de la qualité technique du logiciel. Ils doivent lui permettre également de prévoir (et éventuellement d'éviter) des problèmes techniques qui peuvent survenir en cas d'utilisation avec les élèves.

Passée cette première phase de familiarisation avec la "forme" du logiciel, la grille aborde les questions de "fond" avec l'analyse des "aspects pédagogiques du logiciel".

## 2) Aspects pédagogiques du logiciel

### A)

\*Précisez les prérequis indispensables pour l'utilisation avec profit de ce logiciel :

- prérequis mathématiques : .....

.....

- prérequis informatiques : .....

.....

\* Y-a-t-il des tâches proposées par le logiciel ?

(non)

(oui) → - Ces tâches sont-elles : (fermées ?) (semi-ouvertes?) (ouvertes?)

-Y-a-t-il une possibilité de choix du niveau des tâches ?

-Y-a-t-il une auto-adaptation du logiciel au niveau de l'élève ?

Les tâches possibles (qu'elles soient ou non proposées par le logiciel) s'effectuent :

- directement sur l'écran ?

- à partir de copies d'écran ?

- les deux ensemble ?

\*Les objectifs de ce logiciel sont-ils clairement explicités par ses constructeurs ?

(non)

(oui) → °° où ?

°° à l'intention de qui (enseignant, élève ...) ?

°° ces objectifs vous semblent-ils atteignables ? (oui) (non)

Voyez-vous des objectifs possibles de ce logiciel autres que ceux explicités ?

(non)

(oui) → lesquels ?

.....

.....

### B) Interactivité (élève-machine)

\*Position de l'élève devant la machine :

- passif ? (au sens de ne pas communiquer avec la machine, cela ne veut pas dire qu'il est intellectuellement passif)

- actif ? → quel type d'activité ?

.....

- Sait-il toujours ce que la machine attend de lui ? (oui) (non)

\*La machine attend-elle des réponses de l'utilisateur ?

Si oui :

-Y-a-t-il des commentaires de la machine suite à une réponse correcte de l'élève ?

(non)

(oui) → renforce-t-elle la réponse ?

(non)

(oui) → comment le fait-elle ?

.....

.....

-Y-a-t-il des commentaires de la machine en cas de réponse erronée ?

(non)

(oui) → °°explique-t-elle l'erreur (en la corrigeant) ?   
 °°oriente-t-elle l'élève (par des messages d'aide) ?

En cas de réponses ouvertes (tâtonnement expérimental, conjectures...),  
 comment la machine les gère-t-elle ?

Si non :

- Comment la machine gère-t-elle les entrées utilisateur ?

\*Y-a-t-il une évaluation prévue ?

(non)

(oui) → quels types d'évaluations :

°°qualitatives ?

°°quantitative ? → sous quelle forme ?

*Les réponses dans les trois rubriques qui suivent ne sont pas disjointes .*

### **C) Type du logiciel : partie informative**

Nous nous sommes basées dans cette rubrique essentiellement sur deux typologies (non disjointes):

- celle de C . Mattiussi (IREM de Toulouse).
- celle de F . Tréhard (IREM de Paris 7))

#### **\*1.1 Logiciels ouverts faisant appel aux méthodes actives :**

Créatif : type Logo, Euclide, Cabri, etc...

Apprenticiel : recherche, découverte d'une notion.

Imagiciel : représentation, animation, logiciel essentiellement graphique prévu pour usage collectif.

Simulation : modélisation, évocation d'une réalité.

#### **1.2 Logiciels figés inspirés d'un E.A.O classique :**

Tutoriel : enseignement programmé destiné à un usage individuel ou par petits groupes.

Exercices : autocorrectifs.

Ludique : jeux de réflexion ou d'entraînement.

#### **\*2.1 Logiciels à mode commande :**

-Le rapport de l'élève à la machine est de la faire produire .

-La présence de l'enseignant est indispensable .

-Il n'y a pas d'évaluation de la production de l'élève prévue par le logiciel.

#### **2.2 Logiciels à mode réponse :**

-L'élève doit donner une réponse précise (pré-programmée par le logiciel).

-La présence de l'enseignant n'est pas nécessaire (l'élève étant pris en charge par le logiciel)

-Il y a une possibilité d'évaluation de la réponse de l'élève .

-La situation d'utilisation privilégiée est celle d'entraînement et de renforcement.

En vous inspirant de ces deux typologies, essayez de classer ce logiciel  
(le logiciel peut ne pas être d'un type unique.)

.....

**D) Usages possibles ou prévus :**

\*Usage collectif : l'ordinateur "tableau-noir" utilisé par l'enseignant comme support pour l'activité de la classe.

\*Usage individuel ou par petits groupes :

-en présence de l'enseignant : en cours ?  en soutien ?

-en libre service :

°°complément d'un enseignement ?

°°exercices d'entraînement ?

°°évaluation ?

Dans ce cas la documentation est-elle suffisamment explicite pour permettre le travail autonome ? (oui) (non)

**E) Fonctions possibles du logiciel :**

Nous nous sommes basées dans cette rubrique sur la "Fiche d'identification d'un didacticiel de l'ADI".

Indiquez le(s) cheminement(s) dont vous estimez personnellement qu'il(s) correspond(ent) le plus au logiciel :

Découverte		Raisonnement		Dialogue
Création		Fait		Simulation
Application		Concept		Jeux
Vérification	de	Méthode	par	Modélisation
Renforcement		Savoir faire		Animation graphique
Contrôle		Autre		Autre
Autre				

Explications et commentaires :

Quelles sont les connaissances préalables (prérequis) qui donnent accès à l'utilisation du logiciel ?

Quels sont les objectifs visés ?

Est-ce que les consignes (explicitées ou non) s'adressent directement à l'élève, lui permettant ainsi un travail autonome (éventuellement en libre service), ou au contraire à l'enseignant pour qu'il puisse préparer une utilisation collective ou individuelle ?

Toutes ces questions sont importantes mais la rubrique qui a pris le plus d'importance, après les premières expérimentations, est celle concernant l'interactivité élève-machine.

En effet, les premières expérimentations ont révélé une tendance très marquée des enseignants à s'étendre dans leurs réponses concernant les rapports "élève-logiciel" et à seulement survoler celles

concernant les rapports "enseignant-logiciel". Ce phénomène, déjà repéré par d'autres chercheurs (cf. par exemple les travaux de M.L. Schubauer-Leoni), peut s'expliquer de la façon suivante :

- a) L'enseignant a l'habitude de parler de ses élèves, de leurs problèmes, du matériel et des contenus pédagogiques..., plus rarement de ses propres pratiques, de ses conceptions, de ses problèmes.
- b) Le centre des préoccupations de l'enseignant étant l'élève, toutes les analyses qu'il fait tournent autour de ce centre.

Il s'agit là d'une attitude tout à fait normale dans la pratique pédagogique qu'il nous fallait prendre en compte dans les questions de la grille. Donc en particulier, il nous fallait intégrer le fait que nous obtiendrions peut-être plus facilement des informations sur les conceptions de l'enseignant et son fonctionnement via des questions indirectes concernant les élèves qu'en l'interrogeant directement et ce, même si notre objectif de recherche était d'analyser le fonctionnement de l'enseignant dans un environnement informatique, en tenant compte de celui de l'élève et non l'inverse (celui de l'élève en fonction de l'enseignant).

Nous avons là encore opté pour une solution de compromis, en maintenant la plupart des questions axées sur les réactions des enseignants, et non des élèves, tout en revoyant et mettant au point certaines rubriques de la grille concernant la gestion de la communication élève-machine.

Dans la rubrique "Interactivité" (2B), soulignons quelques uns de nos critères de choix des questions :

- Il est courant dans le milieu enseignant de dire qu'un bon logiciel doit avant tout ne pas laisser l'élève passif devant la machine. Oui, mais de quel type d'activité s'agit-il ? Et quel type d'activité rendra l'élève "vraiment" mathématiquement actif devant la machine ?
- La qualité de traitement des réponses et la pertinence des messages jouent un grand rôle dans le rapport de l'élève au logiciel et le profit qu'il peut en tirer, surtout quand il y a possibilité de donner des feed back rapides et individualisés, ce qui est pratiquement irréalisable dans un EPC.
- Parfois l'évaluation faite par un logiciel du travail de l'élève n'est qu'un accessoire non indispensable. Mais il y a des logiciels où cette évaluation (qu'elle soit qualitative ou quantitative) joue un rôle important dans l'avancement du travail de l'élève ; un exemple simple en est fourni par les "scores continus" dans des logiciels de type "jeux de cible".

Après cette rubrique viennent trois autres (2C, 2D & 2E) qui sont typiquement "informatives".

En effet, nous voulions attirer l'attention de l'enseignant sur la multiplicité des usages a priori possibles et l'amener à élargir éventuellement une première vision plus étroite du logiciel, inspirée par le flot de questions précédentes. Donc l'aider à classer le logiciel selon son type, les usages possibles et les fonctions prévues ou attendues. Pour ce faire, nous avons préféré nous impliquer en

donnant des informations tirées de nos propres analyses et des analyses déjà faites dans ce domaine. Soulignons que cette stratégie a été très appréciée pendant les expérimentations.

Rappelons que les classifications proposées ne sont ni exhaustives ni disjointes, surtout quand on sait qu'il y a des logiciels qui peuvent être de plusieurs types, ayant plusieurs fonctions et usages possibles.

De plus, pour classer un logiciel selon ces trois critères, on se base souvent sur les objectifs pédagogiques poursuivis et le genre d'activités (plus ou moins implicitement) prévues avec ce logiciel.

A la fin du premier Temps, nous demandons à l'enseignant de faire une synthèse lui permettant de prendre une décision de :

(1) Rejet. L'analyse s'arrête alors. Le logiciel est déjà analysé et classé et son rejet repose sur des critères que l'on peut supposer explicités.

(2) Possibilité d'adoption. L'enseignant est invité à passer au second Temps qui est une analyse du contenu du logiciel accompagnée de la préparation d'une situation d'enseignement intégrant le logiciel.

*T1 - Partie II : Décision a priori " choix/rejet*

>> En revenant à vos réponses (partie I) essayez de :

- évaluer brièvement le logiciel du point de vue technique :

.....  
 .....

- préciser les notions qui pourraient être abordées avec ce logiciel :

.....  
 .....

- faire une synthèse vous permettant de juger a priori la possibilité de l'utilisation avec profit de ce logiciel dans l'enseignement :

.....  
 .....

>> Après cette revue et mise au point de vos réponses, quelle est votre décision :

-Rejet ?

-Possibilité d'adoption ?  → Dans ce cas passez au 2ème Temps .

Au cours de ce premier Temps, la grille joue donc un rôle d'aide à l'analyse des possibilités offertes par le logiciel sur deux plans : technique et pédagogique. L'analyse n'est pas encore très approfondie, mais elle conduit l'enseignant à réfléchir a priori sur les possibilités d'exploitation du logiciel, puis en fonction de cette analyse, à décider soit de rejeter le logiciel, soit de poursuivre.

La grille fonctionne là comme outil d'aide à l'analyse, mais aussi comme outil de familiarisation

avec le logiciel. Nous espérons qu'à la fin de ce premier Temps, l'enseignant sera sécurisé par rapport aux "caractéristiques informatiques" du logiciel et pourra s'engager plus avant dans l'étude didactique du produit.

De notre côté, la nature des réponses données et leur pertinence vont nous donner une idée du degré de compréhension de l'enseignant du fonctionnement du logiciel étudié. Cela nous aidera également à analyser les réponses qu'il donnera dans le Temps 2 de la grille.

## **TEMPS 2 : Analyse approfondie du logiciel**

Avant de présenter en détail la conception du deuxième Temps de l'outil grille, précisons la signification que nous avons adoptée dans cette partie de la grille, des expressions "*Enseignement, apprentissage d'une notion*". Ces mots sont pris ici dans leur sens le plus large. Ainsi l'expression : "enseignement d'une notion" peut aussi bien renvoyer à "l'introduction de cette notion" qu'à des activités d'approfondissement, d'évaluation ou autres. De même, quand nous parlons de "fin d'apprentissage", il faut comprendre cela en tenant compte du contexte de "l'enseignement" choisi. Soulignons que cette précision (nécessaire pour le chercheur) n'a pas été fournie aux enseignants expérimentateurs de la grille. Cependant aucune confusion n'est à signaler.

L'idée principale du Temps 2 est d'étudier comment un enseignant conçoit l'intégration dans son enseignement d'un logiciel qu'il a choisi, et l'aide que la grille pourrait lui apporter pour penser cette intégration.

D'où la structure de ce deuxième Temps de la grille :

### Partie I : Remarques sur l'enseignement papier-crayon (EPC)

L'enseignant précise les points qui lui semblent essentiels dans l'enseignement de la notion en environnement papier/crayon, indépendamment de toute considération sur le logiciel étudié.

### Partie II : Analyse "interne" du logiciel

L'enseignant propose une situation d'enseignement adaptée au logiciel et, à partir de cette situation, il lui est demandé d'effectuer :

- A) Une analyse du contenu du logiciel axée sur :
- les connaissances mises en jeu
  - les variables de la situation dans l'environnement considéré
  - les procédures possibles de résolution dans l'environnement
  - la comparaison des fonctionnements CPC/CMO (Condition Papier Crayon / Condition Micro Ordinateur) et les possibilités de transfert
  - les conceptions déstabilisées/renforcées

## B) Des prévisions de gestion :

- lieu d'intervention et apport correspondant du logiciel
- gestion de la classe :
  - °°activité de l'élève
  - °°rôle de l'enseignant
  - °°temps
  - °°consignes
  - °°bilan,évaluation.

Le rôle de la première partie (Partie I) est de préparer sommairement un plan de l'enseignement EPC de la notion et de mettre l'accent sur certains points essentiels de cet enseignement, ce qui, nous semble-t-il, peut aider l'enseignant à réfléchir plus efficacement au profit qu'il pourrait tirer du logiciel.

Cette partie doit aussi nous aider à faire un "portrait" du fonctionnement de l'enseignant dans les conditions papier-crayon (dans le domaine étudié), des difficultés qu'il identifie, des points sur lesquels il croit devoir insister et de situer, par rapport à ce fonctionnement, les propositions faites en EAO.

**T2 - Partie I : Remarques sur l'enseignement papier/crayon (EPC)**

*Essayez de répondre aux questions suivantes sur l'enseignement de la notion (des notions) en jeu, INDEPENDAMMENT DU LOGICIEL.*

**\*\* Quels sont les points sur lesquels vous insisteriez ?**

.....  
 .....

**\*\*Qu'est-ce qui vous semble important d'évaluer en "fin d'apprentissage" ?**

.....  
 .....

**\*\*Quelles sont les erreurs qui risqueraient d'apparaître chez les élèves et la fréquence (très fréquent, fréquent, peu fréquent ) de leur apparition ?**

.....  
 .....

**- Pensez-vous pouvoir éviter leur apparition ?**

Oui → comment ?

.....  
 .....

Non → comment les traiteriez-vous alors pour les déstabiliser et les rectifier ?

### Explications et commentaires :

Tout en ramenant l'enseignant à sa pratique usuelle, nous ne voulions pas que l'aisance qu'il aurait à répondre dans ce cadre là risque de déséquilibrer la grille au profit de cette partie EPC. C'est pourquoi nous nous sommes limitée à quelques questions destinées à percevoir notamment les enjeux que l'enseignant attribuait à son enseignement dans le domaine, les difficultés qu'il anticipait et qui pouvaient conditionner ses attentes vis à vis du logiciel. Nous avons aussi choisi de centrer le questionnement, au delà des enjeux, sur les difficultés, erreurs et traitement des erreurs. Il y a à cela au moins trois raisons : le fait que de manière générale, le fonctionnement de l'enseignant par rapport à l'erreur soit reconnu comme un élément déterminant pour cerner son profil d'enseignant, le fait que les recherches didactiques sur la symétrie orthogonale aient mis en évidence des erreurs résistantes dans les procédures de construction, enfin le fait que les logiciels examinés se différencient, comme nous l'avons montré dans la partie A, dans la façon dont ils étaient susceptibles ou non de permettre la déstabilisation des procédures et conceptions erronées. Il est clair que le choix effectué était là encore un choix de compromis et qu'un questionnement plus détaillé à ce niveau de la grille nous aurait sans doute aidée à comprendre les distorsions et changements de pratiques que pouvaient produire le passage à un cadre EAO, à travers le type de situation que l'enseignant était susceptible d'envisager et son intégration dans l'enseignement.

Nos observations antérieures du fonctionnement des enseignants dans des cadres EAO, nous avaient montré qu'en regardant un logiciel, l'enseignant se fait une idée a priori d'une utilisation possible de ce logiciel, et donc a tendance à l'analyser non pas dans l'absolu mais plutôt en référence à une utilisation plus ou moins explicitement pensée. Nous avons choisi de suivre ce penchant naturel de l'enseignant, en l'explicitant, pour organiser l'analyse "didactique" du logiciel et donc de la centrer autour de la construction d'une séance d'enseignement. D'autres choix auraient bien sûr été possibles. Mais, en suivant l'enseignant, en lui demandant de se projeter dans un acte pour lui familier, nous pensions nous donner le maximum de chances d'obtenir des informations à la fois substantielles et moins biaisées par l'artificialité de la situation par rapport aux pratiques réelles.

Avant de présenter la rubrique "analyse du contenu du logiciel" (Partie II, A), soulignons qu'elle est le résultat d'une reformulation complète et d'une mise au point réalisées après les préexpérimentations qui ont révélé "l'inaccessibilité" du vocabulaire didactique initialement utilisé.

## T2 - Partie II : Analyse "interne" du logiciel

Donnez une description succincte d'une situation problème adaptée (selon vous) à ce logiciel (qu'elle soit ou non proposée par le logiciel) :

.....  
 .....

Pour cette situation essayez de répondre aux questions suivantes :

### A>> ANALYSE DU CONTENU

\*Précisez :

- Les connaissances préalables nécessaires pour la compréhension du problème proposé :

.....  
 - Les connaissances visées par cette situation :

.....  
 - Les connaissances pouvant être construites au cours de la résolution :

\*Repérez les variables "didactiques"<sup>(1)</sup> de la situation :

- variables fixées par le logiciel (figées),

- variables à la disposition de l'utilisateur (sur lesquelles on peut agir).

(1) Exemple d'une telle variable : la direction de l'axe de symétrie qui, dans le cas de la symétrie orthogonale, peut prendre les valeurs : horizontal, vertical, oblique

\*Si le logiciel permet à l'élève de faire des constructions, essayez d'examiner les principales procédures de résolution<sup>(2)</sup> utilisables avec ce logiciel (sans vous limiter aux procédures correctes). Envisagez les deux cas :

- La résolution directement sur l'écran.

et /ou

- La résolution sur des copies d'écran (en cas de possibilité).

(2) Exemple de telles procédures dans le cas de la symétrie orthogonale :



\*Essayez de faire une comparaison entre les procédures de résolution permises dans les CPC (conditions papier/crayon) et celle permises dans les CMO (conditions micro-ordinateur) :

\*Pensez-vous que les élèves feront des transferts entre les CPC et les CMO ?

Pensez-vous que ces transferts présenteront alors un intérêt pour l'apprentissage ?

\*En revenant sur vos réponses aux questions précédentes, essayez d'examiner :

- Les conceptions erronées pouvant être déstabilisées par le logiciel.

.....  
 - Les conceptions erronées qui risquent d'être renforcées par le logiciel.

Explications et commentaires :

Cette partie est composée de six questions non indépendantes. Les trois premières se basent sur les caractéristiques du logiciel et les trois dernières s'articulent autour de la comparaison : Conditions Micro-Ordinateur / Conditions Papier-Crayon (CMO/CPC).

Notre hypothèse est que l'enseignant, en proposant une situation, se donne (plus ou moins explicitement) des objectifs (connaissances visées, connaissances pouvant être construites) et cherche à utiliser le logiciel pour réaliser ces objectifs.

A la fois pour disposer d'observables et pour faciliter le travail de l'enseignant, nous allons lui donner un moyen d'analyser le logiciel en l'amenant à expliciter ses objectifs et à réfléchir sur leur accessibilité. Mais une question se pose inévitablement : est-ce que les "instruments" que nous lui donnons pour analyser le contenu (à supposer qu'ils lui soient accessibles) l'aideront à "mieux" le faire ? Mieux qu'en se basant juste sur sa seule expérience de praticien ?

Vu les résultats didactiques et les synthèses que nous avons faites (Partie A, chp. 2) sur les caractéristiques de l'enseignement de la symétrie orthogonale, les "instruments" d'analyse du contenu (de logiciels traitant la symétrie orthogonale) que nous proposons à l'enseignant dans cette rubrique sont :

- *Les variables didactiques* : la question les concernant a été donnée dans la première version avec la définition d'une variable didactique (cf. partie A, chp. 2), changée ensuite en un exemple de telle variable, pour rendre le texte plus proche du langage de l'enseignant.

Ces variables peuvent avoir des valeurs déjà fixées dans le logiciel : dans ce cas, ce ne sont plus des "variables" apparentes du logiciel mais elles peuvent jouer quand même un rôle important dans les procédures et les conceptions en jeu. Le choix des valeurs peut aussi être à la disposition de l'utilisateur, dans ce cas l'enseignant doit être conscient des valeurs qu'elles peuvent prendre pour pouvoir agir plus efficacement sur elles et avec elles.

- *Les procédures de construction possibles en CMO et la comparaison avec les procédures CPC*: Selon les caractéristiques informatiques du logiciel, les procédures de résolution (construction, dans le cas de la symétrie orthogonale) permises (sur écran) peuvent mobiliser certains savoirs qui ne le sont pas pour une même tâche CPC (et vice-versa). Pour profiter de ce fait, ou pour éviter les blocages que ce fait pourrait produire chez des élèves qui ne maîtrisent pas les savoirs exigés, nous avons fait l'hypothèse que l'enseignant doit passer en revue toutes les procédures possibles sur écran et les comparer à celles de l'EPC, tout en les situant par rapport aux variables de la tâche et aux conceptions potentielles des élèves. A nos yeux, ce type d'analyse devrait lui permettre de se faire une idée précise du fonctionnement mathématique de la symétrie orthogonale dans

l'environnement informatique considéré et de l'existence de processus et possibilités d'apprentissage éventuellement différents de ceux favorisés ou permis par l'environnement usuel.

*-Les transferts CPC/CMO :*

Si l'enseignant n'est pas conscient de l'importance des problèmes de transfert ou s'il les suppose "évidents", il peut passer à côté sans pouvoir ni les gérer, ni en tirer parti. Nous avons voulu l'amener à prendre en compte la différence entre les contraintes de la tâche dans les CMO et les CPC et à se poser la question des transferts possibles d'un monde opératoire à un autre.

*-Les conceptions erronées :*

Nous faisons l'hypothèse que l'enseignant a déjà une idée des conceptions erronées dominantes chez les élèves. Nous voulons, par le questionnement introduit, attirer son attention sur le fait qu'il peut essayer de jouer sur les variables de commande à sa disposition, une fois celles-ci clairement identifiées, pour essayer de déstabiliser les conceptions erronées éventuelles et aboutir à une évolution des procédures de construction (cf. partie A, chp. 2). Nous voulons aussi attirer son attention sur l'intérêt qu'il y a à être attentif à ces questions et à piloter soigneusement ces variables si l'on veut éviter que des conceptions erronées ne soient renforcées par l'utilisation du logiciel, voire même construites en utilisant le logiciel.

Cependant, nous voudrions préciser que, pour nous, la question de l'apport de l'informatique ne se pose pas uniquement en termes de travail sur les conceptions erronées. Si nous avons accordé une importance particulière à ce volet ici, c'est parce que le domaine abordé et les résultats didactiques dont nous disposons d'une part, les caractéristiques des logiciels utilisés d'autre part, se prêtaient particulièrement bien à ce type d'analyse. Nous savons très bien qu'un logiciel peut être utilisé efficacement et apporter un plus réel à l'enseignement d'une notion ou d'un domaine sans pour autant toucher aux conceptions (erronées) des élèves.

Tout au long de cette analyse du contenu, nous avons essayé d'établir un parallèle avec la partie I : enseignement EPC indépendamment du logiciel. C'est ce que nous allons aussi essayer de faire dans la rubrique suivante qui concerne les prévisions de gestion.

*T2 - Partie II : Analyse "interne" du logiciel*

*B>> PREVISIONS DE GESTION*

\*"Lieu d'intervention" (critère dû à Y.Chevallard) :

- En situation de classe : °°Comme support d'une activité (de recherche, de découverte, etc.) ?
- °°Comme support du cours ?
- °°Comme support d'une évaluation ?
- Hors classe : °°Activités d'approfondissement ?
- °°En soutien ?

Quel serait alors l'apport principal du logiciel par rapport à un EPC :

- Aucun ?
- Apporter des illustrations graphiques variées ?
- Mettre les élèves en position de recherche expérimentale ?
- Introduire une situation problématique ?
- Contrôler et vérifier immédiatement des réponses ?
- Modifier chez les élèves des images mentales fausses (en leur proposant des contre-exemples) ?
- Autres ?

.....  
\*En fonction de vos réponses aux questions précédentes, quel type d'intégration possible de ce logiciel dans votre enseignement prévoyez-vous :

- Construire une situation problème autour du logiciel (en plus du cours ordinaire dans les CPC)

.....  
- Imbriquer ou coupler le travail sur machine avec votre EPC ?

Si oui comment envisagez vous le faire ?

.....  
*En fonction du cas que vous avez choisi dans la question précédente :*

\*Essayez de prévoir le temps nécessaire pour chaque étape de la démarche choisie :

.....  
\*Précisez le type de l'activité de l'élève devant la machine :

- Quelles consignes de travail donneriez-vous à l'élève ?

.....  
\*Précisez votre rôle : (guider) (animer) (formuler) (contrôler)  
(autres ..... )

- A quels moments comptez-vous intervenir ? et comment le feriez-vous ?

.....  
\*Quel contrôle de l'activité de l'élève prévoyez-vous en cours de séance ?

.....  
\*Prévoyez-vous de faire un bilan de la séance CMO ?

(non)

(oui)--> Sous quelle forme ?

.....  
Temps prévu : - 10mn en fin de séance ?

- bilans partiels (en interrompant la séance) ?
- une séance bilan ?

\*Quel type d'évaluation prévoyez-vous (de l'activité de l'élève, de l'acquisition du contenu, etc.)

.....  
 .....

\*Comment jugez-vous l'utilisation possible que vous venez de proposer :

(Question tirée d'un document du CNAM)

- Une utilisation s'insérant dans le contenu habituel de l'enseignement, sans vraie modification de celui-ci ? (ex : illustrations classiques par un plus grand nombre d'exemples )

- Une utilisation avec modification importante de l'enseignement, sans qu'il y ait changement du contenu ? (ex : développement de l'approche expérimentale, initiation à la démarche de recherche)

- Une utilisation modifiant le contenu habituel de l'enseignement (ex : exercices qui n'étaient pas faits habituellement, présentations différentes)

.....

#### Explications et commentaires :

La partie A de l'analyse interne était organisée autour d'une analyse de type a-didactique de la situation proposée. Avec la partie B, nous entrons dans ce qui constitue l'analyse de la didactification de la situation, si l'on se réfère aux catégories théoriques de l'analyse a priori. Cette analyse est constituée en trois temps : une réflexion de nature relativement globale sur l'intégration possible de la situation à l'enseignement et sur les apports possibles du logiciel, une description détaillée de la gestion proposée pour la situation, enfin pour terminer, une appréciation de nouveau plus globale sur le type d'utilisation envisagé.

Le rôle principal de cette partie est d'aider l'enseignant à préparer sa (ou ses) séance(s) EAO tout en le sensibilisant à certaines caractéristiques d'un tel type de séances.

Dans la partie précédente (Partie I) de ce Temps, nous avons demandé à l'enseignant de proposer une situation d'enseignement adaptée puis de l'analyser. Comment va-t-il gérer l'intégration de cette situation EAO à son enseignement ?

En effet, il nous semble que le problème de l'intégration de situations EAO au reste de l'enseignement est l'un des problèmes majeurs auxquels doit faire face l'enseignant et que ce problème est très souvent fort mal résolu, faisant des séances en environnement informatique, des séances certes intéressantes, mais ayant plutôt le statut de séances ludiques, sortes de parenthèses dans le travail ordinaire de la classe. Or, nous faisons l'hypothèse que ce statut marginal est incompatible avec une intégration efficace de l'outil informatique à l'enseignement, quelle que puisse être par ailleurs la qualité des activités menées.

Nous posons donc la question suivante : En fonction de vos réponses aux questions précédentes, quel type d'intégration possible de ce logiciel dans votre enseignement prévoyez-vous ? Et nous proposons deux réponses :

- Faire fonctionner le logiciel (spécialement pour les logiciels fermés) ou inventer un problème autour du logiciel, puis éventuellement formuler ou/et évaluer certains savoirs mis en jeu, ce que nous avons appelé : une activité "en plus" (voire annexe) du cours ordinaire EPC.
- Coupler le travail sur machine avec un travail CPC. Par exemple on pose un problème CPC, le logiciel jouant le rôle d'aide à la résolution, à la vérification,... ou on fait travailler l'élève sur ordinateur en lui demandant après (ou en même temps) un réinvestissement papier-crayon.

Une fois la démarche d'intégration proposée, une série de questions suit pour préparer la (ou les) séance(s) correspondante(s) selon les deux pôles : l'activité de l'élève et le rôle de l'enseignant.

Puisque la question : "Est-ce que l'enseignant est capable d'anticiper la gestion de la classe ainsi que son rôle dans un cadre EAO ?" est l'une des questions importantes de notre problématique, dans les premières versions de la grille nous avons un peu négligé le pôle "activité de l'élève". Mais les expérimentations ont montré une tendance des enseignants à répondre en prévoyant plutôt le rôle de l'élève. C'est une attitude "normale" que nous avons déjà rencontrée et analysée dans la rubrique "Interactivité" du premier Temps. Une nouvelle fois, nous avons rétabli l'équilibre en donnant "plus d'importance à l'élève".

Parmi les questions posées, les deux dernières : "Quel contrôle de l'activité de l'élève prévoyez-vous en cours de séance ?" et "Quel type d'évaluation prévoyez-vous ?" ont un statut particulier. Nous pensons qu'il est évident de dire que l'une des caractéristiques essentielles d'une séance EAO est l'activité de l'élève devant la machine. Le non-contrôle de cette activité peut réduire les acquis à un niveau "infra-mathématique" indésirable.

Comme le souligne C. Mattiussi (Mattiussi, 89) : "*Si les activités traditionnelles sont évaluées, contrôlées, notées, les activités informatiques doivent l'être aussi*" .... "*Si le logiciel donne lui-même une évaluation il faut l'adapter à celle qui a cours. Ne pas évaluer dévalue le travail informatique et le relègue à un mode mineur, péjorativement ludique.*"

A ce phénomène s'ajoute le fait que le mode de rapport privilégié à la connaissance en environnement informatique (au moins pour les logiciels considérés ici) étant l'action, la transition nécessaire vers d'autres types de rapport, plus liés à la formulation et à la validation explicites, doit faire l'objet d'une organisation spécifique.

Revenons à présent aux deux premières questions de cette rubrique. A la suite d'une "analyse" "lourde" du contenu, nous avons voulu commencer les "prévisions de gestion" en allégeant le style par des QCM. Après avoir proposé une situation et l'avoir analysée, il nous a semblé naturel de poser la question du "lieu d'intervention" (Chevallard, 85), définissant ainsi une typologie en deux classes sans spécifier (comme le dit Chevallard) les conditions interpersonnelles dans lesquelles les

élèves pourraient être placés (groupe, binôme, seul, etc...) .

Nous avons déjà signalé que nous ne voulions pas limiter les questions sur l'apport de l'informatique au seul sujet des conceptions erronées. Ceci justifie la forme de la question : "Quel serait alors l'apport principal du logiciel par rapport à un EPC ?". Cette question aurait théoriquement pu être posée dès la fin de la rubrique précédente portant sur l'analyse a-didactique. Nous avons choisi de la placer ici pour souligner l'imbrication existant entre les potentialités liées au contenu, et les choix d'intégration, dans l'analyse des apports possibles.

La question de fin de ce second temps : "Comment jugez-vous l'utilisation que vous venez de proposer ?" est, elle aussi, une question sur l'apport de l'informatique même si nous lui avons donné l'aspect d'un jugement concluant.

Avant de clore les justifications du "Temps 2", revenons sur quelques fonctions de la grille outil pour la recherche. Nous attendons des réponses à cette partie, des informations sur le fonctionnement et les conceptions de l'enseignant, notamment en référence aux quatre questions suivantes :

- Est-ce que l'enseignant va avoir une nouvelle approche de la notion traitée et construire des situations différentes de ses activités en EPC ? Par exemple, pour les logiciels fermés, va-t-il reprendre la situation proposée par le logiciel, ou essaiera-t-il de construire une situation "autre", plus adaptée à sa pratique et à son analyse ?
- Est-ce qu'il va prendre en compte pour construire sa situation, les difficultés rencontrées en EPC et qui ne peuvent pas être vraiment surmontées avec des moyens traditionnels (le "plus" de l'informatique) ?
- Est-ce qu'il va accorder une importance au fait de prévoir des activités avec l'ordinateur qui s'intègrent dans sa démarche pédagogique ? ou va-t-il préférer construire une situation isolée autour du logiciel pour une séance et revenir ensuite à sa pratique usuelle ?
- Est-ce qu'il est conscient :
  - 1) des différences des contraintes des tâches proposées en CMO et CMC,
  - 2) des changements qui peuvent survenir sur sa manière habituelle de gérer la classe,
  - 3) de l'apport éventuel de l'informatique ?

### **TEMPS 3 : Décision et conclusion**

Après la présentation des deux premiers Temps de la grille, nous passons au Temps 3 où nous demandons à l'enseignant de fournir une décision finale d'acceptation ou de rejet du logiciel.

### 3ème Temps (T3) Décision et conclusion

Après avoir analysé ce logiciel, pensez-vous qu'il peut s'intégrer utilement dans une démarche éducative ?

- NON ?

- OUI ? --> A partir alors de vos réponses dans le 1er et le 2ème temps et de votre propre expérience essayez de faire une fiche de synthèse en y mettant les points essentiels pour la construction d'une situation problème utilisant ce logiciel, et l'intégration de cette situation dans votre activité d'enseignement :

.....

Par cette question, nous avons voulu voir si un logiciel a priori accepté, pouvait être ou non rejeté après avoir été analysé plus finement. En cas d'acceptation, nous proposons à l'enseignant de faire une fiche de synthèse. Cela constitue à notre avis un retour sommaire sur une analyse approfondie, lui permettant de souligner les points qui lui semblent les plus importants pour une utilisation présente ou future du logiciel.

Par ailleurs nous avons (cf. questionnaire préliminaire) fait l'hypothèse qu'une préparation d'une séance EAO qui analyserait :

\*les caractéristiques informatiques du logiciel (Temps 1),

\*le contenu mathématique impliqué et la gestion possible de la classe au cours de cette séance (Temps 2),

pourrait motiver l'enseignant à faire de l'EAO et réduire sa méfiance en diminuant son insécurité.

Nous avons donc voulu, à travers cette demande de fiche de synthèse, faire dégager les critères essentiels retenus par l'enseignant pour la préparation d'une situation EAO, et essayer ainsi de mieux cerner a posteriori ce qui pouvait le plus contribuer à le sécuriser.

Toujours dans le même esprit, nous proposons à la fin, un questionnaire d'évaluation (de la grille à l'issue de son utilisation) composé d'une série de questions qui pourraient nous aider à avoir plus d'informations sur ce sujet.

### QUESTIONNAIRE D'EVALUATION

- 1) Quelles sont les questions ou les rubriques de la grille qui vous ont semblé les plus pertinentes et qui ont guidé directement votre choix d'acceptation ou de rejet de ce logiciel ?
- 2) Pouvez-vous préciser les critères supplémentaires que vous auriez souhaité trouver dans cette grille ?
- 3) Pensez-vous qu'une grille de ce type éventuellement améliorée, pourrait aider à une meilleure intégration de l'outil informatique dans votre enseignement ?
- 4) Avez-vous d'autres commentaires à propos de la grille ?
- 5) Pensez-vous que cette grille :
  - \*doit être présentée : - en stage de formation ?
  - en démonstration ?
  - \*peut être diffusée (sans présentation préalable) :
    - dans tous les établissements en CDI ?
    - dans une circulaire envoyée aux enseignants?
    - sur demande ?

### VI- RETOUR SUR LES CONTRAINTES DE CONCEPTION DE LA GRILLE

La grille conçue contient, nous semble-t-il, un ensemble de questions susceptibles de permettre à un enseignant, même s'il n'est pas très familier avec les environnements informatiques, d'appréhender le fonctionnement d'un logiciel, de se positionner par rapport à lui, en tant qu'enseignant, et d'en tirer profit en fonction des objectifs qu'il s'est fixés.

Naturellement, la liste des questions posées n'a rien d'exhaustif comme nous l'avons précisé. De plus, elle a été conçue en fonction d'un ensemble limité de produits, relatifs à un domaine mathématique particulier et à un niveau d'enseignement donné. Il est certain que d'autres choix, sans modifier radicalement le questionnement, auraient pu l'orienter de façon sensiblement différente.

Nous voudrions aussi souligner, une fois de plus, que réaliser un outil pour l'analyse a priori d'un produit d'enseignement :

- qui enferme cette analyse en une liste de questions,
- qui soit assez détaillé, mais assez court pour ne pas lasser,
- qui soit adapté à un assez large public sans risquer l'aplatissement,
- qui propose un cheminement "linéaire" (qui n'est pas forcément celui qu'aurait l'enseignant confronté à une préparation et à une réalisation effective en classe),

est forcément une opération réductrice et une opération, comme nous avons essayé de le montrer, où l'on est obligé de trouver des compromis entre des contraintes contradictoires.

En outre, en tant qu'outil de recherche, et comme tout instrument élaboré pour une recherche, la grille ne peut être neutre. Elle va par conséquent interférer sur les résultats des expérimentations.

Ces résultats seront forcément dépendants des rapports :

\*enseignant-grille : c'est à dire de la manière dont l'enseignant perçoit la grille, réagit par rapport à elle, s'investit dans son utilisation,

\*chercheur-grille : c'est à dire de la manière dont nous l'avons conçue et de nos attentes vis à vis d'elle.

Pour terminer ce chapitre, nous souhaiterions revenir à un point qui nous semble important si l'on se pose la question de la validité d'un tel outil par rapport à notre problématique globale d'étude de l'intégration de l'outil informatique dans l'enseignement. Des expérimentations de cet outil d'analyse d'un logiciel de mathématiques devraient permettre en principe d'avoir une première approche des phénomènes de prises de décisions d'un enseignant en EAO. Mais il s'agit là uniquement des décisions que l'enseignant, guidé par notre dispositif, est susceptible d'envisager a priori. La méthodologie utilisée ne nous permet en aucun cas d'avoir accès au pilotage en temps réel de la classe, ni aux changements qui pourraient être introduits, dans la réalisation effective, compte-tenu notamment d'anticipations inadaptées.

En fait en élaborant notre outil et en préparant nos expérimentations, nous étions consciente que cet aspect ne pourrait que nous échapper, mais il nous a semblé irréaliste d'attaquer d'emblée les phénomènes de gestion en temps réel d'un EAO, alors même que très peu de recherches avaient été consacrées à ces questions, sur le plan international comme en France.

Notre démarche doit être comprise comme une première approche des problèmes d'intégration de l'EAO, une approche qui bien sûr devrait être ultérieurement prolongée par des expérimentations menées dans des classes réelles, mais une approche qui, justement, à nos yeux, devrait pouvoir guider de façon efficace, de telles expérimentations en classe.

**P.S.** : une version complète de la grille "dernière version" ainsi que le questionnaire préliminaire et le questionnaire d'évaluation sont donnés à la fin de cet ouvrage : annexe "Grille".

**PARTIE B**  
**CHAPITRE 2**  
**EXPERIMENTATION DE LA GRILLE AU SEIN D'UN PUBLIC A**  
**PROFILS CONTRASTES**

L'objectif de l'étape qui a suivi la construction de l'outil grille était de tester son fonctionnement :

- comme outil devant aider l'enseignant qui l'utilise à analyser un logiciel et éventuellement à l'intégrer dans son enseignement,
- comme outil devant nous fournir des renseignements sur la façon dont un enseignant qui l'utilise évalue un logiciel, construit des situations d'enseignement intégrant ce logiciel et prévoit la gestion des séances correspondantes.

Cependant, le test de la grille n'avait pas pour objectif de tirer des conclusions définitives mais plutôt d'obtenir des résultats partiels permettant :

- d'affiner nos hypothèses de conception de la grille,
- de modifier éventuellement les questions de la grille pour qu'elle soit plus adaptée aux pratiques des enseignants et pour qu'elle nous apporte plus d'informations sur leur fonctionnement en milieux informatisés.

Nous avons prévu de retester la grille, ainsi modifiée, dans une deuxième phase d'expérimentation.

Vu la multiplicité des hypothèses faites au cours de la conception de la grille, il nous a semblé méthodologiquement préférable, dans la première phase d'expérimentation, de choisir des enseignants expérimentateurs à profils variés, voire contrastés.

Nous avons à cet effet privilégié deux variables :

- 1) La familiarité de l'enseignant expérimentateur avec les environnements informatisés d'enseignement.
- 2) La "coloration didactique" de l'enseignant expérimentateur.

Le choix de ces variables nous semble correspondre aux objectifs de notre recherche et à l'empreinte évidente de la Didactique dans la conception de la grille.

Ce choix était également dû au fait que notre encadrement, au cours de la réalisation de ce travail de recherche, a été assuré par l'IREM de Paris 7. Il était alors "normal" que nous commençons par tester la grille avec des enseignants qui fréquentent régulièrement cet institut de recherche : formateurs, chercheurs en didactique des mathématiques ou "sympathisants".

De ce fait, nous désignerons ce public des premières expérimentations par l'expression : "public privilégié".

Le choix effectué nous semble méthodologiquement raisonnable. En effet, en prenant des enseignants expérimentateurs ayant des profils contrastés, y compris (pour augmenter le relief) des formateurs aux UPO et des chercheurs en didactique des mathématiques, nous espérons voir apparaître, un peu grossis, les phénomènes que nous avons prévus en construisant la grille. De plus, nous pensons que se mettre dans des conditions favorables d'expérimentation est une première étape pour cerner les variables et les régularités de fonctionnement de l'outil grille.

Cependant, il va de soi que le choix ainsi effectué n'a pas que des avantages. En particulier, il est clair que les expérimentations faites, vu le caractère "privilegié" du public, ne pourront nous donner des renseignements généralisables concernant la fonctionnalité de la grille quand elle est utilisée par un enseignant "standard", même si l'un des expérimentateurs a justement ce type de profil.

La grille est censée donc, dans cette première phase d'expérimentation, nous fournir des informations interprétables en fonction des différents profils repérés.

Dans ce qui suit, nous présenterons dans un premier temps le public "privilegié" ainsi que l'analyse des grilles remplies par ses membres. Nous passerons dans un deuxième temps à l'analyse croisée des informations que chacune de ces grilles nous apporte. Nous essayerons de cerner à travers cette dernière analyse les dépendances éventuelles entre les profils des enseignants expérimentateurs et les modes de fonctionnement de la grille.

## **I- PRESENTATION DES EXPERIMENTATIONS DU "PUBLIC PRIVILEGIE"**

Les expérimentations ont eu lieu à l'IREM de Paris 7, dans la salle informatique. Pour chaque expérimentation : nous lançons le logiciel, nous donnons une grille vierge à l'enseignant, nous lui expliquons l'objectif de l'expérimentation et nous lui demandons de noter sur la grille le temps passé sur chacune de ses parties. Nous ne restons pas dans la salle pendant que l'enseignant travaillait sur la grille. En revanche, nous étions présente à l'IREM et l'enseignant pouvait nous consulter en cas de problèmes techniques. Il n'y avait pas de limitation dans le temps de l'expérimentation et quand l'enseignant avait fini de remplir la grille, il nous la rendait.

## I.1 Les profils des enseignants expérimentateurs

La grille a été ainsi soumise à six enseignants volontaires. Le choix de ces enseignants a été fait, comme nous l'avons dit plus haut, suite à une identification a priori<sup>1</sup> de leurs profils par rapport aux deux variables suivantes :

1) La familiarité avec l'EAO qui prend une valeur "Positive" (P) si l'enseignant utilise régulièrement ou souvent l'outil informatique dans son enseignement, et une valeur "Négative" (N) s'il l'utilise rarement ou jamais.

2) La coloration didactique qui prend :

la valeur "++" si l'enseignant est chercheur en didactique ou formateur d'enseignant engagé dans une réflexion didactique,

la valeur "+" si l'enseignant s'intéresse, à un niveau plus ou moins élevé, aux théories didactiques,

la valeur "-" dans tous les autres cas, pour indiquer l'absence de coloration didactique.

L'identification a priori des profils a été confirmée, a posteriori, à travers les réponses des enseignants au questionnaire préliminaire de la grille.

Dans le tableau suivant nous repérons, en fonction de leurs profils, les six enseignants du public "privilegié".

	Familiarité EAO : P	Familiarité EAO : N
Coloration didactique : ++	deux enseignants : P++1 et P++2	un seul enseignant : N++
Coloration didactique : +	un seul enseignant : P+	un seul enseignant : N+
Coloration didactique : -	aucun enseignant	un seul enseignant : N-

Il est normal de trouver une concentration du côté de la coloration didactique + ou ++ vu le caractère "privilegié" du public.

La case vide P- est due au fait que nous n'avons pas eu contact avec des enseignants utilisant régulièrement l'outil informatique sans avoir, au moins, une coloration didactique.

Dans ce qui suit, nous désignerons les six enseignants par les noms qui leur sont attribués dans ce tableau, et qui correspondent à leurs profils respectifs, soit :

P++1, P++2, P+, N++, N+ & N-.

<sup>1</sup>Nous connaissons personnellement les six enseignants

## I.2 Les logiciels utilisés

Nous avons choisi de ne pas donner à un expérimentateur un logiciel qu'il connaissait déjà. Ce choix est fait pour éviter le non-fonctionnement du premier temps de la grille qui a pour utilité essentielle la familiarisation de l'enseignant à l'utilisation du logiciel et le premier abord des possibilités d'exploitation du logiciel.

Compte-tenu des analyses des logiciels utilisés dans notre recherche et de la classification que nous en avons faite dans le chapitre 3 de la partie A, nous avons choisi pour ces premières expérimentations les cinq logiciels suivants :

- Deux logiciels fermés : "Maths 5ème" (*Nathan, 1986*) et "ACTI MATH" (*Classe de cinquième, A. Colin, 1987*).
- Deux logiciels semi-ouverts : "Imagiciels Mathématiques (1)" (*CREEM-IREM, 1986*) et "Symétrie orthogonale en sixième" (*Commission INTER-IREM logiciels et pédagogie, 1987*). Rappelons que ce dernier logiciel est constitué d'un ensemble de 8 imagiciels que nous avons rassemblés (cf. partie A, chp. 3) en quatre groupes. Nous avons utilisé pour ces premières expérimentations les groupes : II2 et II3.

Le logiciel ouvert "Calques géométriques" nous a été proposé par P++1 qui, après avoir effectué l'expérimentation avec le logiciel "Imagiciels Mathématiques (1)", a demandé de refaire une autre expérimentation avec ce logiciel ouvert qu'il venait d'acquérir et qu'il trouvait intéressant.

Nous donnons ci-après le tableau de répartition des logiciels aux six enseignants, et nous expliquerons ensuite les raisons des choix effectués.

	P++1	P++2	P+	N++	N+	N-
Maths 5ème			☒		☒	
ACTI MATH		☒				
Imagiciels Maths (1)	☒					
II2						☒
II3				☒		
Calques géométriques	☒					

\* A N- qui n'utilise pas l'outil informatique dans son enseignement et n'a pas de coloration didactique, nous avons donné le groupe de deux imagiciels II2. Ces deux imagiciels offrent des possibilités d'exploitation non négligeables (cf. annexe Logiciels 1) concernant les propriétés de conservation de la symétrie orthogonale. Nous avons voulu, à travers ce choix, tester la validité de notre hypothèse générale de construction de la grille, à savoir : la grille devrait permettre à un enseignant "standard" d'analyser un logiciel, que nous estimons "intéressant", et de faire des prévisions d'utilisation de ce logiciel dans son enseignement.

\* A P+ et N+ qui sont tous les deux des animateurs IREM, nous avons donné le même tutoriel. Ce logiciel fermé est susceptible d'être rejeté après le premier temps de la grille. Notre but était de tester l'influence de la "variable profil" : familiarité EAO, sur l'analyse d'un même logiciel par deux enseignants ayant la même valeur de la "variable profil" : coloration didactique.

\* A N++ qui est chercheur en didactique et n'avait aucune familiarité avec l'outil informatique, nous avons proposé le logiciel "Symétrie orthogonale en sixième", en entier, à analyser et le groupe II3 pour construire une situation d'enseignement. Nous espérions que sa familiarité avec les outils didactiques allait l'aider à entrer plus aisément dans l'esprit de la grille et par là à s'occuper plus de la découverte et de l'exploitation du logiciel.

\* A P++2 qui utilise régulièrement l'outil informatique dans son enseignement et qui a une familiarité certaine avec la recherche en didactique (titulaire d'un DEA de didactique des mathématiques), nous avons donné un logiciel fermé. Nous voulions cerner l'intérêt que pourrait manifester un enseignant ayant un tel profil pour la grille avec un logiciel qui peut, a priori, apparaître "peu intéressant".

\* A P++1, nous avons donné un imagiciel offrant peu de possibilités d'exploitation, puis (sur sa demande) un logiciel ouvert outil de constructions géométriques. Cet enseignant pratique régulièrement l'EAO et a une coloration didactique non négligeable à travers sa participation à des recherches dans ce domaine. Nous espérions à travers ces deux expérimentations (espacées d'un mois) comparer le fonctionnement de la grille pour un même enseignant avec deux logiciels différents et observer l'évolution dans le temps de sa familiarité avec la grille.

### III- ANALYSES COMMENTEES DES SEPT GRILLES REMPLIES

L'analyse que nous avons faite de chacune des grilles est liée directement à nos objectifs de conception de la grille, objectifs que nous avons déjà explicités en détail dans le chapitre précédent.

Par l'expression : "analyse d'une grille remplie", nous désignons une analyse de type globale permettant la saisie commentée des réponses de l'enseignant qui a rempli la grille<sup>2</sup>. Nous essayerons de souligner, à travers cette analyse, deux types de résultats : les résultats locaux et les résultats globaux.

Nous donnons à un résultat le statut "local" si nous le rencontrons dans une seule grille mais s'il est à notre avis susceptible d'être validé à travers d'autres expérimentations effectuées dans des conditions analogues. En revanche, nous donnons à un résultat le statut "global" si nous le rencontrons dans plus d'une grille, ne provenant pas du même enseignant, et s'il est susceptible d'être décontextualisé.

La difficulté essentielle rencontrée dans la lecture et l'analyse des sept grilles a été le fait que les réponses parfois très générales (en particulier au deuxième temps de la grille), non forcément significatives, d'où difficiles à saisir et à analyser.

Voici ci-dessous l'analyse de chacune des sept grilles remplies. Cette analyse, comme le lecteur le remarquera, n'est pas uniforme. En effet, nous avons délibérément choisi de ne pas nous fixer des normes d'analyse identiques pour les sept grilles. Ce choix a pour objet de nous garder une marge de manoeuvre permettant de prendre en compte le profil de l'expérimentateur ainsi que le niveau de spécificité de ses réponses.

#### II.1 Analyse de la grille de N-

N- est un enseignant de collègue. Il a déjà utilisé quelques logiciels dans son enseignement mais ne le fait plus car, comme il l'écrit, "il ne se sent pas très expérimenté". A propos de son opinion sur l'EAO, N- écrit : "Quand j'ai essayé un programme et vu les petits problèmes qui peuvent se poser, je me sens capable d'amener une classe, sinon, je préfère m'abstenir".

En plus de ce manque de sécurité, dans un environnement informatisé, apparent dans ses réponses au questionnaire préliminaire, N- nous avoue son angoisse de ne pas être capable de mener à bien l'expérimentation car il "n'a pas beaucoup d'expérience dans le domaine de l'EAO".

---

<sup>2</sup>Nous donnons un exemple d'une grille remplie, celle de P+, dans l'Annexe "Grille P+".

N-, rappelons-le, n'a pas de familiarité avec la didactique. De ce fait, il trouve incompréhensible certains mots du deuxième temps (situation, transferts, ...) et se déplace pour venir nous demander leur signification. Tout au long de l'expérimentation, N- a manifesté le souci de "bien" répondre aux questions qui lui étaient posées dans la grille.

La durée de l'expérimentation de N- est de trois heures, c'est la durée la plus longue parmi toutes les expérimentations effectuées. Il a passé 10 minutes à consulter le logiciel, une heure et vingt minutes à remplir le premier temps et une heure et demi à remplir le second temps. Son remplissage de la grille n'était pas linéaire, il a fait souvent des allers/retours entre les différentes questions.

L'analyse externe (premier temps de la grille) que fait N- est très soignée. Il ne se contente pas de répondre aux questions QCM en cochant les cases correspondant à ses réponses, mais écrit des réflexions sur les possibilités d'utilisation du logiciel. Par exemple, à la question "Usages possibles", il coche la case : "usage individuel" et ajoute à côté : "en soutien pour des élèves qui n'arrivent pas à visualiser des points symétriques par rapport à une droite".

La situation d'enseignement que N- propose dans le deuxième temps est celle proposée par les concepteurs dans la documentation accompagnante : "visualisation des propriétés de la symétrie orthogonale". Il fait une analyse laborieuse et précise de cette situation en répondant à toutes les questions du deuxième temps sauf celle concernant les variables didactiques de la situation, cette question lui semble très technique. Son attention est attirée, au cours de cette analyse par les apports possibles du logiciel par rapport à son enseignement usuel papier-crayon.

Il propose d'alterner régulièrement le travail de manipulation (déplacement du point mobile) sur écran et la vérification sur copies d'écran. Il voit son rôle essentiellement dans une phase de synthèse à la fin de la séance, son intervention sera alors pour "institutionnaliser".

Après cette séance, il ferait des activités de réinvestissement, papier-crayon, des propriétés de conservation de la symétrie.

A travers la situation qu'il propose et l'analyse qu'il en fait, nous pouvons dire que N- reste très attaché à un enseignement papier-crayon. Après avoir réussi à "apprivoiser" un logiciel, il l'utiliserait "au premier degré", c'est-à-dire comme n'importe quel autre outil pédagogique (par exemple, le symétriseur) sans un vrai changement dans ses modes usuels de fonctionnement.

Nous pensons que cette constatation pourrait être un résultat global, commun à tous les enseignants qui ont une familiarité "Négative" avec l'EAO.

N- trouve que la grille est très intéressante et qu'elle peut l'aider à mieux intégrer l'informatique dans son enseignement papier-crayon. A propos de ce qui l'a le plus intéressé dans la grille, il écrit :

"tout ce qui concerne comparaison entre EPC et EAO. Exploitation du logiciel et avantages par rapport à un EPC".

Son rapport à la grille a été "scolaire", il a répondu consciencieusement à toutes les questions et a éprouvé une certaine satisfaction d'y être arrivé tout en gardant une certaine angoisse de ne pas avoir donné les bonnes réponses.

Au cours de la lecture de sa grille, nous voyons que N- qui avait, au début de l'expérimentation, une grande méfiance sur ses capacités d'analyser et d'utiliser le logiciel, commence progressivement à se familiariser avec le logiciel, à imaginer des utilisations possibles et à prévoir les modalités d'intégration dans son enseignement. Le point culminant de cette évolution de sécurisation et de regain de confiance est, qu'à la fin de l'expérimentation, N- se déclare volontairement prêt à faire passer la séquence qu'il a construite dans sa classe.

De ce fait, nous pouvons dire qu'au cours de cette expérimentation l'objectif de construction de la grille a été atteint. Rappelons que cet objectif était de créer un outil qui s'adresse en premier lieu à un enseignant "standard" (profil N-), et qu'il devait l'aider : à se familiariser avec un logiciel qu'il rencontre pour la première fois, à savoir l'évaluer extérieurement (côtés technique et pédagogique), à savoir l'analyser intérieurement (analyse des connaissances mathématiques potentiellement en jeu) et à construire et prévoir la gestion de situations d'enseignement intégrant ce logiciel.

Nous pensons que ce résultat est local parce qu'il est intimement lié au profil de l'expérimentateur ainsi qu'aux conditions de déroulement de l'expérimentation. En effet, nous allons voir, dans le chapitre suivant, que ce phénomène ne va pas se reproduire avec des enseignants ayant a priori le même profil que N-, mais qui effectuent l'expérimentation en cours de formation (donc en position de stagiaires).

## **II.2 Analyse de la grille de N+**

N+ est un enseignant de collège, il est également animateur IREM. Il a déjà utilisé des logiciels de mathématiques, mais il est déçu par cette expérience à cause des problèmes techniques et du peu d'intérêt que présentent les logiciels utilisés : "Les logiciels que j'ai utilisés n'aident pas toujours l'élève en difficulté, les erreurs ne sont pas expliquées".

N+ a effectué l'expérimentation en une heure, dont 25 minutes consacrées à la consultation du logiciel. Après une demi-heure d'analyse externe (premier temps de la grille) du logiciel, il le rejette en lui reprochant de ne pas aider l'élève en cas d'erreur et de privilégier les "axes particuliers".

Il reproche également au logiciel de n'avoir que peu d'apport par rapport à un enseignement papier-crayon. En effet, N+ trouve que l'intérêt essentiel du logiciel est de "créer des images de figures symétriques", mais que l'élève reste passif.

Nous pensons que le logiciel que nous lui avons donné ressemble par son côté fermé aux logiciels qu'il a déjà utilisés. C'est pourquoi, après avoir fait une analyse externe où il a donné des réponses à toutes les questions posées, réponses conformes à notre propre analyse externe, il rejette le logiciel en basant ses critères de rejet sur les résultats de l'analyse qu'il a faite.

Nous pensons que la grille a joué ici son rôle d'outil permettant à l'enseignant d'évaluer un logiciel et de décider s'il est possible de l'utiliser dans son enseignement.

### II.3 Analyse de la grille de N++

N++ est un chercheur en didactique des mathématiques qui a mené une recherche sur l'enseignement en classe de sixième. Nous avons alors supposé qu'il est familier avec la notion de la symétrie orthogonale à ce niveau de l'enseignement. Il ne s'est jamais servi de logiciels pédagogiques dans des activités d'enseignement ou de formation.

Nous lui avons proposé de travailler sur l'ensemble du logiciel "Symétrie orthogonale en sixième". Après avoir consulté le logiciel et rempli rapidement le premier temps de la grille, il a préféré (après nous avoir consulté) analyser uniquement les deux imagiciels 6 & 7 qui forment le groupe II3.

Dans le deuxième temps, il a adopté la situation donnée par les deux imagiciels. En effet, ces deux imagiciels, rappelons-le, sont assez fermés puisque l'exploitation possible est déjà fixée : jeux de cibles qui consistent à toucher une cible avec un point de l'écran en déplaçant le point qui lui est symétrique.

Il a proposé d'utiliser cette situation comme activité de soutien ou d'approfondissement. De ce fait, il trouve que l'utilisation reste dans un cadre très ponctuel ne permettant pas de construire une séance entière d'enseignement autour de ces deux imagiciels.

Nous distinguons dans les différentes réponses de N++ un côté critique qui est dû, sans aucun doute, à son profil (coloration didactique ++). Ces critiques couvrent aussi bien le logiciel et la documentation accompagnante, que la grille elle-même.

Même si N++ a répondu à toutes les questions de la grille, les réponses concernant la préparation ainsi que les prévisions de gestion de la situation nous ont semblé assez vagues. On peut attribuer cela, comme il le souligne lui-même, au fait qu'il n'est pas enseignant de collège.

Nous pensons que nous ne pouvons pas tirer des conclusions sur le fonctionnement de la grille à travers l'expérimentation de N++. Ces remarques critiques nous ont cependant aidée à affiner certains de nos critères de construction de l'outil grille.

Nous faisons l'hypothèse que, pour tester la fonctionnalité du profil (N, ++) dans les modes d'utilisation de la grille, il faudrait que l'expérimentateur soit lui-même enseignant des notions mathématiques concernées par les situations d'enseignement à construire avec le logiciel proposé.

#### II.4 Analyse de la grille de P+

P+ est un enseignant de collège qui utilise régulièrement l'outil informatique dans son enseignement. Au cours de l'année où il a effectué l'expérimentation, il animait à l'IREM un stage de formation aux UPO. Il a également participé à une recherche, menée à l'IREM, sur l'utilisation du logiciel Euclide en classe de quatrième.

A la question : "Quelle est votre opinion sur l'EAO ?", il a répondu : "Il permet de réaliser un autre contact entre élève et mathématiques. Il crée des conditions de communication différentes".

P+ est donc convaincu de l'utilité de l'EAO et il a une familiarité évidente avec ce mode d'enseignement.

P+ a effectué l'expérimentation en deux heures.

Il a passé trente minutes à consulter le logiciel et à répondre aux questions du premier temps de la grille. Son analyse au cours de ce premier temps est rapide et correspond à notre propre analyse externe du logiciel. Il repère la pauvreté des messages en cas d'erreur de la part de l'élève ainsi que l'absence d'axes obliques. Cependant, ces points négatifs du logiciel ne l'empêchent pas de le juger intéressant pour introduire la notion de la symétrie orthogonale ou pour être utilisé dans des activités de soutien.

En passant au deuxième temps, P+ a déjà l'idée d'un scénario d'enseignement de la symétrie orthogonale. Il propose ce scénario dès la première partie de ce temps, même si cette partie est consacrée à l'enseignement de la symétrie indépendamment du logiciel.

Quand dans la deuxième partie, il se trouve face à la question de la description succincte des situations les plus adaptées au logiciel, il cite une situation de visualisation de la symétrie qu'il a déjà proposée dans la première phase du scénario précédent.

Cependant, notre attention est attirée par sa réponse car il propose pour réaliser cette situation de faire des changements dans le logiciel : "varier la direction de l'axe de symétrie", "attribuer deux couleurs différentes aux figures image et objet". Il repropose également ces mêmes changements dans la question sur les variables didactiques.

Nous pensons que cette constatation peut représenter un résultat local. En effet, un enseignant ayant une familiarité évidente avec des logiciels éducatifs (profil P) est tenté d'essayer de tirer le maximum de profit d'un logiciel quitte à proposer des modifications dans ce logiciel.

P+ continue l'analyse interne du logiciel en donnant plus de précision au scénario qu'il a déjà proposé, ce scénario s'étale sur plusieurs séances. Il voudrait se servir de la première partie du logiciel dans une activité de visualisation et de découverte de la symétrie, pour passer ensuite à des activités papier-crayon et enfin terminer par l'utilisation de la deuxième partie dans des activités d'approfondissement et de soutien.

Les réponses de P+ concernant les prévisions de gestion sont très peu détaillées. Nous avons l'impression qu'il a déjà imaginé, dès le premier temps, l'utilisation possible de ce logiciel dans son enseignement et qu'il se sert des questions du deuxième temps pour préciser ses idées sans les détailler. Peut être se garde-t-il la possibilité de pilotage libre en situation de classe.

P+ donne des réponses brèves et précises aux questions de la grille. Il ne se sert pas de la grille d'une façon scolaire, mais plutôt comme d'un guide qui lui "permet d'explicitier" ses idées de scénarios d'exploitation du logiciel sans l'obliger à entrer dans les détails de prévision.

## II.5 Analyse de la grille de P++2

P++2 enseigne au collège, il utilise régulièrement des logiciels éducatifs avec ses élèves (1h 30/semaine). Il mène une réflexion sur "l'utilisation de l'informatique avec des enfants de l'école primaire" car il se destine à la formation d'instituteurs en Ecole Normale. Il écrit à propos de son opinion sur l'EAO : "Ca peut être ou bien riche ou bien néfaste... Les modalités d'utilisation me semblent déterminantes en EAO".

Puisque nous étions présente dans la salle pendant la première heure de l'expérimentation nous avons noté ce qui suit :

- P++2 passe une demi-heure à consulter le logiciel, il explore tous les cheminements possibles.
- Il remplit le premier temps également en une demi-heure. Ensuite, il lit attentivement les questions du deuxième temps. A l'issue de cette lecture, il nous dit qu'il préfère rejeter le logiciel comme il l'a écrit à la fin du premier temps mais, qu'il trouve le questionnement du second temps très intéressant. Nous lui demandons alors d'essayer de construire, à travers ce questionnement, une situation d'enseignement autour du logiciel.

Les réponses de P++2 aux questions du premier temps sont précises et correspondent bien à notre propre analyse externe du logiciel. Parfois il dépasse le cadre QCM pour justifier ces réponses ou leur apporter plus de précisions, par exemple à propos des tâches possibles (partie 2, A), il coche la case correspondante à "s'effectuent directement sur l'écran", mais il écrit à côté : "avec accompagnement papier-crayon possible".

Il reproche au logiciel : l'interactivité pauvre, le mauvais fonctionnement du crayon optique et le travail uniquement sur quadrillage avec des axes uniquement horizontaux ou verticaux. Il lui reproche également le fait qu'il soit "fermé".

Après lui avoir demandé de construire, en répondant aux questions du deuxième temps, une situation d'enseignement autour du logiciel même s'il le trouve pauvre, il nous a rendu (au bout d'une heure) ce second temps avec des réponses uniquement aux points suivants : la description de la situation, le temps à y consacrer, son rôle et ses moments d'interventions ainsi que les transferts possibles (CPC-CMO).

Il propose une utilisation collective : poste unique avec écran rétroprojectable. Le travail papier-crayon est couplé avec une vérification sur ordinateur. L'ordinateur servira alors à valider les constructions que les élèves auraient faites sur leurs feuilles.

Il prévoit des synthèses partielles à la fin de chaque exercice, et "un bilan" général à l'issue de la séance. Son rôle, à part faire les synthèses et le bilan, sera d'intervenir individuellement auprès de chaque élève. Les transferts, à son avis, s'effectueront au cours des phases de synthèse.

Pour finir, il écrit : "je reste perplexe, l'utilisation que je propose est probablement opposée à la logique de ce logiciel. L'intérêt serait de réfléchir sur ce logiciel en termes critiques".

P++2 qui a l'habitude de fonctionner en environnement informatisé, est gêné par le caractère fermé du logiciel. S'il décide d'utiliser le logiciel, il le ferait en détournant les objectifs implicites des concepteurs, et en proposant un mode de fonctionnement (usage collectif) qui ne semble pas adapté en premier lieu à ce logiciel.

P++2 se sert de la grille dans le premier temps comme d'outil lui permettant d'explicitier ses raisons de refus du logiciel, il répond à toutes les questions. En revanche, il se sert du deuxième temps comme d'un guide de préparation d'une situation d'enseignement sans se sentir obligé de répondre à toutes les questions posées. Il apprécie la totalité du questionnement de la grille parce qu'il l'amène à réfléchir sur le logiciel avec "finesse" et en termes critiques.

## II.6 Analyse des deux grilles de P++1

P++1 enseigne au collège mais pas en classe de sixième. Il utilise régulièrement l'outil informatique dans son enseignement. Il est formateur aux UPO et participe à plusieurs recherches dans ce domaine notamment à travers des expérimentations effectuées dans ses classes au cours de séances EAO.

Il s'est porté volontaire pour participer à nos expérimentations. A l'issue de la première expérimentation, il a été très intéressé par la grille. Cependant, puisque dans cette expérimentation, nous lui avons imposé une notion mathématique (la symétrie orthogonale en sixième) qu'il n'enseigne pas et un logiciel qui est adapté à cette notion, il a préféré effectuer une autre expérimentation dans des conditions qui lui sont plus favorables : un logiciel de son choix (logiciel outil de constructions géométriques) et toujours la notion de symétrie orthogonale tout en se laissant la possibilité de proposer des situations à un niveau plus avancé de l'enseignement au collège.

### *a- Analyse de la première grille (logiciel : Imagiciels Mathématiques 1)*

P++1 a effectué l'expérimentation en deux heures. La moitié de ce temps a été consacrée à la découverte "minutieuse" du logiciel et au remplissage du premier temps de la grille. L'analyse externe qu'il fait correspond bien à notre propre analyse externe du logiciel.

Il termine cette analyse (T1, partie II) par une synthèse critique. Dans cette synthèse, il fait des reproches sur la qualité technique du logiciel tout en proposant des modifications possibles pour améliorer cette qualité. Sa synthèse concernant les possibilités d'utilisation du logiciel se présente sous la forme d'une critique des valeurs données par les concepteurs aux variables des figures : "axes uniquement verticaux", "pas assez de liberté pour piloter le point courant, les directions du pilotage sont fixées à quatre" (quadrillage implicite), "la longueur du rayon du cercle à symétriser est fixée à l'avance". En somme il reproche au logiciel de ne pas donner assez de liberté dans le choix des valeurs des variables.

Cette synthèse critique du logiciel nous laisse penser que P++1 va rejeter le logiciel. Ce n'est pas le cas, même si P++1 ne donne pas une décision d'adoption ou du rejet du logiciel, il passe au deuxième temps de la grille où il répond en détail à toutes les questions qui y sont posées.

Au cours du deuxième temps, il propose plus d'une situation d'enseignement adaptées au logiciel. Ces situations correspondent à deux types d'utilisations :

- Utilisation individuelle ou par petits groupes : la situation consiste à faire un travail sur fiches où il s'agit de trouver le symétrique d'un segment ou d'un cercle par rapport à un axe de symétrie vertical et d'utiliser l'ordinateur comme moyen de vérifier si les tracés sont corrects.

- Utilisation en poste unique (écran rétroprojectable) : la situation consiste à demander à un élève d'essayer de tracer le symétrique d'un segment que le professeur aurait tracé au tableau, puis de se servir de l'ordinateur pour vérifier (par rétroprojection) la validité de la construction.

En résumé, les situations proposées consistent à donner au logiciel le rôle de "valideur" des tracés de figures symétriques.

P++1 continue son remplissage de la grille en donnant des réponses détaillées aux questions concernant l'analyse de ces situations.

Nous remarquons que P++1 essaye, à travers les situations qu'il propose, de se décoller des situations qu'on aurait, à première vue, pu supposer les plus adaptées au logiciel, à savoir : l'élève observe l'écran, essaye de comprendre ce que fait l'ordinateur et découvre ainsi la procédure ponctuelle de tracé du symétrique d'une figure, ou bien l'enseignant se sert de l'ordinateur, pendant le cours, pour illustrer la symétrisation point par point d'une figure. Ainsi, à travers les situations proposées par P++1, l'élève se transforme de simple observateur en acteur et le rôle de l'ordinateur passe de celui d'illustrateur à celui d'outil de vérification.

En ce qui concerne les prévisions de gestion en classe des situations proposées, les réponses de P++1 sont très brèves. Il explique lui-même cela dans le questionnaire d'évaluation en écrivant : "C'était très dur pour moi car je n'enseigne pas cette notion en sixième".

Il ajoute plus loin : "j'aurais préféré utiliser cette grille pour un logiciel portant sur une notion que je pouvais exploiter". De là est partie l'idée de lui faire passer une autre expérimentation portant sur une notion mathématique de son choix, et avec un logiciel qu'il a souhaité être de son choix.

#### *b- Analyse de la deuxième grille (logiciel : Calques géométriques)*

P++1 venait d'acquiescer ce logiciel qui lui a été présenté, "en trois minutes", par son auteur. Il a souhaité se servir de la grille pour découvrir le logiciel et essayer de l'exploiter dans son enseignement.

Nous décelons à travers ses réponses au premier temps de la grille une découverte progressive du logiciel, sa structure, ses objectifs, ses limites, son type, les usages possibles, etc...

Ses réponses concernant l'analyse externe sont détaillées et dépassent le cadre QCM prévu dans ce premier temps de la grille. Ceci contraste clairement avec le mode qu'il a adopté pour répondre à ces mêmes questions au cours de la première expérimentation. En effet, au cours de la première expérimentation P++1 a consulté le logiciel en entier et ensuite il a répondu aux questions en

restant dans le cadre QCM. Dans la deuxième expérimentation, il découvre le logiciel et commence à prévoir des détails des utilisations possibles au fur et à mesure qu'il répond aux différentes questions. Par exemple, à la question : "Est-ce que des mécanismes tel que tâtonnement expérimental, conjectures, ... sont pris en compte par le logiciel ?" P++1 se contente de cocher la case "non" dans la première expérimentation, alors que dans la seconde il coche également la même case, mais écrit dans la marge : "à prendre en compte par le professeur dans une fiche d'accompagnement pour une utilisation autonome. Dans une utilisation collective, le professeur pose oralement les questions".

Nous expliquons ce contraste par le fait que le premier logiciel (Imagiciels) était de type semi-ouvert donc avec des possibilités d'exploitation assez limitées et que l'enseignant, comme il le déclare lui-même, est plus habitué à ce type de logiciels : "... l'imagiciel, je connais le type, donc il ne me reste en général que le contenu, c'est rapide ...". En revanche, le second logiciel est un outil de constructions géométriques de type ouvert. Nous pouvons alors supposer que la familiarisation avec un tel logiciel, qui présente un large spectre de potentialités, n'est pas rapide. Elle est relativement lente et progressive.

P++1 s'est servi de la grille comme d'une aide pour se familiariser<sup>3</sup> avec le logiciel et dépasser le stade du premier contact à un stade d'analyse critique.

Au cours du deuxième temps, P++1 propose plusieurs "idées" de situations possibles où il essaye de se servir du fait qu'avec ce logiciel (comme avec d'autres logiciels de constructions géométriques) on peut faire déplacer des points de base tout en conservant les relations existantes entre les différentes parties d'une figure. Certaines de ces situations d'enseignement mettent en jeu de nouveau la notion de la symétrie orthogonale. Il en choisit une pour faire l'analyse de son contenu. La situation proposée est celle de tracé sur écran du symétrique d'une figure donnée par rapport à un axe, choisi par le professeur ou par l'élève, dont on peut varier la direction.

Les prévisions de gestion que P++1 fait, même si elles sont détaillées, contrairement à celles de la première expérimentation, restent dans un cadre général ne correspondant pas spécifiquement à la situation précédente mais à une vision globale de l'utilisation possible du logiciel dans son enseignement. En effet, il prévoit de réaliser cette situation comme support du cours et en se servant de l'ordinateur en poste unique (écran rétroprojectable). Ses interventions seront pour "guider, animer, formuler". Le choix des moments d'interventions est à gérer en temps réel.

---

<sup>3</sup> Ce type de logiciels commercialisés était, rappelons-le, relativement nouveau à l'époque où les expérimentations ont été effectuées (1990). De ce fait, il nous semble normal qu'un enseignant de profil (P, ++) ne soit pas encore assez familier avec ce type de logiciel.

P++1 termine en écrivant dans le questionnaire d'évaluation : "J'ai beaucoup plus apprécié la grille car j'étais vraiment en situation d'exploitation d'un logiciel... J'ai maintenant plus d'idées sur les possibilités du logiciel". Il compare également les deux expérimentations qu'il a effectuées en écrivant : "La deuxième est plus concluante que la première : -une connaissance de la grille, - un intérêt personnel et une volonté réelle de découvrir un logiciel. Dans la première je ne me suis pas prêté au jeu".

Nous constatons que P++1 s'est servi de la grille, au cours de cette deuxième expérimentation, comme d'un outil : de familiarisation progressive avec le logiciel dans le premier temps, et de découverte des potentialités du logiciel dans le deuxième temps.

L'utilité du deuxième temps n'était pas, comme dans la première expérimentation, de construire une situation d'enseignement, de l'analyser et de prévoir sa gestion en classe, mais plutôt de se faire une idée des situations possibles et de leur mode général de gestion.

Nous pensons que cette constatation est un résultat local lié au type du logiciel : ouvert, et au profil de l'enseignant : (P, ++).

### III- ANALYSE TRANSVERSALE

Les analyses précédentes nous ont conduite à souligner un certain nombre de points qui semblent communs à plus d'une grille remplie, et qui peuvent prendre le statut de résultats globaux. Vu le nombre limité d'enseignants expérimentateurs et leur distribution par rapport aux profils repérés, presque un enseignant par profil, ces résultats restent, sans aucune doute, dans un cadre hypothétique.

Il nous semble donc important de relever, dans les analyses des grilles remplies, les résultats suivants :

a) En ce qui concerne le premier temps de la grille : l'analyse externe du logiciel, nous avons fait les constatations suivantes :

Quand le logiciel est fermé ou semi-ouvert, c'est-à-dire quand il y a déjà une situation plus ou moins explicite interne au logiciel, nous remarquons qu'à la fin du premier temps l'enseignant a déjà une idée de la situation qu'il va construire. Le deuxième temps lui sert alors de moyen d'explicitation son idée et de prévoir une gestion en classe de la situation.

En effet, nous pensons d'une part que l'expérience de l'enseignant en tant que praticien l'amène, dès les premiers contacts avec un logiciel, à avoir une idée de l'exploitation possible de ce logiciel dans son enseignement. Tout en analysant extérieurement le logiciel, une ou plusieurs situations

d'enseignement commencent à se préciser, nous les décelons à travers ses réponses dès les dernières questions du premier temps. Nous retrouvons ces mêmes situations dans le deuxième temps. C'est le cas par exemple pour P+ & P++2. Ce phénomène ne semble pas spécifique du public privilégié puisqu'on l'a rencontré également dans la deuxième vague d'expérimentations<sup>4</sup> que nous allons présenter dans le chapitre suivant.

D'autre part, on peut faire l'hypothèse que les enseignants qui fréquentent l'IREM et qui forment en fait notre échantillon sont amenés souvent, à travers leur activité à l'IREM, à construire des scénarios d'enseignement. Ils ont donc un certain réflexe, dès qu'ils sont en contact avec un outil pédagogique (ici le logiciel), à l'exploiter en vue de préparer des séquences d'enseignement l'intégrant. Ce côté, qu'on peut supposer particulièrement présent chez les enseignants du public privilégié, n'est pas pour autant restreint à eux puisque, comme nous venons de le dire, nous l'avons rencontré chez des enseignants n'ayant pas le même profil.

b) La nature des situations construites, à travers la grille, autour d'un logiciel fermé ou semi-ouvert varie selon le profil de l'enseignant. Nous avons rencontré deux types de situations :

1) Des situations ne dépendant pas directement des objectifs déclarés du logiciel. En effet, nous avons vu que P+, P++1 (première expérimentation) & P++2 qui ont consulté des logiciels qui leur ont paru à première vue peu intéressants, ont construit des situations qui se décollaient des objectifs immédiats des logiciels consultés. Ils ont proposé des modifications des logiciels pour les adapter aux situations qu'ils ont prévues. Même si parfois, comme c'était le cas pour P++1 (première expérimentation), tout prêtait à penser qu'ils allaient rejeter le logiciel, ils ont prévu des situations où ils ont essayé d'en tirer le plus de profit.

Nous faisons l'hypothèse qu'un enseignant ayant une familiarité avec le fonctionnement en environnements informatisés est capable de varier ou de modifier les objectifs d'un logiciel pour l'adapter à son enseignement, quitte à chercher des situations qui ne sont pas, à première vue, évidentes. Une illustration nette de cette hypothèse nous est donnée par les expérimentations de P+ et N+ qui ont la même coloration didactique "+" mais des familiarités EAO opposées (P, N) et qui ont analysé un même logiciel fermé :

- N+ a mis en avant les limites du logiciel : le peu d'intérêt qu'il représente par rapport à un enseignement papier crayon, les valeurs particulières données à la direction de l'axe, la pauvreté de l'interactivité élève-machine, etc. Ceci l'a amené à le rejeter.

---

<sup>4</sup>cf. par exemple la fiche de saisie des réponses de EDS8, dans l'annexe "Stagiaires".

- P+ a relevé les mêmes limitations du logiciel à la fin du premier temps. Cela ne l'a pas empêché de juger intéressant le logiciel, et de proposer de faire certaines modifications qui lui permettraient de réaliser la situation qu'il avait envisagée.

L'hypothèse que nous venons de faire nous semble généralisable. Nous pensons que une "familiarité EAO positive (P)" est une condition suffisante pour que l'enseignant ait la capacité de modifier un outil informatique pour l'adapter à son enseignement. Cette hypothèse nous semble générique d'autant plus que nous l'avons rencontrée de nouveau dans la deuxième vague d'expérimentations avec le seul enseignant qui avait un profil (P, +)<sup>5</sup>.

2) Situation liée directement aux objectifs explicites ou implicites du logiciel. Nous faisons l'hypothèse qu'un enseignant n'ayant pas de familiarité avec l'EAO (profil N) construit une situation EAO inspirée directement des objectifs déclarés ou apparents du logiciel. C'était le cas, comme nous l'avons déjà vu, de N-.

c) Les modes d'utilisation de la grille dépendent du profil de l'utilisateur et du type du logiciel analysé. Nous distinguons deux modes possibles :

1- L'enseignant se sert de la grille comme d'un guide qui lui permet de relever les potentialités essentielles du logiciel et d'avoir des idées d'utilisation possibles dans son enseignement, sans pour autant rentrer dans les détails de préparation de séances d'enseignement utilisant le logiciel.

Nous trouvons ce mode d'utilisation chez les enseignants ayant une coloration didactique (+ ou ++) et une familiarité positive (P) avec l'EAO : P+, P++1, P++2. La grille leur sert également de moyen de réflexion sur leur pratique en EAO et, en termes critiques, sur le logiciel qu'ils analysent.

Les réponses qu'un tel enseignant donne aux différentes questions de la grille ont parfois un caractère assez général, quand le logiciel est de type ouvert, comme c'était le cas pour la deuxième expérimentation de P++1. Ces réponses sont plutôt précises mais peu détaillées quand le logiciel est semi-ouvert ou fermé, comme c'était le cas par exemple pour P+.

Nous retrouvons dans ce mode d'utilisation de la grille la constatation que nous avons faite plus haut à propos des situations construites autour des logiciels. En effet, le fait d'utiliser la grille comme guide, indépendamment du type du logiciel, témoigne chez ces enseignants là d'un certain seuil franchi dans la familiarité avec le fonctionnement en environnements informatisés.

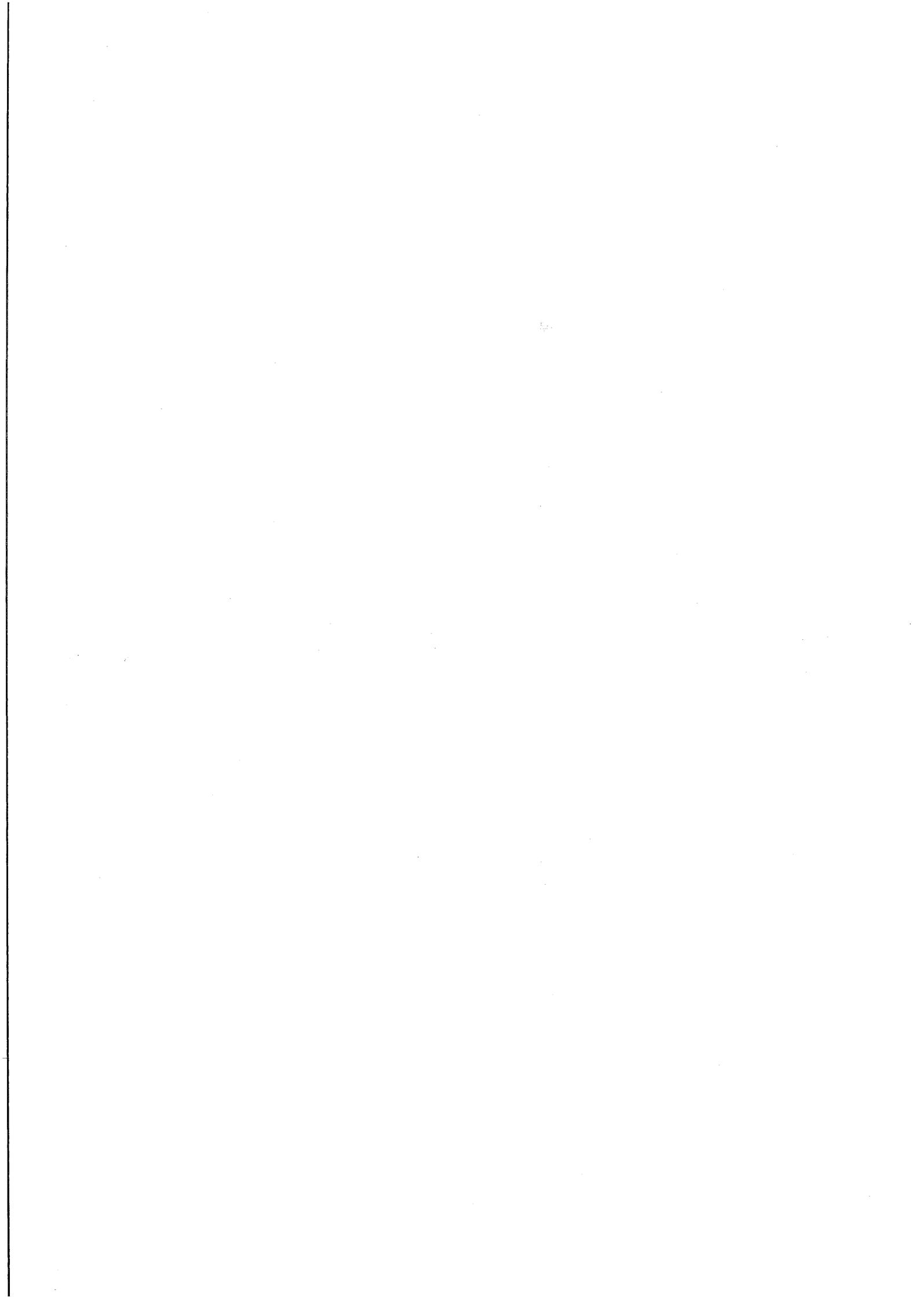
C'est ce qui aurait permis, à notre avis, à P++1 d'utiliser la grille pour découvrir et exploiter un logiciel ouvert, alors que la grille n'était pas a priori construite pour fonctionner avec ce type de logiciel.

---

<sup>5</sup>cf. fiche de saisie des réponses de EDS5 dans l'annexe "Stagiaires".

2- L'enseignant se sert de la grille comme outil qui l'aide dans sa découverte du logiciel. Il en est dépendant pour analyser un logiciel et prévoir des situations d'enseignement, en particulier quand il s'agit d'un logiciel qui n'est pas fermé. Son rapport à la grille est alors scolaire, il essaye de répondre en détail à toutes les questions. Nous pensons que ce mode d'utilisation ne concerne que les enseignants qui ont un profil "N" en ce qui concerne la familiarité avec l'EAO, c'était par exemple le cas de N-. La grille pourrait alors jouer le rôle d'outil de sécurisation pour ces enseignants, comme nous l'avons vu également avec N-, quant à leur capacité de fonctionnement en milieu informatisé.

Nous voudrions de nouveau souligner, pour conclure cette analyse, l'intérêt tout particulier qu'ont eu les expérimentations effectuées par les enseignants du public privilégié. Elles nous ont servi à affiner certaines hypothèses de construction de la grille, à reformuler certaines de ses questions et à la restructurer pour l'adapter plus aux pratiques repérées et la rendre plus "conviviale". Les enseignants ayant une coloration didactique "++" nous ont fait plusieurs suggestions lors de discussions ultérieures à l'expérimentation. Leur rôle était donc non négligeable dans cette opération d'amélioration de l'outil. Nous avons déjà détaillé, dans le chapitre précédent, les modifications ainsi effectuées, mais soulignons que le changement s'est fait progressivement au fur et à mesure de la passation des expérimentations pour aboutir à la dernière version de la grille que nous avons présentée dans le chapitre précédent.



**PARTIE B**  
**CHAPITRE 3**  
**EXPERIMENTATIONS ET CATEGORISATIONS AU SEIN DE PUBLICS**  
**DE STAGES U.P.O. EN MATHEMATIQUES**

Comme nous l'avons déjà précisé dans l'introduction générale et expliqué dans l'introduction de la partie B, les analyses des expérimentations effectuées au sein du public de stages de formation aux Utilisations Pédagogiques de L'Ordinateur (U.P.O.) et celles des expérimentations au sein du "public privilégié" ne sont pas de même nature.

En effet, les analyses que nous avons présentées dans le chapitre précédent et qui concernent le "public privilégié" ont été faites, rappelons-le, dans l'esprit de tester les objectifs directs de construction de la grille. Les analyses que nous allons présenter dans ce chapitre et qui concernent le "public stages" s'articulent, elles, autour de l'exploration du système de formation continue aux U.P.O. dans l'enseignement des mathématiques.

Les expérimentations que nous avons effectuées au cours de séances de stages UPO (datant d'avant la création des IUFM) étaient deux : une en dernière séance d'un stage et une autre en première séance d'un stage identique<sup>1</sup>. L'objectif initial de ces deux expérimentations était d'identifier, à travers les réponses aux différentes questions de la grille, le type d'analyse de logiciels et de construction de situations d'enseignement qu'un stagiaire est susceptible de faire : à la fin d'une formation UPO pour la première, et au début d'une telle formation pour la deuxième.

Les deux stages ont eu lieu à l'IREM de Paris 7 (homogénéité du lieu), avec des enseignants de collège<sup>2</sup> (homogénéité des deux publics).

Les résultats de ces expérimentations "public stages", même s'ils n'étaient pas sans apport par rapport à l'objectif initial, n'ont pas correspondu à nos attentes.

En effet, la première lecture des grilles remplies lors des deux expérimentations, ainsi que les attitudes des stagiaires au cours des séances d'expérimentation nous ont laissée perplexe :

\*Les attitudes des stagiaires au cours de ces séances variaient entre l'engagement réfléchi, l'engagement "scolaire", l'ennui ou la "révolte".

\*Les questions du deuxième temps de la grille (l'analyse interne) n'ont reçu que peu ou pas de réponses; et les réponses, lorsqu'elles étaient fournies, restaient le plus souvent vagues.

---

<sup>1</sup>Une présentation détaillée de ces deux stages est donnée dans l'annexe "Stages" à la fin de cet ouvrage.

<sup>2</sup>Le nombre de participants à ces stages était limité à 12 stagiaires.

De plus, ces grilles ne nous ont pas semblé directement comparables aux grilles du "public privilégié".

Devant ces distorsions dans nos objectifs et nos attentes vis à vis des deux expérimentations, il nous a semblé nécessaire de prendre un peu de recul et le temps de la réflexion avant de nous lancer dans l'analyse des grilles du "public stages".

Cette prise de distance nous a conduite à prendre en compte la caractéristique "stagiaire en cours de formation" de notre public des deux expérimentations. Nous étions, sans aucune doute, consciente de la difficulté du travail demandé aux stagiaires expérimentateurs, mais nous avons sous-estimé l'importance des problèmes qui seraient suscités par les caractéristiques de ce public en formation.

Ceci nous a amenée à une réflexion plus globale sur le système de formation aux UPO. Ce fut la raison essentielle (comme nous l'avons déjà expliqué dans l'introduction de la partie B) pour laquelle la piste "formation continue aux UPO" a pris progressivement plus d'importance dans notre problématique générale qui était, rappelons-le, d'apporter des éléments de réponse à la question suivante : Quels sont les obstacles à une utilisation plus généralisée de l'outil informatique dans l'enseignement des mathématiques ?

A l'issue de cette période de prise de distance, notre choix fut de nous servir des deux expérimentations "public stages" comme d'un moyen d'entrer dans les systèmes de formation continue aux UPO.

Nous avons alors opté pour une entrée au dépouillement des grilles à travers une catégorisation a priori des enseignants participant à des stages UPO. Cette catégorisation est effectuée aussi bien à travers nos observations factuelles qu'à travers les documents sur la formation que nous avons pu consulter et sur lesquels nous reviendrons dans le chapitre suivant.

La saisie des informations des grilles remplies par le "public stages" a permis d'identifier la catégorie à laquelle appartenait chacun des stagiaires, ce qui a conduit à tester la validité des hypothèses de classement faites et à affiner les caractéristiques de chaque catégorie.

Dans ce qui suit, nous présenterons d'abord les deux expérimentations. Nous passerons ensuite à une catégorisation a priori du public des stages de formation aux UPO, catégorisation que nous utiliserons dans un troisième temps pour classer les stagiaires ayant participé à nos expérimentations.

Nous terminerons par une présentation des résultats de ce classement que nous utiliserons pour revenir sur les différentes catégories et leurs caractéristiques éventuelles ainsi que pour interroger la pertinence de la catégorisation introduite.

## I- PRESENTATION DES DEUX EXPERIMENTATIONS

### I.1 Expérimentation au cours de la dernière séance d'un stage (EDS)

La première expérimentation a eu lieu avec 8 enseignants de collège, lors de la dernière séance d'un stage IREM intitulé : "Situations d'apprentissage en Géométrie avec ou sans ordinateur". Les stagiaires étaient prévenus à l'avant-dernière séance du stage de l'expérimentation et de ses objectifs.

Nous désignerons ces stagiaires par : EDS1, EDS2, ..., EDS8 . La numérotation correspond à l'ordre croissant des temps qu'ils ont mis pour remplir leurs grilles respectives : ESD1 ayant mis une heure, ..., EDS8 deux heures.

Nous avons choisi de les faire travailler avec le logiciel "Symétrie orthogonale en sixième" (*Commission INTER-IREM logiciels et pédagogie, 1987*)

Le choix de ce logiciel nous a été dicté par le fait qu'il était techniquement difficile de donner simultanément différents logiciels à différents utilisateurs de postes, le matériel utilisé étant le Nano-réseau. Cependant, il nous a semblé irréaliste de demander à un enseignant d'analyser la totalité du logiciel dans une expérimentation qui devait se dérouler en une durée maximale de deux heures. Ayant déjà rassemblé (*cf. Partie A, Chp.3*) les huit logiciels qui forment ce logiciel en quatre groupes (II1, II2, II3 & II4), nous avons préféré proposer à chaque stagiaire un seul groupe à analyser.

La répartition des quatre groupes d'activités entre les stagiaires était arbitraire et chaque stagiaire travaillait seul à un poste.

Si l'on reprend le codage des stagiaires établi a posteriori, en fonction du temps passé sur la grille, la correspondance est la suivante :

stagiaire	EDS1	EDS2	EDS3	EDS4	EDS5	EDS6	EDS7	EDS8
groupe	II1	II2	II3	II4	II4	II2	II3	II1

## I.2 Expérimentation au cours de la première séance d'un stage (EPS)

La deuxième expérimentation a eu lieu au cours de la première séance d'un stage IREM intitulé : "Informatique-outil, Géométrie avec ou sans ordinateur". Le formateur a commencé par la présentation du stage, puis a enchaîné sur celle de la grille comme moyen d'entrer dans les enjeux de l'EAO, tout en soulevant des problèmes qui seraient réabordés au cours du stage.

A la demande du formateur, les stagiaires se sont alors séparés en deux groupes :

Les membres du premier groupe ont travaillé sur des postes MO5 avec le langage LOGO. Ceci devait permettre un retour sur ce langage ainsi que sur le logiciel Euclide écrit sous ce langage, dans les séances suivantes.

Les membres du second groupe constituent notre échantillon. Ils ont travaillé sur des postes PC avec le logiciel "Calques Géométriques" (logiciel ouvert, outil de constructions géométriques). Ils étaient quatre, nous les désignerons par EPS1, EPS2, EPS3 et EPS4. La numérotation n'est pas ici significative.

Nous avons demandé à ces stagiaires de travailler dans le second temps de la grille, en cas d'acceptation du logiciel à la fin du premier temps, sur la notion de la symétrie orthogonale.

Au cours des deux expérimentations, deux types de documents étaient mis à la disposition des stagiaires : les modes d'emploi des logiciels et des fiches sur les caractéristiques de l'enseignement de la symétrie orthogonale reprenant les listes des variables, procédures de construction et erreurs fréquentes que nous avons déjà présentées dans le chapitre 2 de la partie A.

## II- ESSAI DE CATEGORISATION DU PUBLIC DES STAGES UPO EN MATHEMATIQUES

Les enseignants qui participent aux stages U.P.O. nous semblent pouvoir être classés, a priori, selon deux critères non indépendants :

- 1- Motivations et attentes par rapport au stage.
- 2- Attitudes au cours des séances du stage.

Les représentations des enseignants sur les mathématiques, sur l'enseignement des mathématiques ainsi que sur l'EAO en général, sous-tendent évidemment ce classement.

Nous préciserons tout d'abord (§ II.1 & § II.2) les catégories que nous avons introduites pour prendre en compte chacun des deux critères. Nous croiserons ensuite (§ II.3) ces deux catégorisations pour définir un certain nombre de profils possibles.

## **II.1 Catégories correspondant au premier critère "Motivations et attentes"**

Concernant ce critère, nous avons choisi d'introduire trois catégories que nous avons dénommées respectivement : les demandeurs d'information, les demandeurs d'un complément de formation et les demandeurs d'une seconde formation initiale.

### Les Demandeurs d'information

Ce sont des enseignants qui utilisent régulièrement des outils informatiques dans leur enseignement et sont souvent de plus des habitués des stages UPO.

Ils viennent en quête de nouveautés : nouveautés informatiques et nouveautés pédagogiques, dans le domaine de l'EAO.

Ils visent une mise à jour de leurs connaissances dans ce domaine, permettant une meilleure intégration de l'informatique dans leur enseignement.

Nous les désignerons par la suite comme "**Les experts EAO**".

### Les Demandeurs de complément de formation

Ce sont des enseignants qui ont déjà utilisé les outils informatiques et qui continuent parfois à les utiliser. Cependant, ils ne sont pas satisfaits de leur expérience. Nous les désignerons par la suite comme "**Les utilisateurs insatisfaits**".

Nous distinguons ici trois sous-catégories :

**(m)** Ceux qui expliquent leur insatisfaction par une remise en cause de la qualité du matériel "hard & soft" dont ils disposent. Ils viennent découvrir d'autres types de matériel et apprendre à bien les utiliser.

**(p)** Ceux qui attribuent leur insatisfaction à une formation insuffisante à l'intégration pédagogique de l'outil informatique et au fonctionnement en environnements informatisés. Ils sont en quête de compétence ou savoir-faire leur permettant de construire et de mieux vivre des situations EAO.

**(m+p)** Ceux qui cumulent les deux insatisfactions précédentes. Ils sont à la recherche non seulement de nouveaux matériels, mais également de modèles de situations EAO qu'ils pourraient exploiter plus ou moins directement dans leur propre enseignement.

### Les Demandeurs d'une "seconde" formation initiale

Ce sont des enseignants qui n'ont pratiquement pas utilisé l'outil informatique dans leur enseignement. Ils viennent au stage pour "tout apprendre" : faire fonctionner un ordinateur, se familiariser avec le clavier, utiliser des logiciels... Sur le plan pédagogique, ils s'attendent souvent à ce que le formateur leur transmette des situations EAO clefs en main, directement utilisables en classe. On pourrait attribuer cette attente soit à une certaine naïveté soit au sentiment d'incapacité ressenti vis à vis de la prise en charge de cette part du travail<sup>3</sup>.

Nous les désignerons par la suite comme "Les néophytes".

## II.2 Catégories correspondant au deuxième critère "Attitudes au cours des séances du stage"

Concernant ce deuxième critère, il nous a semblé pertinent d'introduire deux catégorisations principales en distinguant les stagiaires suivant qu'ils ont un engagement distancié ou scolaire par rapport au contenu du stage.

### Les stagiaires qui ont un Engagement distancié par rapport au contenu du stage

Ils sont familiarisés avec le matériel informatique et ont une certaine pratique dans le domaine de l'U.P.O. Ils sont donc à l'aise dans un environnement informatique.

Ils nous semble nécessaire de distinguer ici deux sous-catégories :

\* Celle des stagiaires qui arrivent à faire un pas de côté et à prendre, dans ce qui leur est proposé, ce dont ils ressentent personnellement le besoin. Ils ont donc d'une part un "**Engagement distancié**" et sont d'autre part des "consommateurs sélectifs".

Ils ont parfois une expérience dans le domaine de la formation en général et celui de l'UPO en particulier (ils peuvent devenir formateurs à leur tour, certains le sont même déjà). Par là, ils se positionnent à égalité avec le formateur et supérieurement par rapport aux autres stagiaires.

\* Celle des stagiaires qui essayent plutôt d'apprendre et d'appliquer ce qu'on leur propose. Tout en ayant un "**Engagement distancié**", ils se comportent plus en "consommateurs dociles".

Ils jugent souvent leur expérience dans le domaine insuffisante. Cependant cette expérience les a rendus conscients que l'amélioration de l'intégration de l'outil informatique dans leur enseignement passait par un certain changement dans leurs pratiques usuelles.

---

<sup>3</sup>Nous pensons que ce type d'attente n'est pas spécifique des stages UPO et que le sentiment d'insécurité des enseignants se traduit généralement par la demande de produits clefs en main.

### Les stagiaires qui ont un Engagement scolaire par rapport au contenu du stage

Ils gardent souvent un mauvais souvenir de leur expérience en salle informatique et se sentent en insécurité dans un environnement informatique.

Ils n'ont pas encore réussi à "apprivoiser la machine". Ils se sentent inférieurs par rapport aux autres stagiaires. Ils ont peur de ne rien comprendre et ont besoin d'être rassurés. Ils ont un engagement scolaire par rapport au contenu du stage. Cet "Engagement scolaire" peut varier, et parfois glisser, entre :

\*le "révolté" qui devient critique et manifeste son mécontentement quand ce qu'on lui propose ne correspond pas directement à ses attentes.

\*le "docile" qui s'applique à comprendre et mettre en pratique tout ce qu'on lui propose.

### **II.3 Croisement des deux dimensions précédentes**

Les catégorisations précédentes des attentes et des attitudes se veulent a priori indépendantes du contenu et de la gestion du stage correspondant (thème que nous aborderons dans le chapitre suivant).

Cependant, tout croisement entre "les motivations et les attentes" et "les attitudes au cours du stage" va nécessairement dépendre de la nature de la formation assurée. En fonction des caractéristiques de la formation on peut prévoir tel ou tel type de réaction des stagiaires et une plus ou moins grande adéquation de la formation (contenu et gestion) à tel ou tel stagiaire.

Par exemple, on peut penser qu'un stagiaire appartenant à la catégorie "Demandeur d'une seconde formation initiale", qui attend de la formation des modèles de situations EAO, risque d'avoir un Engagement "scolaire révolté" si le formateur lui demande de construire lui-même des situations, alors qu'il s'en sent totalement incapable, et adopter en revanche un engagement "scolaire docile" si le formateur lui fournit de telles situations et le guide très précisément dans leur analyse.

Nous donnons ci-après "le schéma de croisement a priori" qui nous semble correspondre aux caractéristiques des séances des stages au cours desquelles nous avons effectué nos expérimentations. Au cours de ces séances expérimentales, à l'aide de la grille mais sans aide directe du formateur, les stagiaires étaient censés construire des situations d'enseignement avec un logiciel qu'ils découvraient pour la première fois. Ils se trouvaient donc relativement livrés à eux-mêmes.

Le contenu des deux séances expérimentales était axé, à travers la grille, sur le côté pédagogique : analyse de logiciel, construction de situations d'enseignement, prévisions de gestion... Du côté du matériel, les logiciels que nous avons proposés aux stagiaires étaient, nous l'avons dit, des logiciels qu'ils consultaient pour la première fois.

En revanche, il existait évidemment une différence importante entre la première expérimentation faite avec des imagiciels, c'est à dire des logiciels qui intègrent déjà une amorce de scénario didactique et la seconde expérimentation menée avec un logiciel totalement ouvert, où tout le travail de conception didactique est à la charge de l'enseignant. Décalage sans aucun doute accru par la position des deux expérimentations dans la formation elle-même.

Le schéma ci-dessous résume donc nos attentes a priori concernant les catégories des stagiaires, attentes que nous argumenterons ensuite.

#### Schéma de croisement a priori

	Experts EAO	Utilisateurs insatisfaits/matériels (m)	Utilisateurs insatisfaits/pédagogique (p)	Utilisateurs insatisfaits (m+p)	Néophytes
Engagement distancié/sélectif	☒	☒			
Engagement distancié/docile			☒	☒	
Engagement scolaire/révolté		☒		☒	☒
Engagement scolaire/docile		☒	☒	☒	☒

Comme ce schéma l'indique, nous nous attendons à trouver dans notre échantillon les trois catégories concernant le critère "Motivations et attentes" : Expert EAO, Utilisateurs insatisfaits (m, p & m+p) et Néophytes.

En ce qui concerne l'Engagement (critère "Attitudes au cours des séances du stage") de chacune de ces catégories par rapport au contenu des deux séances expérimentales, nous prévoyons :

- De la part des Experts EAO, un engagement distancié, plutôt sélectif.

Ce choix est motivé par le fait que la grille fournit un questionnaire très détaillé. On peut penser qu'un Expert EAO l'utilisera comme "guide" pour explorer et analyser le logiciel qui lui est donné mais ne se sentira pas tenu de suivre pas à pas la démarche proposée. Il extraira plutôt de la grille les critères d'analyse qui lui semblent les plus pertinents et qui lui apportent un plus par rapport à sa propre expérience.

- De la part des Utilisateurs insatisfaits/matériels (m), un engagement distancié/sélectif, scolaire/révolté ou scolaire/docile.

Le premier cas nous semble pouvoir correspondre à un stagiaire qui explorerait le logiciel en essayant de tester sa facilité d'utilisation et de comparer ses potentialités à celles d'autres logiciels qu'il a déjà consultés. Il ne s'occuperait que d'une manière superficielle de l'analyse pédagogique et didactique que nous lui demandons à travers la grille.

Le deuxième cas pourrait lui correspondre à un stagiaire révolté parce que nous lui demandons de consulter un logiciel qui lui est inconnu et que, sans lui laisser un temps suffisant pour une bonne familiarisation avec ce logiciel, nous lui demandons d'entrer d'emblée dans la construction de situations d'enseignement autour de ce logiciel.

Le troisième cas pourrait correspondre au stagiaire qui se contente de découvrir et d'essayer d'exploiter un logiciel qui lui est présenté pour la première fois.

- De la part des Utilisateurs insatisfaits/pédagogique (p), un engagement docile aussi bien distancié que scolaire.

Ce choix est motivé par le fait que le contenu des deux séances expérimentales étant axé (comme nous l'avons vu plus haut) sur le côté pédagogique, on peut penser qu'il correspond assez directement aux attentes de cette catégorie de stagiaires.

- De la part des Utilisateurs insatisfaits/(matériels+pédagogique), un engagement docile (distancié ou scolaire) ou un engagement scolaire/révolté.

En ce qui concerne l'engagement docile, nos raisons sont les mêmes que pour la catégorie précédente (insatisfaits/p). A ces raisons vient s'ajouter le fait que le logiciel que nous leur proposons leur est inconnu, ce qui impliquerait une réponse à leur demande de nouveautés du côté du matériel.

En ce qui concerne l'engagement scolaire/révolté, il semble pouvoir être dû au fait que la demande du stagiaire, même si elle combine le "matériel" et le "pédagogique", est plus axée sur le "matériel".

On retrouvera ainsi une similitude avec la catégorie des utilisateurs insatisfaits/m qui ont un engagement scolaire/révolté.

- De la part des Néophytes, un engagement scolaire aussi bien docile que révolté ainsi que des phénomènes de glissement entre les deux.

Nous pensons en effet que le caractère expérimental de la séance et l'exhaustivité des questions de la grille peuvent donner au premier abord, à un Néophyte, l'impression d'être confronté à un test de connaissance qui risque de le mettre en situation d'échec visible vis à vis des autres stagiaires et du formateur. Il peut alors s'appliquer à jouer au mieux son rôle d'"élève", en dépit de l'inconfort de la

situation, ou bien considérer que ce qui lui est demandé est hors contrat et s'engager dans une attitude de révolte.

Pour conclure, signalons que l'on peut penser a priori que la position en début de stage associé au choix d'un logiciel ouvert devrait tendre à renforcer les tendances à la révolte dans la deuxième expérimentation.

### III- SAISIE DES REPONSES DES ENSEIGNANTS STAGIAIRES (EDS & EPS)

#### III.1 Fiche de saisie

Pour rendre compte des grilles, nous avons construit la fiche de saisie suivante, qui permet, nous semble-t-il, d'en synthétiser les informations d'une façon adéquate pour l'analyse.

#### Fiche de saisie des réponses d'un enseignant stagiaire à la grille

##### 1) Présentations

- *Durée de l'expérimentation* :
- *Logiciel utilisé* :
- *Expériences précédentes en U.P.O.* :
- *Opinion déclarée sur l'U.P.O*<sup>4</sup>:
- *Points importants pour préparer une séance d'E.A.O.*<sup>5</sup>:

##### 2) Points importants et citations tirés des réponses aux deux temps de la grille

###### Premier temps

- *Conformité de l'analyse "externe" faite par le stagiaire à notre propre analyse externe*<sup>6</sup> :
- *Usages possibles du logiciel (Partie I.2, question D : P2D)* :
- *Evaluation du logiciel* :
- *Décision adoption-rejet* :

###### Second temps

- *Questions qui n'ont pas eu de réponses* :
- *Démarche et points importants en C.P.C. (Conditions Papier-Crayon)* :
- *Situation(s) C.M.O. (Conditions Micro-Ordinateur) proposée(s)* :
- *Accessibilité de l'analyse "interne"* :
- *Prise de conscience et exploitation des différences-apports C.M.O./C.P.C.* :
- *Prévisions de gestion* :

##### 3) A propos de l'expérimentation

- *Remarques du stagiaire sur la grille* :
- *Rapport à la grille* :
- *Attitude au cours de l'expérimentation* :

##### 4) Commentaires et analyses conclusives

<sup>4</sup>Uniquement pour les EDS, cf. partie B, chapitre 1.

<sup>5</sup>Uniquement pour les EPS, cf. partie B, chapitre 1.

<sup>6</sup>Cette analyse est disponible, pour trois des logiciels recensés, dans le chapitre 3 de la partie A et, pour le reste des logiciels, dans l'Annexe "Logiciels 1".

Cette fiche est donc conçue en trois rubriques de saisie et une quatrième de synthèse :

- Dans la première, deux items tirés des réponses au questionnaire préliminaire de la grille, "expériences précédentes en U.P.O" et "opinion déclarée sur l'U.P.O. (pour les EDS) ou points importants pour préparer une séance d'E.A.O. (pour les EPS)", vont nous permettre de classer le stagiaire selon le premier critère de catégorisation "motivations et attentes".

- Dans la troisième, "A propos de l'expérimentation", trois items correspondent aux réponses au questionnaire d'évaluation de la grille aussi bien qu'à nos observations au cours de l'expérimentation. Ils vont nous permettre de classer le stagiaire selon le deuxième critère de la catégorisation "attitudes au cours de cette séance du stage".

- Une fois la catégorie croisée (attentes/attitudes) du stagiaire repérée, la deuxième rubrique "Points importants et citations tirés des réponses aux deux temps de la grille", va nous permettre de faire des hypothèses sur la manière dont un stagiaire d'une catégorie donnée exploite un logiciel et arrive éventuellement à faire des prévisions du contenu et de la gestion de séances l'intégrant.

Les informations disponibles à travers la deuxième rubrique seront ainsi regroupées en fonction des catégories croisées de manière à mettre en évidence les dépendances éventuelles de ces informations par rapport aux catégories d'appartenance.

Soulignons que sous cette rubrique figure un élément de saisie concernant "l'accessibilité de l'analyse interne" que nous proposons à l'utilisateur de la grille d'effectuer au cours du deuxième temps de la grille. Rappelons que cette analyse interne constitue essentiellement une identification de quatre critères d'analyse : les variables didactiques des figures mises en jeu au cours de la situation EAO (que l'utilisateur aurait déjà proposée avant d'entrer dans l'analyse interne), les procédures de construction de figures symétriques possibles sur écran ou sur des copies d'écran, les conceptions erronées des élèves qui peuvent être déstabilisées ou qui risquent d'être renforcées à travers l'utilisation du logiciel en question et les transferts possibles entre les CPC et les CMO.

Dans les fiches de saisies, nous qualifierons cette analyse d'"accessible" si le stagiaire a réussi à donner du sens à ces quatre critères et s'il a donné des réponses, même partielles, aux questions les concernant. Si ce n'est pas le cas, ou si le stagiaire ne donne aucune réponse à ces questions, nous dirons que l'analyse interne est "inaccessible".

- La quatrième rubrique constitue une saisie analytique globale des réponses du stagiaire à la grille ainsi que de notre observation de l'attitude du stagiaire pendant l'expérimentation.

### III.2 Exemple de lecture et d'interprétation d'une fiche de saisie

Les fiches de saisie des 12 stagiaires (8 EDS & 4 EPS) sont données dans l'Annexe "Stagiaires".

Nous étudions ci-après à titre d'exemple la fiche de saisie des réponses de EDS3 :

Dans un premier temps, nous allons essayer de pointer les indices qui nous ont méthodologiquement servi à repérer la catégorie croisée à laquelle EDS3 nous semble appartenir.

Dans un second temps, nous allons essayer de dégager des dépendances éventuelles entre la catégorie croisée que nous venons de repérer et les réponses de EDS3 aux différentes questions de la grille.

#### Fiche de saisie des réponses de l'enseignant stagiaire EDS3 à la grille

##### 1) Présentations

- *Durée de l'expérimentation* : 1h 20mn

- *Logiciel utilisé* : INTER-IREM ; imagiciels 6, 7 (groupe II3), deux jeux de cibles.

- *Expériences précédentes en U.P.O.* :

A déjà eu une expérience mais en a gardé "un mauvais souvenir" : non fiabilité du matériel, logiciels "trop simplistes", perte de contrôle de la classe ("chahut monstre").

- *Opinion déclarée sur l'U.P.O.* :

"Peut être valable... mais le matériel est peu fiable, les professeurs ne sont pas formés et doivent passer un temps fou pour mettre une séance au point".

Ca permet de proposer aux élèves un enseignement "mieux adapté à leur époque".

##### 2) Points importants et citations tirés des réponses aux deux temps de la grille

###### Premier temps

- *Conformité de l'analyse "externe" faite par le stagiaire à notre analyse* :

Conforme

- *Usages possibles du logiciel (Partie I.2, question D : P2D)* :

En libre service, exercices d'entraînement, travail autonome de l'élève.

- *Evaluation du logiciel* :

Présentation claire et agréable. Défauts : pas de possibilité de se corriger, documentation pauvre.

"Contenu scientifique intéressant, mais je pense qu'il n'apprend rien à l'élève...Je le propose plutôt en séance récréatrice à la suite du cours sur la symétrie orthogonale".

- *Décision adoption-rejet* : rejet

Second temps : Pas de réponses suite au rejet du logiciel au premier temps.

##### 3) A propos de l'expérimentation

- *Remarques du stagiaire sur la grille* :

Demande beaucoup de temps.

Les questions les plus pertinentes sont celles concernant l'interactivité élève-machine : "pour moi, devant un nouveau logiciel, je me mets à la place de l'élève".

- *Rapport à la grille* :

Scolaire.

- *Attitude au cours de l'expérimentation* :

Très concentré sur son travail.

#### 4) Commentaires et analyses conclusives

- EDS3 se sent en insécurité dans des C.M.O., ceci résulte d'un manque de formation qui lui permettrait de garder le contrôle de la classe. Ce sentiment trouve aussi son origine dans une sorte d'impuissance vis à vis du matériel non fiable.

Le logiciel lui plaît parce qu'il est facile d'utilisation et a un contenu scientifique intéressant. Cependant, EDS3 préfère utiliser ce logiciel ludique dans une "activité récréative" où l'impact des contraintes précédentes est minimisé.

- EDS3 est toujours en position d'élève face à l'informatique. Il veut avant tout comprendre sa tâche et ses possibilités de correction en cas d'erreur. Il lui faut "prendre un certain plaisir et pouvoir réinvestir ses savoirs".

L'enseignant qu'il est a surtout besoin de temps pour analyser un logiciel et préparer une séance l'intégrant.

EDS3 nous semble être un "Néophyte ayant un Engagement scolaire/docile" et ceci pour les raisons suivantes :

- En ce qui concerne le critère de catégorisation "Motivations et attentes", nous pensons que ESD3 appartient à la catégorie des "Demandeurs d'une seconde formation initiale, les Néophytes".

En effet, d'une part à la question "Expériences précédentes en UPO", EDS3 répond qu'il en a une, mais qu'il en garde un mauvais souvenir. Ceci est dû aussi bien à la non-fiabilité du matériel et la médiocrité des logiciels qu'à un problème de gestion de la séance EAO correspondante : perte de contrôle de la classe. D'autre part, EDS3 souligne que les professeurs ne sont pas formés aux UPO et que ce manque de formation fait que la préparation d'une séance EAO devient très coûteuse au niveau du temps.

A travers son "Opinion sur l'UPO", nous remarquons que EDS3 est convaincu de l'utilité de l'outil informatique dans l'enseignement à "notre époque".

Il vient donc au stage pour avoir une formation à l'utilisation de matériels éventuellement plus fiables et pour acquérir une compétence dans le domaine de la préparation et la gestion des situations EAO.

- En ce qui concerne le critère "Attitudes au cours des séances du stage", EDS3 a un "Engagement scolaire/docile".

En effet, la rubrique (3) "A propos de l'expérimentation" de la fiche de saisie des réponses de EDS3 nous révèle qu'il est concentré sur son travail et qu'il s'applique à répondre aux questions qui lui sont posés le plus clairement possible.

Au cours de la séance expérimentale, il ne manifeste aucun ennui et passe un temps que nous estimons nécessaire et suffisant (1h 30mn) pour consulter et puis analyser (analyse externe) le groupe d'imagiciels que nous lui avons désigné. A la fin de ce temps là, il rend sa grille et quitte la salle.

Nous remarquons que l'analyse externe (premier temps de la grille) faite par EDS3 est conforme à notre propre analyse. Son évaluation puis rejet du logiciel semble être fondés sur l'analyse externe qu'il a faite et non sur une réaction immédiate à ce logiciel qui, selon lui, "n'apprend rien à l'élève". Nous faisons alors l'hypothèse qu'un "Néophyte ayant un Engagement scolaire/docile" est capable d'utiliser la grille comme une aide pour se familiariser et analyser extérieurement un logiciel qu'il rencontre pour la première fois et puis pour juger de l'utilité de ce logiciel dans son enseignement. Puisque EDS3 rejette le logiciel, nous n'avons pas d'informations concernant l'analyse interne du logiciel (deuxième temps de la grille). Nous ne pouvons donc, à travers la fiche de EDS3, faire aucune hypothèse sur la capacité d'un "Néophyte ayant un Engagement scolaire/docile" de préparer des situations d'EAO et de prévoir la gestion de ces situations.

#### IV- REPERAGE ET CARACTERISTIQUES DES CATEGORIES CROISEES DES DOUZE STAGIAIRES

##### IV.1 Schéma

Le repérage, selon la méthode présentée ci-dessus, des catégories croisées des douze stagiaires donne le schéma suivant :

	Experts EAO	Utilisateurs insatisfaits/matériels (m)	Utilisateurs insatisfaits/pédagogique (p)	Utilisateurs insatisfaits (m+p)	Néophytes
Engagement distancié/sélectif	EDS5	EDS7			
Engagement distancié/docile			EPS3	☒	
Engagement scolaire/révolté		EDS4 ☞EDS6☞		EDS1 EDS2 EPS1	☞EPS2☞
Engagement scolaire/docile		EDS6	☒	EDS8	EPS2 EPS4 EDS3

## IV.2 Interprétation et commentaires

Nous observons que ce schéma correspond à nos prévisions de croisement (cf. schéma de croisement a priori, § II.3), même si deux points de croisement ne correspondent à aucun stagiaire :

[Utilisateur insatisfait/pédagogique ; Engagement scolaire/docile]

[Utilisateur insatisfait/(matériels + pédagogique) ; Engagements distancié/docile]

En ce qui concerne le critère "Attitudes au cours des séances du stage", on observe que :

- Il y a une concentration du côté des "Engagements scolaires" : 9 stagiaires parmi 12. A l'intérieur de cette concentration, on assiste à un phénomène de glissement "révolté → docile" pour deux stagiaires, EDS6 et EPS2.

Le nombre des "révoltés" passe ainsi de 6 à 4, celui des "dociles" de 3 à 5.

Ce caractère révolté dominant surtout chez les EDS (EDS1, EDS2, EDS4 & EDS6) peut être en partie attribué à la frustration due au fait que nous avons imposé à ces stagiaires, au cours de la séance expérimentale, de travailler sur un seul groupe d'imagiciels (cf. § I.1) alors qu'ils avaient la possibilité de consulter le reste des imagiciels de la disquette. Nous avons conscience de mettre ainsi les stagiaires dans une situation "inconfortable", mais nous avons fait l'hypothèse que la révolte ne serait pas majoritaire.

- Les "engagements distanciés" correspondent uniquement à trois stagiaires : EDS5, EDS7 & EPS3.

En ce qui concerne le critère " Motivations et attentes", on observe :

- Une concentration qui se situe du côté des "Demandeurs d'un complément de formation" :

4 Utilisateurs insatisfaits/(m+p) & 3 Utilisateurs insatisfaits/m.

- Un nombre relativement important de "Demandeurs d'une seconde formation initiale", soit 3 Néophytes.

- Un seul "Demandeur d'un complément de formation pédagogique", Utilisateurs insatisfaits/p : EPS3.

- Un seul "Demandeur d'information", Expert EAO : EDS5.

Pour terminer, soulignons une caractéristique de notre échantillon de douze stagiaires qui se détache clairement à travers ce schéma, c'est l'hétérogénéité des stagiaires à la fois par rapport à leurs "Motivations et attentes" et par rapport à leurs "Attitudes au cours des séances du stage".

### IV.3 Caractéristiques des catégories croisées repérées

Après avoir identifié les catégories croisées auxquelles appartiennent les douze stagiaires, nous envisageons de revenir sur leurs réponses aux questions de la grille (deuxième rubrique de la fiche de saisie). En rassemblant les réponses des membres d'une même catégorie croisée, nous espérons repérer des régularités éventuelles qui permettraient de conjecturer les caractéristiques de cette catégorie.

Cependant, étant donné que EDS5, EDS7, EDS4, EDS6, EPS3 et EDS8 sont les seuls membres de leurs catégories croisées respectives, il ne nous a pas semblé plausible, d'un point de vue méthodologique, d'essayer à travers les réponses de ces six stagiaires de conjecturer des caractéristiques des six catégories croisées suivantes :

- [Experts EAO ; Engagement distancié/sélectif], EDS5
- [Utilisateurs insatisfaits/m ; Engagement distancié/sélectif], EDS7
- [Utilisateurs insatisfaits/m ; Engagement scolaire/révolté], EDS4
- [Utilisateurs insatisfaits/m ; Engagement scolaire/(révolté→docile)], EDS6
- [Utilisateurs insatisfaits/p ; Engagement distancié/docile], EPS3
- [Utilisateurs insatisfaits/(m+p) ; Engagement scolaire/docile], EDS8

Toutefois, nous pensons qu'en faisant les études des fiches de saisie de deux stagiaires :

- participant à la même séance expérimentale et ayant consulté le même logiciel,
- appartenant à deux catégories différentes par rapport aux "Motivations, attentes" et aux "Attitudes",

nous arriverons à pointer les correspondances éventuelles entre la catégorie croisée d'appartenance d'un stagiaire et ses réponses aux questions de la grille. C'est ce que nous allons présenter dans le paragraphe suivant (§ IV.4) à travers l'étude comparée des fiches de EDS4 et EDS5.

En revanche, certaines régularités, vis à vis des réponses aux questions de la grille, semblent se dégager à travers l'étude des fiches de :

- EDS1, EDS2 & EPS1 qui appartiennent tous les trois à la catégorie croisée [Utilisateurs insatisfaits/(m+p) ; Engagement scolaire/révolté]
- EPS2, EPS4 & EDS3 qui appartiennent tous les trois à la catégorie croisée [Néophytes ; Engagement scolaire/docile]

Pour ce qui est de la première de ces deux catégories, nous observons les régularités suivantes :

- \* Les trois stagiaires ont rejeté leurs logiciels respectifs (ils n'avaient pas les mêmes logiciels), nous n'avons pas de réponses aux questions du deuxième temps de la grille.
- \* les réponses des trois stagiaires aux questions concernant l'analyse externe (premier temps de la grille) ne sont pas précises, et parfois même inexistantes.
- \* "L'usage possible" qu'ils proposent de leurs logiciels respectifs, qui sont de type ouvert et semi-ouvert, est un usage individuel ou par petits groupes, en soutien ou en libre service.
- \* Même s'ils trouvent que leurs logiciels respectifs sont bien présentés et sont simples d'utilisation, ils leur reprochent essentiellement d'aborder uniquement la notion "sans la traiter" et sans "faire appel à la réflexion personnelle de l'élève".

Ainsi nous pouvons dire que ces stagiaires "révoltés", ont préféré passer la grande partie du temps consacré à l'expérimentation à consulter les logiciels et à essayer de tester tous les cheminements possibles à l'intérieur de ces logiciels. Ils ont manifesté clairement leur refus de suivre les questions de la grille pour essayer de préparer des situations d'enseignement EAO.

Leur argument pour cela était de reprocher surtout aux logiciels de ne pas prendre l'élève en charge. Rappelons encore une fois que les logiciels qu'ils ont consultés sont de type ouvert ou semi-ouvert. Ils ont donc la particularité essentielle de laisser à l'enseignant la charge de préparer et de gérer des situations où ils servent uniquement de supports.

Il nous semble que ces "Utilisateurs insatisfaits/(matériels+pédagogique)", n'ont pas encore réussi à se détacher de leur vision du logiciel comme un tutoriel que l'élève peut utiliser même sans la présence du professeur. Leur "révolte" ne nous semble pas uniquement due aux contraintes imposées par l'expérimentation, mais également à un manque de prise de distance par rapport à l'outil informatique qui permette de s'en servir réellement comme outil d'enseignement. Ils sont en position de découvreurs de cet outil et de ses potentialités et ne sont pas encore au stade des utilisateurs, où l'outil lui-même est banalisé et où l'accent est mis plutôt sur son exploitation.

En ce qui concerne la deuxième catégorie, nous avons pu souligner les régularités suivantes :

- \* Les trois stagiaires ont essayé de "rentrer dans le jeu", même si certaines des questions de la grille leur étaient inaccessibles. Pour les deux d'entre eux (EPS2 & EPS4) qui ont répondu aux questions du deuxième temps de la grille, l'analyse interne qui représente l'essentiel de ce deuxième temps leur était totalement inaccessible.
- \* Devant le logiciel, ils sont en position d'élèves (comme ils le déclarent eux-mêmes), ils essaient de comprendre comment il fonctionne et quels sont ses défauts.
- \* L'apport principal des logiciels qu'ils ont consulté leur paraît être le caractère dynamique des figures géométriques, mais ils n'arrivent pas à proposer des situations d'exploitation de cette potentialité de l'outil.

\*Quand on leur demande de proposer une situation d'enseignement autour du logiciel, ceux qui répondent, donnent comme réponse uniquement le contenu mathématique de cette situation.

En somme nous pouvons dire que les "Néophytes" ont encore "tout" à découvrir sur l'outil informatique.

Ils essayent d'apprendre ce qu'on leur propose au cours de la formation mais il est clair que le contenu des séances expérimentales dépassait leur compétences et ne pouvait répondre à leurs attentes.

Même s'ils sont des praticiens confirmés dans le domaine de l'enseignement, ce nouvel outil pédagogique les perturbe et ils n'arrivent pas encore à l'appivoiser. La demande essentielle qu'ils formulent vis à vis de la formation est qu'elle les rassure, et les aide à savoir utiliser le matériel (hard) et comprendre le fonctionnement des logiciels.

#### IV.4 Etude comparée des fiches de EDS4 et EDS5

EDS4 et EDS5 sont tous les deux des stagiaires ayant participé à la séance expérimentale qui a eu lieu à la fin du premier stage. Au cours de cette séance, nous leur avons demandé à tous les deux d'analyser l'imagiciel 8 (groupe II4) de la disquette INTER-IREM. Cet imagiciel, rappelons-le, invite l'utilisateur à trouver le programme de construction en langage LOGO des figures symétriques par rapport à un axe vertical de deux figures données successivement à l'écran. Le logiciel ne donne aucune correction à une réponse erronée.

Voici ci-après les fiches de saisie des réponses de ces deux stagiaires suivies par l'étude comparée de ces fiches.

##### Fiche de saisie des réponses de l'enseignant stagiaire EDS4 à la grille

###### 1) Présentations

- *Durée de l'expérimentation* : 1h 30mn (dont 15mn pour répondre aux questions de la grille et le reste du temps pour consulter la totalité du logiciel).

- *Logiciel utilisé* : INTER-IREM ; imagiciel 8 (groupe II4)

- *Expériences précédentes en U.P.O.* :

A déjà consulté des logiciels "dans le but de vérifier s'ils sont utilisables par les élèves et adaptés aux programmes". Utilise des logiciels "alternativement" pour introduire des notions, pour faire des exercices d'entraînement et en soutien.

- *Opinion déclarée sur l'U.P.O.* :

"C'est une technique qui plaît beaucoup aux élèves, ils sont plus motivés et donc plus aptes à étudier... L'intérêt est que chaque élève travaille à son rythme, une certaine autonomie en découle".

## 2) Points importants et citations tirés des réponses aux deux temps de la grille

### Premier temps

- *Conformité de l'analyse "externe" faite par le stagiaire à notre analyse :*  
Analyse faite à moitié et d'une façon très rapide, ne correspond pas en général à notre analyse.
- *Usages possibles du logiciel (Partie I.2, question D : P2D) :* pas de réponse.
- *Evaluation du logiciel :*  
"Peu accessible à des élèves moyens, de plus l'élève ne peut pas savoir si son travail est correct".
- *Décision adoption-rejet :* Néant

Second temps : Pas de réponses

## 3) A propos de l'expérimentation

- *Remarques du stagiaire sur la grille :* Néant
- *Rapport à la grille :* Néant
- *Attitude au cours de l'expérimentation :*  
Travail discontinu. Beaucoup de discussions avec les autres stagiaires. A passé la majorité du temps à consulter le logiciel. Pendant le dernier quart d'heure EDS4 a feuilleté rapidement la grille et répondu évasivement à certaines questions.

## 4) Commentaires et analyses conclusives

- Intéressé exclusivement par le logiciel.
- Voit l'outil informatique dans l'enseignement comme un moyen permettant avant tout de faire travailler l'élève à son propre rythme. Un logiciel pour EDS4 est essentiellement un tutoriel.

## Fiche de saisie des réponses de l'enseignant stagiaire EDS5 à la grille

### 1) Présentations

- *Durée de l'expérimentation :* 1h 40mn
- *Logiciel utilisé :* INTER-IREM ; imagiciel 8 (groupe II4)
- *Expériences précédentes en U.P.O. :*  
"Utilisateur avant l'existence du nanoréseau". EDS5 utilise régulièrement les outils informatiques (logiciels "tout fait" et "modulables") dans son enseignement.
- *Opinion déclarée sur l'U.P.O. :*  
Opinion très favorable : "Cela permet d'appréhender des notions qui étaient complexes avec le papier-crayon". Cependant, l'E.A.O. nécessite "des moyens réels", une formation "plus intense des enseignants" et des logiciels " ouverts et performants".

## 2) Points importants et citations tirés des réponses aux deux temps de la grille

### Premier temps

- *Conformité de l'analyse "externe" faite par le stagiaire à notre analyse :*  
Conforme.
- *Usages possibles du logiciel (Partie I.2, question D : P2D) :*  
Usage individuel ou par petits groupes en présence de l'enseignant.  
Usage individuel en libre service.

- *Evaluation du logiciel :*

"Assez bon support technique". Mais défaut d'instructions en cas d'erreur de l'élève.

"Il faudrait que le logiciel prévienne l'élève d'une erreur sans jamais la corriger, l'enseignant restant maître d'oeuvre".

- *Décision adoption-rejet :* Possibilité d'adoption

Second temps

- *Questions qui n'ont pas eu de réponses :*

Aucune.

- *Démarche et points importants en C.P.C. (Partie I) :*

Démarche : "approche de la notion, prise de conscience du concept et propriétés de conservation".

- *Situation(s) C.M.O. proposée(s) :*

Construction de pavages en papier-crayon après avoir travaillé sur ordinateur, les conservations des angles et des longueurs.

- *Accessibilité de l'analyse "interne" :*

Accessible.

- *Prise de conscience et exploitation des différences-apports C.M.O./C.P.C. :*

EDS5 construit une situation d'E.A.O. riche, quitte à améliorer le logiciel, pour asseoir des propriétés (conservation des longueurs et des angles) "rebutantes" dans des C.P.C.

- *Prévisions de gestion :*

En situation de classe : coupler le travail sur machine avec un travail papier-crayon en mettant les élèves en position de recherche expérimentale, le rôle de l'enseignant étant de guider et de formuler.

### 3) A propos de l'expérimentation

- *Remarques du stagiaire sur la grille :*

Intéressante et "permet une approche critique approfondie".

- *Rapport à la grille :*

EDS5 exploite la grille en tant qu'outil lui permettant une approche critique de ses pratiques d'E.A.O.

- *Attitude au cours de l'expérimentation :*

Intéressé et décontracté.

### 4) Commentaires et analyses conclusives

EDS5 est un habitué des environnements informatiques. Il utilise régulièrement des logiciels dans son enseignement. Il a un regard critique sur l'état actuel de l'E.A.O.

- Il est à l'aise au cours de l'expérimentation et essaye d'entrer dans la logique de la grille pour en tirer le plus de profit. L'analyse "interne" (connotée didactique) l'arrête un peu, mais il continue après avoir consulté les documents d'aide que nous proposons. Il note (à propos de l'expérimentation) : "...Prise de conscience des données subjectives qui déterminent nos choix, nos actions".

- Au cours de l'analyse externe du logiciel (Temps 1) il relève plusieurs points négatifs dans ses aspects pédagogiques, mais cela ne le conduit pas à rejeter le logiciel. Au contraire il fait des suggestions d'amélioration et construit une situation d'enseignement autour du logiciel éventuellement modifié. Dans cette situation, il aborde des concepts connus pour être difficilement assimilables (en C.P.C.) par les élèves et essaye de les rendre, à travers l'activité informatique, fonctionnels dans une activité papier-crayon relativement complexe.

A travers les premières et troisièmes rubriques des deux fiches, et selon le modèle de repérage que nous avons déjà présenté (§ III.2), nous avons classé :

EDS4 dans la catégorie croisée [Utilisateurs insatisfaits/m ; Engagement scolaire/révolté],  
et EDS5 dans la catégorie croisée [Experts EAO ; Engagement distancié/sélectif].

En comparant les deuxièmes rubriques, "Points importants et citations tirés des réponses aux deux temps de la grille", des deux fiches, nous soulignons ce qui suit :

*a) En ce qui concerne le "premier temps"*

\* EDS5 fait une analyse externe complète et conforme à notre propre analyse. L'analyse faite par EDS4 n'est pas complète et ne correspond pas en général à notre analyse.

\* EDS4 ne propose aucun usage possible du logiciel alors que EDS5 propose deux usages possibles : individuel en présence de l'enseignant ou individuel en libre service.

\* En évaluant le logiciel, EDS4 le trouve "peu accessible à des élèves moyens" en critiquant le fait que le traitement de la réponse de l'élève n'est pas pris en charge par le logiciel. EDS5, lui, fait la même critique, mais donne des propositions d'amélioration : "il faudrait que le logiciel prévienne l'élève d'une erreur sans jamais la corriger, l'enseignant restant maître d'oeuvre".

A la fin du premier temps, EDS5 trouve qu'il est possible d'utiliser ce logiciel dans son enseignement, alors que EDS4 arrête l'analyse de cet imagiciel sans donner une décision d'adoption ou de rejet. De plus, comme en témoigne la rubrique (3) de sa fiche de saisie, EDS4 n'a consacré qu'un quart d'heure pour répondre aux questions de la grille. Il a passé le reste du temps consacré à l'expérimentation à consulter les différents imagiciels disponibles sur la disquette et à discuter avec les autres stagiaires.

*b) En ce qui concerne le "second temps"*

EDS4 ne donne aucune réponse, alors que EDS5 répond à toutes les questions et montre que l'analyse interne lui est accessible.

Tout en faisant des propositions d'amélioration du logiciel, EDS5 propose une situation EAO où il combine le travail sur écran et le travail à partir de copies d'écran : "construire des pavages en papier-crayon après avoir travaillé sur ordinateur".

A travers la situation d'enseignement qu'il construit en s'aidant de la grille, EDS5 essaye d'exploiter toutes les potentialités du logiciel même celle qui ne semble pas à première vue évidente, "mettre les élèves en position de recherche expérimentale" avec un imagiciel où la marge du manoeuvre de l'élève est assez limitée.

Alors que EDS4 ne donne aucune remarque à propos de la grille, EDS5 termine son travail sur la grille en disant qu'elle lui a permis "une approche critique approfondie".

Pour conclure, nous soulignons que EDS5 a réussi à se servir de la grille comme d'un guide qui l'a aidé à analyser le logiciel et à donner des propositions d'exploitation assez riches, alors que EDS4 a manifesté un refus de la grille et de l'expérimentation en général et ne s'est montré intéressé que par le logiciel.

## V- DERNIERS MOTS

Il est évident que notre public expérimental de douze stagiaires n'est pas suffisant pour constituer un échantillon représentatif du public de stages UPO. C'est pourquoi nous avons essayé d'avoir, dans la catégorisation que nous avons proposée, une dimension générale d'analyse qui dépasse le cadre limité de nos deux expérimentations.

Il est également certain que la grille dans sa forme proposée aux stagiaires n'est sans doute pas l'outil méthodologique le plus adéquat pour obtenir des renseignements suffisants au repérage des catégories éventuelles des différents stagiaires.

La catégorisation que nous avons élaborée demande donc à être testée, sur un échantillon plus représentatif du public des stages UPO, à travers un dispositif méthodologique qui lui soit mieux adapté. Ce dispositif devrait être axé sur :

- un repérage plus ample de l'expérience du stagiaire ainsi que de ses représentations dans le domaine de l'EAO et de ses attentes par rapport à la formation qu'il va recevoir,
- une observation plus méthodique de l'attitude du stagiaire tout au long des séances du stage.

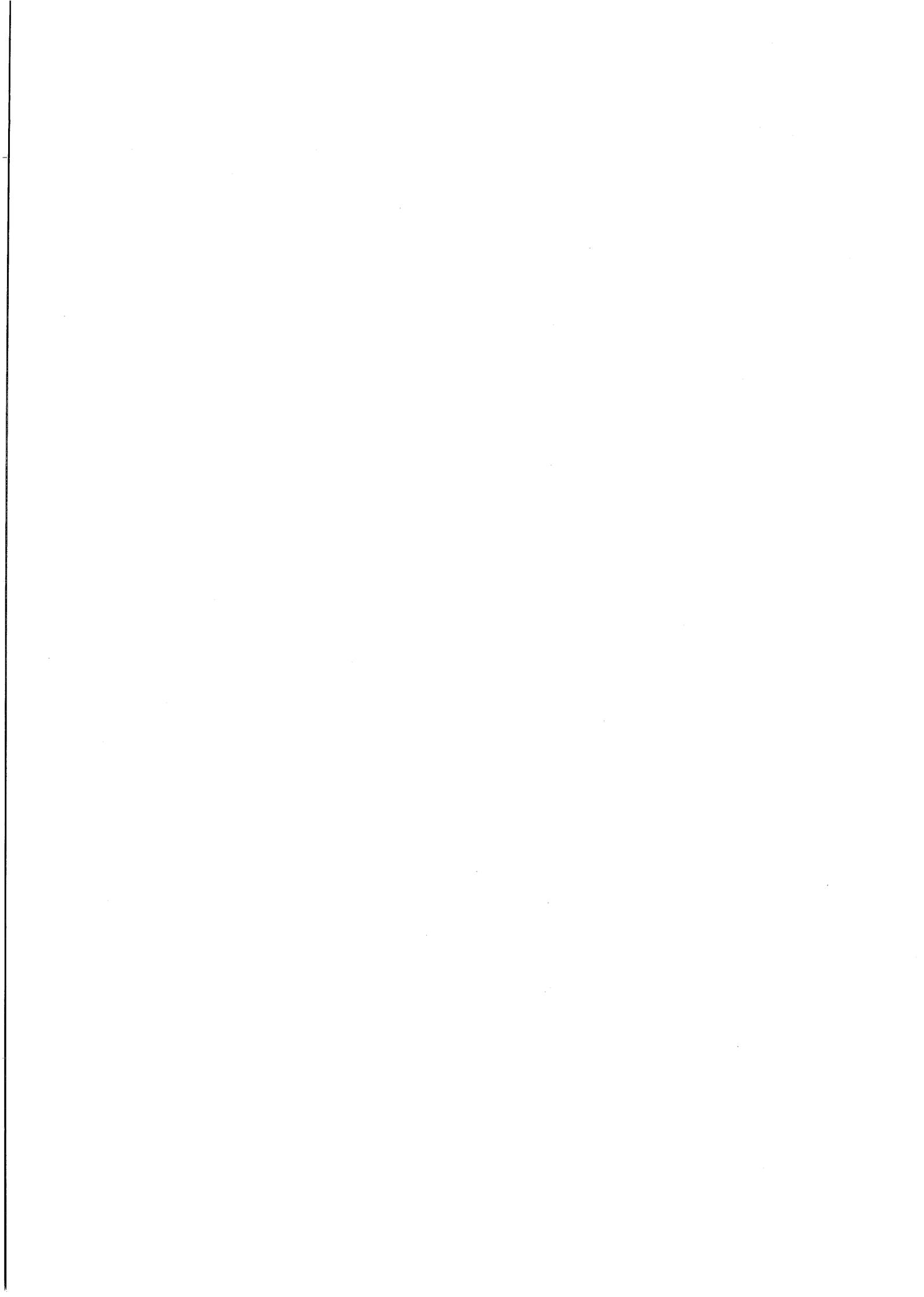
Pour avoir une catégorisation plus complète du public de stages UPO, il nous semble aussi indispensable d'ajouter à celles que nous avons proposées, deux dimensions que nous n'étions pas en mesure de prendre en compte à travers les données collectées au cours des deux expérimentations. Ces deux dimensions sont les suivantes :

- 1) La représentation qu'a le stagiaire de la formation continue en général et de celle concernant les UPO en particulier, ainsi que la représentation qu'il se fait de son statut ou de son rôle dans cette formation.
- 2) Le rapport qu'a le stagiaire à la didactique dans son sens le plus général. Nous avons déjà tenu compte de cette dimension dans notre analyse des grilles "du public privilégié", nous pensons qu'il serait utile de l'intégrer dans l'étude des productions du "public stages".

Toute l'étude présentée dans ce chapitre, aussi bien à travers l'essai de catégorisation a priori qu'à travers le repérage a posteriori, témoigne de l'hétérogénéité du public des stages UPO considérés. Notre expérience tend à montrer que la situation rencontrée ici n'est en rien exceptionnelle.

Nous nous demandons alors si les formateurs, en préparant leurs stages, prévoient de prendre en charge cette hétérogénéité et si oui, comment ils le font.

Cette interrogation fera partie des questions auxquelles nous essayerons de répondre dans le chapitre suivant qui s'articule autour des pratiques et des contenus de formation aux UPO ainsi que de la formation des formateurs dans ce domaine.



**PARTIE B**  
**CHAPITRE 4**  
**REPERAGES DANS LE SYSTEME DE FORMATION AUX UPO EN**  
**MATHEMATIQUES : CONTENUS DE FORMATION ET PRATIQUES**  
**DE FORMATEURS**

Dans le chapitre précédent, nous nous sommes intéressée au système de formation aux UPO à travers l'étude du public des stagiaires. Dans ce chapitre, nous nous intéressons aux deux autres pôles de ce système à savoir : les formateurs et les contenus/pratiques de formation.

Dans les deux chapitres précédents nous avons mis en évidence les répercussions importantes de la formation préalable qu'un enseignant a dans le domaine des UPO sur sa façon d'analyser les potentialités d'un logiciel et d'envisager de les mettre en oeuvre dans son enseignement.

Cela nous a laissé supposer l'importance du rôle joué par les contenus/pratiques de formation sur la pratique de l'enseignant en ce qui concerne l'EAO.

Nous avons également mis en évidence la grande variabilité qu'avaient les enseignants suivant leur coloration didactique et leur familiarité avec l'EAO dans leurs façons d'appréhender un logiciel et de l'exploiter.

Nous avons pu aussi relever une difficulté sérieuse à faire passer certains contenus de formation.

Ces différentes constatations nous renvoient à l'idée que les choix faits sont ici cruciaux et nous conduisent à l'hypothèse que les traditions actuelles en matière de formation ne sont pas neutres vis à vis des résistances du système d'enseignement des mathématiques à l'utilisation de l'outil informatique.

L'étude que nous allons présenter des formations continues aux UPO a un caractère exploratoire évident et ceci pour diverses raisons : d'une part, parce que c'est un travail qui n'a mobilisé notre attention que dans la dernière phase de notre recherche, d'autre part, parce que le système de formation continue des enseignants, en général, et celui de la formation aux UPO, en particulier, étant des terrains encore pratiquement vierges pour la recherche en didactique des mathématiques, notre réflexion manquait d'appuis fiables.

Le premier regard que nous avons pu avoir sur ce champ de recherche nous a d'ailleurs laissé une impression forte de complexité et de flou.

Dans cette étude exploratoire, il nous a semblé indispensable de privilégier la diversité du recueil des données et la recherche d'un panorama des phénomènes se déroulant à l'intérieur de ce système de formation.

Nous avons ainsi privilégié deux types d'approche : une étude bibliographique et une enquête sur le terrain. Au cours de cette dernière, nous avons recueilli les témoignages de certains formateurs<sup>1</sup>. Précisons que nos discussions et échanges avec ces acteurs principaux du système sont restés dans un cadre informel.

Notre objectif au cours de cette étude exploratoire était donc d'arriver à une vue d'ensemble sur le champ qui nous permette d'émettre des hypothèses a priori susceptibles de diriger une recherche méthodique plus ciblée sur tel ou tel des phénomènes repérés.

Dans ce qui suit, nous allons présenter nos données factuelles et les analyses que nous en avons faites en deux parties non indépendantes.

La première partie concerne l'étude des documents écrits recueillis. Dans la deuxième partie, nous exploitons les résultats de l'étude précédente auxquels nous intégrons les informations apportées par les témoignages des formateurs, ceci pour arriver à une typologie des formateurs et des contenus/pratiques de formation qu'ils assurent. Cette typologie est pour nous un essai de "mise en ordre" des résultats de nos observations empiriques dans le domaine.

## I- ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

### I.1 Introduction

Les documents que nous avons répertoriés, au cours de la recherche bibliographique, se présentent sous trois aspects différents :

1) Des publications sous forme d'articles dans des revues spécialisées ou des bulletins d'associations d'enseignants, notamment le bulletin de l'association Enseignement Public et Informatique (EPI<sup>2</sup>), ainsi que sous forme de communications relevées des actes d'universités d'été, de colloques et de journées tous consacrés à l'informatique dans l'enseignement des mathématiques.

---

<sup>1</sup>Formateurs IREM. Formateurs rencontrés dans le cadre des journées EIAO de Cachan (Deuxièmes et Troisièmes journées). Formateurs rencontrés lors des Universités d'été de didactique des mathématiques. Formateurs rencontrés lors de l'Université d'été "Informatique et enseignement de la géométrie" (IREM de Toulouse, sep. 90).

<sup>2</sup>Association fondée en 1971. Son bulletin est mensuel.

2) Des annonces de stages UPO, notamment au niveau académique qui paraissent tous les ans dans les PAF<sup>3</sup>.

3) Des productions régionales et nationales (IREMs, CREEM, DLC, MAFFEN, CRDPs) qui se présentent sous forme de comptes rendus de stages ou de documents proposant à l'enseignant et au formateur des panoplies de situations d'enseignement pouvant être construites avec des logiciels commercialisés.

Le lecteur trouvera une liste détaillée des documents que nous avons consultés dans la bibliographie thématique sous la rubrique "Formation des enseignants".

En revanche, nous n'avons pas trouvé, comme nous l'avons déjà souligné, de travaux de recherche (français<sup>4</sup>) proprement dits sur le sujet.

Soulignons également que le système de formation continue aux UPO, au moment où nous avons commencé l'étude bibliographique (1990), était très peu abordé dans la littérature scientifique. Depuis, on a assisté à un intérêt croissant pour les questions concernant ce système. Ceci s'est traduit, d'une part, par une augmentation du nombre des publications, d'autre part, par l'organisation de colloques et d'universités d'été centrés sur ces questions, aussi bien au niveau de la formation des enseignants que de celle des formateurs. Citons par exemple, un premier colloque organisé (en 1992) par l'INRP et l'association EPI autour du thème de "L'intégration de l'informatique dans l'enseignement et la formation des enseignants" (cf. *Actes du colloque, ed. INRP - EPI, 92*).

Pour expliquer cet intérêt croissant nous avançons deux hypothèses :

---

<sup>3</sup>Plan Académique de Formation.

<sup>4</sup>En revanche, nous avons eu accès à deux recherches non françaises qui ont alimenté notre réflexion :

- La première, anglaise, menée par Hoyles, Noss & Sutherland sous le titre : "Microworlds Project" (cf. bibliographie). Elle porte sur la conception d'un "cours" (de 30h) de formation d'enseignants à l'intégration d'outils informatiques, sur l'enseignement de ce cours pendant 3 ans (86-89) dans le cadre de la formation continue des enseignants, sur le repérage des pratiques des enseignants stagiaires, avant, pendant et après le stage, pour aboutir à une identification de profils génériques d'enseignants utilisateurs de l'outil informatique.
- La deuxième, américaine, menée par Allen, Cederberg & Wallace sous le titre : "L'intégration de l'ordinateur dans l'enseignement de la géométrie par le développement et l'utilisation des scénarios" (cf. bibliographie). Elle consiste en un projet (de deux ans) de formation en deux étapes. Au cours de la première étape, les chercheurs forment dix enseignants à l'utilisation de logiciels choisis, au terme de la formation ils leur demandent de construire des scénarios d'enseignement autour de ces logiciels et d'expérimenter ces scénarios dans leurs classes. Au cours de la deuxième étape, chacun de ces dix enseignants servira de "guide" à quatre autres enseignants, il leur fournira dans un premier temps les scénarios élaborés pendant la première année, ensuite il leur demandera de préparer à leur tour d'autres scénarios. Tout ce processus pyramidal est suivi et surveillé par les chercheurs eux-mêmes.

- La réflexion dans ce domaine est arrivée à un stade de début de maturation, succédant normalement aux périodes de l'action directe et du commencement de prise de distance par rapport à l'action.

En effet, il y a certainement une expérience acquise qui, vu les résultats moyens obtenus dans l'intégration de l'outil informatique dans l'enseignement, incite à se questionner sur l'efficacité des pratiques de formation.

- La mise en place (1991-92) d'une formation initiale, à statut universitaire, à côté des formations continues traditionnelles, à travers la création des Instituts Universitaires de Formation des Maîtres (IUFM). Le renforcement de la formation initiale des enseignants a ainsi multiplié le nombre des actions dans le domaine des UPO et changé les données du problème en ne les limitant pas à de seuls volontaires.

D'autre part, l'ambiance de controverse qui a accompagné la création des IUFMs fait que les formations qui y sont dispensées sont, plus que d'autres organisées par des institutions mieux reconnues, astreintes à "prouver" leur efficacité.

Ces contraintes de la formation initiale ne sont certainement pas sans retombées sur la réflexion en matière de formation, de façon globale.

Actuellement, de plus en plus de travaux de recherches s'orientent vers les systèmes de formation des enseignants en général, et celui de la formation aux UPO en particulier. Citons par exemple, la recherche (en cours) conjointe de l'équipe de didactique des mathématiques de Grenoble et de l'INRP sur les pratiques de formation : "Etude des conditions de reproductibilité et de transfert d'innovation, le cas des environnements informatiques pour la formation". Témoigne, également de ces orientations vers le système de formation en général, la création d'un groupe "Enseignant" au sein du GDR (Groupement De Recherches) Didactique au CNRS et le fait qu'une part importante des activités de ce groupe est consacrée à des recherches portant directement sur la formation des enseignants. Nous avons eu connaissance tardivement (par rapport à la rédaction de cet ouvrage) des premiers résultats de certains de ces travaux. Nous y avons trouvé confirmation des hypothèses qui seront avancées dans ce chapitre, ainsi que des éléments qui permettront d'éclaircir, nous l'espérons, certaines questions restées ouvertes.

## **I.2 Lecture, interprétation et analyse des documents recueillis**

En reprenant les trois aspects, repérés ci-dessus, des documents recueillis, nous remarquons que le premier correspond à des articles ou des exposés qui restent dans un cadre vaste donnant des informations très diversifiées. En fait, ces documents rendent compte de réflexions générales des

acteurs dans le domaine de l'UPO, réflexions caractérisées par des conseils et des perspectives aux débuts du plan IPT ; des constats, des analyses et des critiques dans la période qui l'a suivi ; et de nouveau, depuis la création des IUFMs, des perspectives et des projets de formation, notamment en formation initiale.

Etant donné que ces documents d'une part, ne nous fournissent pas de données explicites sur les contenus de formation ni sur les pratiques de formateurs, d'autre part, ne permettent pas (vu leur caractère général) une saisie uniforme des informations qui y figurent, nous ne les présenterons pas dans cette première partie consacrée à l'étude bibliographique.

En revanche, ils alimentent directement la réflexion qui a conduit à la typologie synthétique de la partie suivante.

Nous retenons donc pour ce qui suit les deux aspects restants :

- annonces de stages,
- comptes rendus de stages ou documents pouvant servir de "matériel de formation".

Nous allons passer en revue progressivement les différents documents ainsi retenus et les analyser les uns après les autres.

#### *a- Les annonces de stages*

Les annonces de stages parues, depuis le plan IPT, dans les PAF des différentes académies constituent une masse énorme qui reste dans un cadre externe de description des stages.

Nous avons choisi dans notre exploration de nous limiter à l'examen des PAF d'une seule académie, Creteil<sup>5</sup>, et d'essayer de repérer à la fois les caractéristiques des annonces et les évolutions éventuelles intervenues entre les premières années du plan IPT : 1985/86 & 1986/87 et les années les plus récentes : 1991/92 & 1992/93.

Avant de rendre compte de notre étude de ce type de documents, citons les résultats d'une exploration semblable (des annonces de stages) menée, elle, dans le cadre d'une étude plus générale réalisée par l'INRP sous le titre : "Informatique, appropriations culturelles, appropriations cognitives : le cas des enseignants" (*Rapport intermédiaire, Baron, 91*). Cette étude exploratoire porte sur la comparaison des PAFs de six académies : Caen, Creteil, Lille, Paris, Poitiers, Versailles, entre 1986/87 et 1990/91. Les stages qui y sont répertoriés concernent l'informatique pédagogique dans toutes les disciplines de l'enseignement secondaire et non uniquement dans les mathématiques comme c'est le cas de notre propre étude.

---

<sup>5</sup>Ce choix a été fait parce que nous avons trouvé dans les PAFs de Creteil des informations précises et régulières.

Pour déterminer leur corpus d'étude, les chercheurs de l'INRP<sup>6</sup> ont fait le choix suivant :

*"Considérer comme relevant de l'informatique pédagogique tout stage soit explicitement classé par les académies en informatique, soit lié à un logiciel particulier et (parfois) à une discipline, ou encore lié à un type de système logiciel (traitement de texte, tableur, ...). Ont été également pris en compte des stages dont le titre n'était pas explicitement lié à l'informatique mais dont le contenu a été jugé sans équivoque comme en relevant (comme par exemple "actualisation de savoir-faire en technologie")".*

En ce qui concerne la situation en 1986/87, ils fournissent les résultats suivants :

*"Sept-cents stages ont été répertoriés en informatique pédagogique (d'après les critères mentionnés ci-dessus). Seuls 30% d'entre eux figurent dans les documents des PAF sous le titre "Informatique". Celui-ci se trouve en 1986/87 le plus souvent à l'intérieur de la rubrique "Techniques Nouvelles de l'Education". On note la relative importance des logiciels par les intitulés des formations dont l'objet est d'initier les demandeurs ou d'approfondir leurs connaissances à tel ou tel logiciel pédagogique ou professionnel. Ces stages liés à des logiciels représentent en moyenne 30% des actions liées à l'informatique, ce qui souligne la place des outils informatiques dans les disciplines. En examinant plus précisément le PAF de l'académie de Creteil, qui donne les indications les plus précises et le plus régulièrement, on note que la durée moyenne d'un stage est de trente heures avec un écart-type de 4,2, ce qui signifie que la dispersion est assez faible. Le nombre de places offertes par stage varie d'un minimum de six à un maximum de vingt. L'étude des PAF des autres académies ne contredit pas ces résultats. On relève également quelques stages de longue durée (toute une année scolaire) nommés "formations lourdes" s'adressant aux professeurs de technologie enseignant dans les collèges."*

En ce qui concerne la situation en 1990/91, ils donnent les résultats suivants :

*"En 90/91, six-cents stages ont été répertoriés en informatique pédagogique d'après nos critères, et 50% d'entre eux figurent dans les documents des PAF sous le titre "Informatique". Mais les actions classées "informatique" par les académies ne se situent plus nécessairement dans la rubrique "Techniques Nouvelles de l'Education" et font parfois l'objet de tout un chapitre. Par ailleurs, environ un tiers d'entre elles ont un intitulé annonçant l'initiation, le perfectionnement à tel ou tel logiciel, ou encore ont pour thème l'utilisation pédagogique d'un logiciel ce qui souligne une nouvelle fois la place de ces outils dans les disciplines. Dans l'académie de Creteil, la durée moyenne de ces formations est de 26 heures, à l'exception de quelques stages de longue durée, avec un écart-type de 3,2 nous indiquant une faible dispersion. Elles sont destinées (en moyenne) à 8 à 14 personnes par stage, ou par groupe lorsque la formation propose plusieurs*

---

<sup>6</sup>Département "Technologies Nouvelles et Education".

sessions. De nouveau, après l'étude qualitative des PAF des autres académies, nous pouvons généraliser ces résultats à l'ensemble de notre échantillon."

Ils concluent leur étude exploratoire en soulignant les quatre résultats suivants :

- "Dans les académies examinées, l'évolution en 4 ans est relativement modeste".
- "Les stages sont de courte durée".
- "Il semble que les actions informatiques soient plus souvent en 90/91 qu'en 1986/87 regroupées sous un chapitre spécifique".
- "Il y a une légère augmentation de la place des outils".

Notre première lecture des annonces de stages parues dans le PAF de l'académie de Creteil, correspondant aux années déjà précisées ci-dessus, rejoint en général les résultats de l'étude précédente.

Cependant, notre objectif étant plutôt d'étudier les caractéristiques "externes" des stages à travers l'étude de leurs annonces, nous ne resterons pas dans notre propre étude au niveau général (plutôt quantitatif) retenu pour l'étude précédente.

Les stages dont nous relevons les annonces portent, rappelons-le, uniquement sur l'intégration d'un ou de plusieurs logiciels dans l'enseignement des mathématiques au collège et au lycée (en dehors des lycées professionnels).

Tenant compte de ce critère, nous avons répertorié :

- Six stages en 85/86 qui figurent sous la rubrique "Mathématiques". Trois de ces stages sont en fait les trois sessions d'un même stage, c'est pourquoi nous considérons dans la suite que le nombre de stages en 85/86 n'est que de quatre.
- Neuf stages en 86/87 qui figurent également sous la rubrique "Mathématiques". Parmi ces dix, nous retrouvons les trois sessions du stage de 85/86 reconduit en 86/87. Nous considérerons ainsi que le nombre de stages de l'année 86/87 est de sept.
- Cinq stages en 91/92 qui figurent sous la rubrique "Informatique et Mathématiques".
- Trois stages en 92/93 qui figurent sous la rubrique "Mathématiques et Nouvelles Technologies".

Notons tout d'abord, comme l'avait relevé l'étude de l'INRP, que les annonces des stages de formation aux UPO prennent place au cours des dernières années sous des rubriques qui leur sont spécifiques, alors qu'aux débuts du plan IPT, ils étaient rattachés à la discipline scolaire, ici les Mathématiques, à laquelle l'outil informatique était supposé être intégré. Ceci témoigne, nous semble-t-il, de l'importance croissante accordée aux Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (NTIC), et en particulier aux outils informatiques, aussi bien au niveau culturel qu'au niveau institutionnel.

Avant de donner les résultats de notre étude, nous fournissons ci-après deux tableaux qui contiennent les informations données dans les annonces des années 1985/86 et 1992/93. Nous espérons que ces tableaux permettront au lecteur d'avoir une idée, éventuellement "comparative", des annonces correspondant à la première année d'application du plan IPT (1985/86) et de celles correspondant à l'année où nous avons effectué notre étude (1992/93).

	Code du stage <sup>7</sup>	Nombre maximal des stagiaires	Durée totale h/j	Formateurs ou organisme assurant la formation
85/86 (56.)	561 <sup>8</sup>	12	3/25 soit 75h	IREM de Paris-Nord
	562	10	3/28 soit 84h	Université Paris 6 (Formation des formateurs)
	563	10	2/26 soit 52h	Université Paris 7 (UER de Didactique des disciplines)
	564	25	3/4 soit 12h	IREM de Paris 7
92/93 (23.)	231	12	6/6 soit 36h	GRIM (Groupe Réflexion Informatique Mathématiques)
	232	12	3/6 soit 18h	IREM de Paris-Nord
	233	12	6/4 soit 24h	GRIM

	Objectifs et Contenus
85/86	561 : S'appuyant sur les expérimentations menées à l'IREM depuis plusieurs années, ce stage propose une approche des concepts essentiels du programme de mathématiques en collège. Initiation à la programmation par l'utilisation d'un langage structuré : LOGO. Elaboration et mise au point de projets permettant à l'enfant d'être artisan de la construction de son savoir.
	562 : Formation informatique sur des problèmes de mathématiques. Théorie des nombres, Algèbre, Géométrie. Analyse sur calculatrices programmables et micro-ordinateur.
	563 : Favoriser la formation d'enseignants et d'équipes capables de créer des didacticiels de mathématiques. Connaissances mathématiques, pédagogiques et informatiques nécessaires à la confection d'un didacticiel (quelques connaissances informatiques préalables sont exigées). Analyse critique de didacticiels existants. Exposés méthodologiques. Confection de didacticiels restreints.
	564 : Elaboration d'une séquence d'enseignement autour d'un logiciel. Travail en petits groupes sur un logiciel donné et mise en commun des séquences proposées.

<sup>7</sup>Nous donnons à ces stages des codes de trois chiffres, les deux premiers correspondent aux chiffres des unités des années correspondantes (56 pour 1985/86 et 23 pour 1992/93), le troisième étant la numérotation des annonces pour une même année.

<sup>8</sup> Annonce correspondant aux trois sessions d'un même stage.

92/93	231 : Connaître des logiciels pédagogiques sur nanoréseau et compatible PC, les utiliser avec les élèves. Apprentissage du fonctionnement du matériel. Présentation et étude de logiciels. Préparation de séquences pédagogiques. Activités avec un tableur. Activités géométriques.
	232 : Construire des activités pour aborder ou mettre en oeuvre les notions de géométrie (en particulier : les transformations). Activités de reconnaissances. Activités de construction. Situations expérimentées dans diverses classes (Ecoles - Collèges) qui mettent l'accent sur le caractère outil des mathématiques en insistant sur les aspects méthodologiques. Deux micro-mondes géométriques : une géométrie de tortue, Cabri-géomètre
	233 : Connaître des outils de géométrie en vue de leur intégration en cours. Initiation à l'utilisation du matériel et du système d'exploitation. Etude de logiciels. Construction de séquences pédagogiques.

L'étude comparative que nous avons effectuée nous conduit aux constats et résultats suivants :

- Durée du stage :

La durée moyenne d'un stage a chuté progressivement de 53,3h en 85/86 à 23,15h en 91/92 pour se stabiliser approximativement à ce niveau (26 h en 92/93).

- Public stagiaire :

Le nombre de stagiaires précisé par l'annonce varie : entre 10 et 25 en 85/86, entre 12 et 30 en 86/87, entre 9 et 12 en 91/92 et est égal à 12 en 92/93.

Dans les annonces, sous la rubrique "Publics concernés", seul le niveau de l'enseignement est précisé : école, collège, lycée.

Aucune précision du profil des stagiaires n'apparaît dans les annonces au fil des années, sauf parfois des mentions du genre "quelques connaissances minimales en informatique". Ceci nous laisse supposer que la formation se sent en mesure de gérer l'hétérogénéité des stagiaires et de répondre à des attentes diversifiées de leur part, ce qui est peut-être illusoire, compte tenu des difficultés mises en évidence à ce propos dans le chapitre précédent.

- Formateur :

Sous la rubrique "Formateurs et intervenants", nous trouvons le nom du formateur (ou des formateurs) auquel est ajouté parfois sa fonction dans l'institution (IPR, professeur au CNAM,...), et/ou le nom de l'organisme qui encadre la formation (IREM, GRIM, etc...).

La formation ou le profil du formateur ne sont en aucun cas mentionnés. De ce fait, on ne peut avancer, à travers la lecture de l'annonce, aucune hypothèse quant à une éventuelle dépendance entre le profil du formateur et la formation qu'il assure.

- Objectifs et contenus du stage :

Soulignons tout d'abord, que la formulation des objectifs et la description du contenu d'un stage, figurant dans l'annonce, ne nous permettent pas d'avoir des renseignements très précis sur ce stage. Cette description est en effet forcément cantonnée dans l'espace de quelques lignes. De plus, le souci légitime de rendre cette description attractive peut, plus ou moins inconsciemment, amener à privilégier certains aspects par rapport à d'autres.

Nous trouvons en 85/86 et 86/87 le même stage (563), assuré par l'UFR de didactique des disciplines de l'université Paris7, qui consiste à former des enseignants de lycée et de collège à la conception et à la "confection" de didacticiels, alors que des stages du même genre n'existent plus en 91/92 et 92/93. Ce genre de stage est caractéristique des débuts du plan IPT où, comme nous l'avons déjà dit dans la première partie de cet ouvrage, la production de logiciels éducatifs était artisanale, souvent individuelle ; alors que depuis, la conception et la réalisation de tels logiciels sont devenues un travail d'équipe. Ces équipes rassemblent aussi bien des chercheurs que des enseignants ayant tous une expertise confirmée dans le domaine de l'EAO (ex : l'équipe du CREEM, l'équipe IMAG/LSD2 de Grenoble).

Nous trouvons dans l'annonce 561 également une description datée, peu détachée du discours lié à l'autonomie de l'élève. On y trouve aussi un souci d'initiation au langage LOGO et d'élaboration de "projets permettant à l'élève de construire son savoir", ce qui est cohérent avec le discours ambiant de cette époque, lié à la notion de micro-monde développée par S. Papert.

Si nous comparons cette annonce avec celle du stage 232 assuré par le même équipe (IREM de Paris Nord), nous remarquons qu'il y a toujours articulation autour de micro-mondes, mais ici via une présentation de deux d'entre eux : "une géométrie de la tortue" (de nouveau LOGO) et Cabri-géomètre. Le souci n'est plus d'initier à la programmation, l'approche de l'exploitation de l'outil se fait ici à travers la construction de situations d'enseignement.

L'annonce 562 nous révèle une formation de l'enseignant lui-même à se servir des outils informatiques, sans nous préciser s'il y a souci de l'utilisation de ces outils avec les élèves.

Dans l'annonce 564, nous commençons à voir apparaître une structuration des annonces en deux pôles : la présentation et/ou l'étude d'un ou de plusieurs logiciels (outils) et la construction de "séquences pédagogiques" autour de ces logiciels, qui va se confirmer dans la majorité des stages de 91/92 et 92/93.

La formulation du premier pôle peut prendre plusieurs formes : "Initiation" à l'utilisation de l'outil, "connaître" des outils, "exploration" de l'outil, "étude comparative" d'outils, etc...

Nous remarquons, tout en restant prudente dans nos interprétations, que ces formulations désignent des actions de familiarisation avec l'outil mais ne donnent pas de renseignements sur l'existence d'une réflexion plus poussée sur les potentialités de cet outil. En ce qui concerne le deuxième pôle, les annonces ne nous donnent pas d'indications sur le "comment" de la construction de la séquence (ou des séquences) en question, ni sur l'apprentissage ou l'élaboration de méthodes de construction de séquences.

Le manque d'indications sur les éléments théoriques et méthodologiques de la formation est sans doute lié à la nécessité de schématisation des descriptions, mais il reflète aussi le fait que ce ne sont pas là, même si elles sont effectivement présents dans la formation, des caractéristiques essentielles aux yeux des formateurs.

Nous soulignons également une uniformité de structuration des stages proposés par la même équipe au cours d'une même année, comme c'est le cas, par exemple, des annonces 231 et 233. Une lecture attentive de ces annonces révèle qu'il s'agit en fait d'une même démarche générale de formation adaptée à tel ou tel logiciel : "activités avec tableur, activités géométriques" dans 231, "outils de géométrie" dans 233.

Cette structuration peut être stable et alors reprise dans les annonces d'une année à l'autre. Ceci n'exclut pas cependant la possibilité de modifications d'une année à l'autre qui n'altéreraient pas substantiellement la structuration adoptée. C'est le cas par exemple, des annonces 231 & 233 de 92/93 que l'on retrouve (à quelques variantes près) en 91/92, ou de l'annonce 561 de 85/86 correspondant à trois sessions d'un même stage qui a été reporté également sous trois annonces identiques en 86/87.

Pour terminer, soulignons une nouvelle fois le fait que les annonces des stages restent à un niveau très externe de description. Ceci appelle à une vigilance extrême quant à l'interprétation de ces annonces et à la compréhension à travers elles des contenus des stages correspondants.

Rappelons par exemple à cet effet, que les annonces des deux stages au cours desquels nous avons effectué nos expérimentations (cf. annexe "Stages") ne permettaient pas à un observateur extérieur de se rendre compte de la recherche didactique sous-jacente au premier ni de l'évolution effectuée, dans le second, vers une distanciation par rapport à cette même recherche.

Si les annonces des stages restent à un niveau externe de description, les comptes-rendus des stages rentrent eux dans une description interne des stages. C'est ce que nous allons voir dans le paragraphe suivant.

*b- Les comptes-rendus de stages de formation et les documents proposant des situations EAO (matériel éventuel de formation)*

Soulignons pour commencer que les comptes-rendus de stages UPO, en plus de leur rareté, ne font pas encore, à notre connaissance, l'objet de publications ou de documents écrits séparés, excepté quelques cas isolés comme par exemple une brochure de l'IREM de Montpellier (*Albert & al., 92*) qui, selon ses auteurs, "présente le contenu" d'un stage de trois jours (inscrit dans le PAF et assuré par l'IREM) intitulé : "Enseigner la géométrie en intégrant l'outil informatique".

Nous trouvons ces comptes-rendus plutôt dans des publications plus générales sur la formation UPO, comme par exemple :

- Des actes d'universités d'été ou de journées de réflexion consacrées à la formation aux UPO.

Nous nous basons essentiellement dans l'étude qui suit sur les actes de l'université d'été : "Enseigner la géométrie avec l'ordinateur" (*Actes, CAFIP-DOUAI, 92*), ainsi que sur ceux de la journée : "Formation de formateurs et d'enseignants à l'utilisation pédagogique de l'ordinateur" (*CREEM-IREM, 86*).

- Des publications ministérielles de la DLC diffusées dans le milieu enseignant. Nous nous basons dans l'étude qui suit sur une brochure diffusée massivement auprès des enseignants de mathématiques de collège<sup>9</sup> intitulée : "Faire des mathématiques au collège avec l'ordinateur" (*DLC, 93*). Cette brochure, selon ses auteurs, "présente aux enseignants de collège diverses pistes d'utilisation de l'outil informatique à travers des exemples de séquences pédagogiques choisies parmi celles que les académies ont communiquées à la DLC".

Nous intégrons également à notre étude les documents diffusés également par la DLC sous le titre : "Activités Mathématiques avec Imagiciels". Ces documents conçus par l'équipe du CREEM accompagnent en fait des logiciels réalisés et expérimentés également par cette équipe. Nous pensons que ces documents, conçus par des formateurs aussi bien que des chercheurs, constituent un matériel de base de la formation à l'utilisation des logiciels associés.

Un premier contact avec ces documents, montre qu'ils sont essentiellement organisés autour de situations d'enseignement. Même si d'autres composantes apparaissent, la présentation de situations EAO constitue la partie prédominante des documents.

Cette présentation semble de plus relativement stéréotypée, on y trouve rarement des analyses internes (didactiques) de ces situations. Elle se limite en général à une description, parfois accompagnée de quelques commentaires portant sur des réalisations effectives, au détriment

---

<sup>9</sup>Une brochure semblable a été réalisée pour le niveau lycée.

d'autres éléments possibles de formation, comme si ce type de présentation suffisait à gérer toutes les dimensions impliquées : le contenu mathématique, la situation didactique et sa gestion.

Pour expliquer l'existence et la dominance de ce stéréotype, nous avançons trois hypothèses :

- La "description" d'une situation est peu exigeante en place si on compare à ce qu'exigerait une analyse interne de cette même situation, une analyse de son accessibilité aux stagiaires et de la stratégie de son intégration dans le contenu de la formation.

- "Décrire" des situations est une forme traditionnelle de communication de situations entre enseignants. Cette forme est, par exemple, très présente dans les publications des différents IREMs.

Ce mode stéréotype n'est donc pas propre à l'EAO, on le retrouve aussi dans le domaine de l'enseignement usuel papier-crayon.

De plus, étant donné que l'EAO, dans ses débuts, a favorisé des activités individuelles ou par petits groupes, ceci a privilégié "une mode" de création de fiches-élève (travail autonome) et de fiches-enseignant correspondantes.

- La description d'une situation, comme nous le verrons dans le paragraphe suivant : "Typologie", est sans aucun doute plus accessible à un formateur que son analyse.

Il nous semble que ce pool de situations sert en fait de base de données au système de formation aux UPO.

Dans ces présentations de situation, le rôle du formateur et ses stratégies de formation sont masqués, comme s'il était uniquement présentateur (ou animateur) de l'objet stéréotype.

C'est dans les parties introductives des documents en fait que l'on trouve des renseignements à propos de la réflexion de l'équipe de formateurs, de leurs objectifs de formation et parfois de quelques informations et critiques rétrospectives sur le déroulement effectif des stages.

Ce sont ces introductions que nous analyserons donc en premier lieu.

**b.1** L'étude de ces parties introductives semble attester d'une évolution certaine de la réflexion des formateurs sur les objectifs de la formation aux UPO ainsi que sur son organisation. Cette évolution se manifeste nous semble-t-il, sous trois angles différents bien que non indépendants, à savoir :

- Le statut de l'objet "situation d'enseignement" et son mode d'intégration dans la formation.
- La place accordée aux recherches didactiques menées dans le domaine.
- Les modes de présentation et de description des produits logiciels.

C'est selon ces trois angles que nous organiserons notre analyse.

Considérons, pour commencer, le document CREEM-IREM (1985/86) auquel ont contribué divers formateurs, on peut y repérer le modèle suivant de formation :

*"Lors des journées APMEP de 1985 puis à l'IREM de Paris7, plusieurs stages sur le modèle suivant<sup>10</sup> en trois séances, ont été réalisés :*

- *1ère séance : libre examen, par petits groupes, des logiciels proposés aboutissant au choix de celui sur lequel on voulait travailler.*
- *2ème séance : préparation, toujours en petites équipes, d'une séquence de cours intégrant l'utilisation du logiciel.*
- *3ème séance : présentation à l'ensemble des stagiaires de chaque leçon construite et discussion".*

Les auteurs de ce document ne manquent pas de donner la précision suivante : *"Une telle mise en situation est à peu près inutile pour un didacticiel classique. Par contre, elle prend tout son sens pour un imagiciel, par définition très dépouillé (c'est à l'enseignant utilisateur d'apporter tout l'enrobage), ou pour des logiciels de type jeu, simulation, ou expérimentation sur un thème (qui, sans réflexion approfondie, risquent de rester non intégrés à l'enseignement)".*

Nous retrouvons dans cette précision ce que nous avons déjà avancé (cf. partie A, chp.3), à savoir qu'un didacticiel (tutoriel) est supposé ne pas nécessiter une formation spécifique à son utilisation, la situation d'enseignement étant supposée déjà présente dans le contenu du logiciel, et qu'il s'oppose sur ce point aux autres catégories de logiciels.

Les auteurs font ensuite une réflexion critique sur ce modèle de stage, nous en extrayons les citations suivantes :

- *"Un tel stage non seulement apportera à l'enseignant une aide immédiate dans son travail, mais sera aussi pour lui l'occasion de réfléchir en groupe aux questions de fond : quel enrichissement, quelle ouverture, quels nouveaux schémas a-t-on introduit dans sa stratégie pédagogique ?"*
- *"Nous aurions pu procéder autrement, par exemple commencer par un cours théorique bien construit sur les types de logiciels et en particulier les imagiciels, donner ensuite une suite de consignes très précises pour intégrer le logiciel en fonction des objectifs définis, et conclure par l'exposé d'une leçon modèle". (Cette stratégie est rejetée plus en fonction de convictions personnelles que d'une véritable argumentation).*

---

<sup>10</sup>Ceci est sans doute à rapprocher à la description donnée dans l'annonce 564

A la fin de cette réflexion, ils posent des questions qui sont restées ouvertes à l'issue de ce stage, comme par exemple : "Comment évaluer le stage ?", "La motivation, l'expérience des participants est-elle déterminante ?", "D'où viennent les inégalités de réussite que nous avons ressenties ?", "Que proposer au niveau de la formation initiale ?".

L'ensemble de cette réflexion critique met en évidence, nous semble-t-il, le fait que :

D'une part, il y a prise de conscience chez les formateurs qu'une formation consistant à faire un discours magistral et à ensuite faire faire aux stagiaires des préparations de séquences d'enseignement, n'est pas suffisante pour une intégration satisfaisante de l'outil informatique dans l'enseignement et qu'une trop grande part du travail serait ainsi laissée à la charge du stagiaire.

D'autre part, on voit bien que la formation à cette époque faisait ces premiers pas. Ceci s'est traduit par une certaine naïveté qui émane des objectifs et des attentes des formateurs sur les possibilités effectives de gestion des situations EAO créés par les stagiaires : on présente des logiciels aux stagiaires, on les laisse préparer seul ou par petits groupes des séquences intégrant un logiciel de leur choix, puis on anime une discussion générale. On espère ainsi aboutir à ce que l'enseignant puisse développer, à l'issue du stage, une réflexion de "fond" sur les questions de l'intégration des logiciels dans son enseignement.

Nous repérons également dans ce discours l'idée qu'il suffit de présenter des logiciels et de mettre le stagiaire en situation de création de séquences pour permettre une discussion approfondie et fournir une aide immédiate à l'intégration. Nous retrouvons ainsi ici (avec justification) la structuration "standard" que nous avons déjà repérée à propos des annonces de stages, notamment l'annonce 564 qui semble tout à fait conforme à ce modèle (même si ce n'était pas clairement explicite). Ceci est sans doute pour partie lié à une sous estimation, dans ces débuts, des difficultés d'intégration d'un nouvel outil dans la pratique de l'enseignement des mathématiques.

On voit également, déjà à cette époque, formulées des questions qui interpellent jusqu'à présent la formation : Quelle évaluation ? Quel profil de stagiaire pour quel modèle de stage ? Quel est le rôle de la formation initiale ? etc...

En sautant en 1992, tout en restant avec l'équipe du CREEM, nous extrayons d'un article (*Monnet & Paquelier, 92*), rendant compte de la réflexion qui a accompagné la conception et l'élaboration des logiciels cités ci-dessus, la citation suivante qui témoigne indéniablement d'une évolution certaine concernant l'objet "situation" dans les pratiques de formation :

*"(...) poser sur la question de l'utilisation de l'imagiciel le regard de l'auteur ; c'est-à-dire envisager les pratiques potentielles et fournir aux utilisateurs, non pas un recueil d'exemples ou un schéma d'action mais un cadre de réflexion qui permette de donner du sens à ce qui va effectivement se passer. Schématiquement nous pourrions dire que nous ne cherchons ni à*

*décrire ce qui se passe, ni à transmettre ce qui doit se passer, mais à expliciter ce qui pourrait se passer, ou plutôt ce qui permettra de mettre en place et de comprendre ce qui va se passer".*

En effet, les auteurs nous révèlent dans leur article que la formation aux UPO devrait être actuellement dans une phase intermédiaire où on ne cherche plus à décrire une situation EAO et on ne cherche pas encore à la transmettre, mais plutôt où on fournit au stagiaire des éléments d'analyse a priori de la situation, pour lui permettre de faire une improvisation contrôlée dans sa classe, improvisation effectivement présente dans les situations familières papier-crayon. Nous retrouvons là une position proche de celle que nous défendons dans cette thèse et nous reviendrons sur l'analyse de ce propos dans la Typologie synthétique que nous présenterons dans la partie suivante.

En restant toujours en 1992 mais en nous tournant vers le stage assuré par l'IREM de Montpellier, nous trouvons une autre facette de l'évolution de la réflexion (et de la recherche dans le cadre des IREMs) sur les UPO. De l'introduction du compte-rendu de ce stage, nous extrayons ce qui suit :

*"L'intention des animateurs de ce stage n'était pas uniquement d'apprendre aux stagiaires la manipulation de quelques logiciels de géométrie utilisables dès le collège. Dans le cadre d'un IREM, l'approche nous semble devoir être différente. L'objectif lié à une recherche sur l'enseignement des mathématiques, doit être orienté sur les apports éventuels de l'intégration de tels logiciels dans une classe. Cela implique, en particulier, d'informer les stagiaires sur les résultats des recherches en didactique des mathématiques qui ont été menées sur ce thème.*

*En effet, si l'objectif d'un tel stage est d'amener les enseignants à intégrer effectivement des logiciels dans leur enseignement, il ne suffit pas qu'ils acquièrent une certaine maîtrise de ces logiciels. Il est également nécessaire que les enseignants prennent conscience des problèmes soulevés par cette intégration avant qu'ils commencent effectivement une expérience pédagogique. C'est une condition nécessaire au succès de cette dernière.*

*C'est pourquoi, après avoir consacré les deux premières journées du stage à la familiarisation avec deux logiciels choisis pour leur convivialité (Cabri-géomètre & Calques géométriques), nous avons tenu à réserver la troisième journée à une prise de conscience de la modification des processus d'enseignement en environnement informatique et des difficultés de leur gestion pour l'enseignant".*

Cette introduction nous semble tout à fait significative de l'articulation qui se fait jour dans certains IREMs entre la recherche en didactique des mathématiques et la formation des enseignants.

L'évolution peut se manifester aussi à travers les descriptions proposées des logiciels à l'occasion de stages de formation : de la description très proche du mode d'emploi de l'outil, on passe ainsi à la description intégrant une réflexion sur les potentialités de l'outil ou des résultats de recherches

conduites avec cet outil. C'est le cas par exemple des présentations de logiciels faites dans le document CAFIP-DOUAI et aussi parfois dans les documents CREEM-DLC.

Tout ceci témoigne donc d'une évolution certaine de la réflexion et de la recherche autour des UPO. On est actuellement à un stade de maturation où l'on commence à interroger la formation et où l'on essaye de trouver des solutions et des réponses à certaines des questions qui sont restées longtemps ouvertes, essentiellement la suivante : Quels outils donner au stagiaire pour l'amener à intégrer effectivement des logiciels dans son enseignement ?

L'évolution n'est cependant pas également visible dans tous les documents. Si l'on considère par exemple la brochure DLC collège, qui contient par ailleurs des informations très utiles (listes de logiciels commercialisés, listes des formateurs académiques,...), les parties introductives se limitent à un avant-propos d'une page qui présente surtout l'action de la DLC, à deux pages résumant les contextes d'utilisation possible de l'ordinateur (en tableau interactif, en ordinateur ressource, ..) et à une description externe, en quelques lignes, des logiciels commercialisés.

De plus, il reste encore des étapes importantes à franchir puisque, comme nous l'avons déjà dit, des questions portant, par exemple, sur l'évaluation des formations, sur le suivi des stagiaires ainsi que sur l'adaptation des formations aux attentes et motivations des stagiaires, nous semblent toujours ouvertes.

**b.2** Nous avons donc, à travers ce qui précède, mis en évidence une évolution manifeste au niveau de la réflexion. Cette évolution se traduit-elle au niveau de la présentation des situations qui, comme nous l'avons dit, constitue l'élément central des documents analysés ? et si oui comment ? Compte tenu de ce que nous avons écrit au début du paragraphe (b) sur les impressions laissées par un premier contact avec les documents, on peut d'ores et déjà s'attendre à un certain décalage entre l'évolution des discours introductifs et celle des présentations des situations.

C'est ce que nous allons essayer de cerner à travers des schémas de présentation tirés des cinq documents cités ci-dessus<sup>11</sup>, tout en mettant en évidence les phénomènes de stabilité et ceux de variabilité que nous avons pu y repérer.

---

<sup>11</sup>Le lecteur trouvera dans l'annexe "Documents de formation" des exemples de schémas remplis, tirés des cinq documents.

Notons tout d'abord que nous trouvons dans chacun de ces documents un schéma standard de présentation composé d'une liste de rubriques/questions, et que presque toutes les situations du document sont présentées en suivant ce schéma.

Quand la description se présente sous forme de "fiche-professeur, fiches-élève", nous relevons uniquement le schéma de la fiche-professeur car les fiches-élève, elles, ne sont pas standardisées, elles se présentent comme des fiches d'exercice classiques auxquelles sont rajoutées parfois les instructions nécessaires au fonctionnement du logiciel en rapport avec l'activité proposée.

Dans le document CREEM-IREM (1986), nous trouvons le schéma suivant de présentation correspondant au compte-rendu du stage intitulé : "logiciels-thème repérage : construction d'une séquence d'enseignement autour d'un logiciel".

Logiciel Niveau Prérequis Temps consacré Les phases successives L'objectif du travail Prolongements possibles	<b>Schéma 1</b>
---	-----------------

Les réponses données aux critères du schéma, à propos des séquences préparées au cours du stage, sont très succinctes, la description entière de la séquence tient en une dizaine de lignes.

La présentation faite est très externe, on n'y repère aucune analyse de l'activité de l'élève, ni du rôle de l'enseignant, la partie la plus ample est la description du déroulement de la séquence en terme de description de phases.

Dans le document de CAFIP-DOUAI (1992), on relève le schéma suivant de fiche-professeur, qui est en général suivi par plusieurs fiches-élève sous forme d'exercices alternant l'utilisation des outils "papier-crayon" et l'utilisation du logiciel choisi.

Logiciel Prérequis Objectifs Choix pédagogiques Matériel utilisé Déroulement de la séquence	<b>Schéma 2</b>
--	-----------------

Les réponses qui prennent ici le plus de place sont celles correspondant aux trois rubriques de description : Objectifs, Choix pédagogiques, Déroulement de la séquence.

Dans la brochure DLC (1993), nous relevons le schéma suivant de fiche-professeur, suivi souvent par des fiches-élève.

	<b>Schéma 3</b>
Niveau	
Objectifs	
Matériel	
Logiciel	
Prérequis mathématiques	
Prérequis informatiques	
Type d'activité	
Insertion de la séquence dans le cours	
Organisation et déroulement de la séance	
Durée et organisation de la classe	
Consignes à donner en début de séance	
Documents distribués aux élèves	
Fichiers utilisés	
Déroulement de la séance	
Synthèse	
Apport de l'ordinateur	
Bilan	

La diversité des critères incite à une description plus ample et plus détaillée de la situation.

Dans les document CREEM-DLC (1992), nous trouvons à quelques variantes près le schéma suivant, qui donne une place explicite à l'activité de l'élève.

	<b>Schéma 4</b>
I- Description de la situation et de l'imagiciel	
II- Proposition d'utilisation	
Objectifs	
Prérequis	
Activité élève	
Guide pour la justification (ou la démonstration)	
III- Commentaires	
Sur le déroulement	
Sur l'activité élève	
Sur le rôle de l'imagiciel	

A noter que dans l'introduction de ces documents, les auteurs expliquent les choix qu'ils ont faits pour quelques éléments du schéma en écrivant : "*Nous avons choisi de privilégier l'activité de*

*l'élève et, pour faciliter le travail de l'enseignant (au moins lors d'une première utilisation), nous avons fait pour chaque imagiciel une proposition précise et détaillée d'activité possible dans laquelle il s'insère.*

*Une partie du document appelée "activité élève" est donc photocopiable et prête à être distribuée aux élèves. Dans la plupart des cas, la présentation du problème est la plus ouverte possible de façon à laisser beaucoup d'initiatives aux élèves ; dans ce cas, une aide (ou un questionnement plus détaillé) est prévue dans la partie "guide pour les justifications" que l'enseignant peut soit distribuer aux élèves en bloc, soit "distiller" petit à petit selon les besoins de chacun.*

*La partie "commentaires" nous permet de préciser le déroulement prévu de l'activité, les raisons de telle ou telle question, éventuellement les résultats d'un calcul ou les réponses attendus, et enfin le rôle de l'imagiciel dans l'activité".*

Parmi les schémas relevés, c'est le seul qui soit accompagné d'un mode d'emploi.

Dans la brochure de l'IREM de Montpellier (1992), nous trouvons toujours un schéma de fiche-professeur suivi de fiches-élève.

Logiciel / Fichier Description de l'activité Déroulement de la séance Analyse de chaque partie de la séance	<b>Schéma 5</b>
--	-----------------

Rappelons que les auteurs, dans l'introduction de cette brochure, précisent leur objectif qui est d'articuler la formation avec les résultats de recherches en didactique des mathématiques portant sur l'EAO.

Un premier regard sur ces cinq schémas, semble révéler la ressemblance entre les quatre premiers, on y trouve nombre de critères qui reviennent (objectifs, prérequis, déroulement de la séquence, ...). Cette ressemblance incite à penser que ces schémas se calquent tous sur un modèle "standard" de présentation de situations dont les grandes lignes commencent à prendre forme à partir du schéma 1. Nous pouvons noter l'existence d'un certain invariant du modèle : une structure dont les pôles essentiels sont, les objectifs et choix de l'enseignant et la description du déroulement de la séquence. Cependant, en regardant de plus près les schémas ainsi qu'en lisant quelques exemples de remplissage de ces schémas, nous pouvons souligner une évolution certaine de ce modèle. Cette évolution est sensible à deux niveaux :

### 1) L'évolution de la structure

Nous repérons une évolution vers une structure à ramifications, visant sans doute à fournir à l'enseignant le plus de détails possibles, et à ne pas laisser caché des éléments de la présentation jugés importants, par exemple : insertion de la séquence dans le cours, durée et organisation de la classe, ..., ceci est par exemple apparent dans les différences entre le schéma 1 et le schéma 3.

Nous repérons également une évolution vers une restructuration, par exemple dans le schéma 4, du mode linéaire dominant dans les schémas 1, 2 & 3. Cette restructuration nous semble avoir pour objectif de mettre l'accent sur l'existence de deux dimensions de présentation, la préparation proprement dite et l'analyse, sous forme de commentaires, de cette préparation, à laquelle s'ajoute la place plus grande ouverte à l'activité de l'élève.

### 2) L'évolution des modes de remplissage

Nous attestons d'une évolution des modes de remplissage qui s'éloignent parfois d'une description superficielle ou externe pour arriver à une description qui s'oriente de plus en plus vers une première analyse des situations construites. Cette évolution est essentiellement sensible au niveau de la description du déroulement de la séquence, où l'on sort d'une description comme : "première phase, sur machine l'élève joue librement" (schéma 1), et où l'on va vers des descriptions plus détaillées visant à montrer et à exploiter les potentialités du logiciel. Ceci est sans doute, au moins partiellement, lié à l'évolution des logiciels vers le côté outil (logiciels ouverts), où le contenu de la situation n'est pas défini a priori et où la construction de la séance (contenu et organisation) est entièrement à la charge de l'enseignant.

Le schéma 5 se démarque du modèle précédent surtout par sa structure qui met plus l'accent sur l'analyse de chaque partie de la séance. Les critères qui étaient mis en évidence dans les autres schémas : objectifs, choix, prérequis, ..., sont laissés ici à la charge de l'enseignant. Nous touchons par là, nous semble-t-il, au questionnement didactique sous-jacent à ce schéma qui privilégie une analyse didactique interne au détriment de critères d'analyse externe qui font partie des compétences usuelles de l'enseignant. Mais il est difficile de se prononcer à la vue des seules rubriques, sans faire intervenir des réalisations effectives.

De fait, dans les modèles de remplissage de ce schéma, nous ne trouvons pas une analyse interne aussi détaillée que nous ne l'aurions supposé. Ceci peut être dû, d'une part, au fait que même si les formateurs essaient de transmettre à leur public une certaine familiarité didactique leur permettant d'accéder à un niveau d'analyse plus interne qu'externe, le temps de la formation (3 jours) ne permettait pas une transmission satisfaisante de cette sensibilisation ni son intériorisation et sa mise en oeuvre. Ceci est sans doute aussi lié au fait qu'une analyse didactique de situations "en formation", efficaces et réutilisables par l'enseignant, est nécessairement un compromis entre

les formes usuelles de présentation essentiellement descriptives et celles de la recherche (ce qui laisse le chercheur, qui a d'autres habitudes et d'autres références, insatisfait).

## II- TYPOLOGIE DES DYADES : (FORMATEURS ; CONTENUS/PRATIQUES DE FORMATION)

### I.1 Introduction

Dans cette partie nous présentons notre essai de synthétiser les informations recueillies au cours d'échanges avec quelques formateurs tout en nous appuyant sur les données et les résultats de l'étude bibliographique précédente.

Pour faire cette synthèse, il nous a semblé intéressant de suivre une démarche analogue à celle déjà utilisée pour l'étude du pôle "enseignants stagiaires", une démarche classificatrice.

Toutefois, nous n'avons pas élaboré (puis croisé) deux classifications séparées, une concernant le pôle "formateur" et une autre le pôle "contenus/pratiques de formation", car nous avons relevé une forte dépendance entre ces deux pôles dans le système actuel de formation aux UPO en mathématiques.

En effet, les contenus de formation aux UPO sont encore fortement personnalisés et peu décontextualisés. Ceci est dû, nous semble-t-il, au fait que les savoirs dans ce domaine ne sont pas, pour l'instant, des savoirs institutionnalisés. On peut envisager pour ce phénomène diverses explications. Nous en retiendrons deux non indépendantes relevant de l'organisation des formations et du statut des formateurs.

Ce que nous allons avancer ci-après à propos de ces deux critères montrerait la non-existence d'une structure où les qualifications des formateurs soient assurées et légitimées de façon externe au système de formation, où les savoirs soient clairement institutionnalisés, et où des contrôles clairs s'exercent sur les contenus de formation.

#### *a- Le statut des formateurs*

Les formateurs aux UPO sont en général des enseignants ayant acquis une certaine compétence "reconnue" dans le domaine des UPO. Mais quelle est la formation d'un tel formateur, et à partir de quels degrés de compétence et d'expertise, un enseignant est-il jugé (et par qui ?) apte à former d'autres enseignants aux UPO ?

Nos discussions avec certains enseignants formateurs nous laissent penser que la réponse à cette question est très variable, parfois arbitraire : enseignant ayant suivi "un stage lourd"<sup>12</sup> en informatique, auteur(s) d'un logiciel reconnu intéressant pour l'enseignement, enseignant ayant suivi plusieurs formations aux UPO et étant "connu" pour avoir réussi l'intégration régulière des outils informatiques dans son enseignement, etc...

La donnée qui nous paraît la plus évidente, à ce sujet, est qu'un enseignant pratiquant l'EAO devient formateur aux UPO par cooptation, et qu'il n'y a pas institutionnellement, dans ce domaine, une formation formelle au métier de formateur.

#### *b- L'organisation des formations*

Au sein de chaque académie, les stages assurés subissent les lois de l'offre et de la demande :

Des enseignants formateurs proposent (pour l'année à venir), dans le cadre de la MAFPEN, des stages ayant des contenus qu'ils ont eux-mêmes élaborés, seuls ou en équipes. Ces stages sont soumis à l'approbation des commissions spécialisées avant d'être publiés dans le PAF de l'académie correspondante. Une fois publiés (dans les B.O. pour les stages nationaux), les stages sont retenus ou annulés en fonction de l'importance de la demande des enseignants.

Ce cheminement d'un stage à partir de sa conception par un formateur, ou une équipe de formateurs, jusqu'à la réalisation effective sur le terrain nous conduit à nous interroger sur les modes de contrôle et d'évaluation des contenus des stages.

Les rapports de stages auxquels nous avons eu accès ne rendent pas compte d'une évaluation, au moins écrite, de ces stages. Les informations que nous avons pu avoir montrent qu'une réponse à cette interrogation est encore vague : contrôle institutionnel (I.P.R.), contrôle de la formation nationale de formateurs par le bureau DITEN B2<sup>13</sup> du Ministère de l'Education Nationale, contrôle

<sup>12</sup>Nous citons à ce propos G.L. Baron qui a étudié, dans sa thèse (*Baron, 89*), le cas de ces "formés lourds" qui ont joué un rôle important dans les différentes formations à l'informatique dans l'enseignement : "(...), un système cohérent de formation continue approfondie à l'informatique pour les enseignants de second degré est mis en place à partir de 1970. L'hypothèse explicite est qu'une fois formés, ces professeurs sauront spontanément tirer le meilleur parti pédagogique de leur formation, pourvu qu'ils aient les moyens de mener une recherche à laquelle ils n'ont d'ailleurs pas été particulièrement préparés par leur stage de formation. Un des effets le plus notables de cette politique de formation sera de créer un noyau d'acteurs ayant une compétence réelle en informatique, et de permettre le développement d'une informatique pédagogique.

(...) Les opérations de développement ont nécessité des cadres qui, en l'absence de compétences suffisantes parmi le personnel traditionnel d'encadrement, ont été recrutés parmi les plus anciens "formés lourds" : soit au niveau national (dans les différentes structures qui se sont mises en place après 1981), soit au niveau régional, les différents recteurs d'académies s'entourant de "cellules informatiques". Ensuite, un nombre non négligeable de professeurs ont été recrutés comme formateur (d'abord nationaux, puis académiques), et ont, au début au moins, bénéficié de décharges complètes d'enseignement pour former leurs collègues dans les stages de formation d'utilisateurs (de l'informatique). Ils ont ainsi eu accès à des fonctions de formation d'adultes tout en acquérant un statut d'expert en informatique".

<sup>13</sup>Bureau des Technologies Nouvelles pour l'Enseignement, anciennement DLC 15.

des stages IREM par les responsables des IREMs, autocontrôle et autoévaluation des formateurs eux mêmes, avis des stagiaires, etc...

Nous nous retrouvons donc dans un état relativement confus, reflet de l'absence de maturité du domaine (flou artisanal), tout à fait explicable dans un domaine (UPO) encore relativement nouveau dans l'enseignement et plus encore dans la formation. Cela ne signifie pas pour autant qu'une institutionnalisation et un contrôle aboutissant à des normes perfectibles, seraient la réponse aux constats que nous venons de faire.

Cet état de fait implique donc la dépendance "intime" entre les formateurs et les contenus/pratiques de formation qu'ils assurent. Le formateur met, en général, en oeuvre un contenu dont il se sent pleinement le concepteur (même s'il a subi des influences externes, par exemple, dans le cadre d'un travail en équipe), alors que, rappelons-le, dans le système d'enseignement, l'enseignant transmet un savoir dont il n'est pas le concepteur. Il procède ainsi à une propre légitimation du savoir qu'il transmet, d'autant plus que, comme nous venons de le voir, la légitimation externe n'existe pratiquement pas.

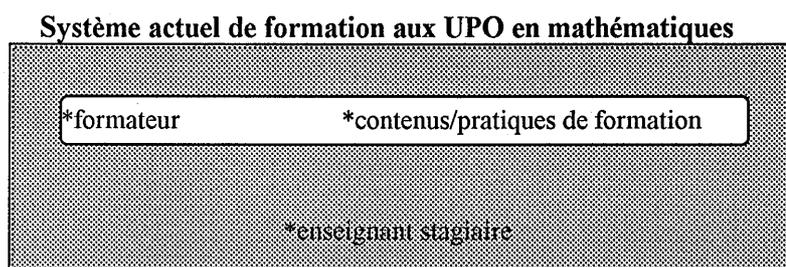
Nous retenons également une contrainte liée aux représentations du formateur à propos de son action : un enseignant formateur aux UPO est supposé avoir réussi à intégrer l'outil informatique dans son propre enseignement et être convaincu de son utilité. Il lui revient de transmettre cette conviction et un certain niveau de compétences à son public stagiaire.

De plus, vu l'arbitraire qui domine dans les procédures d'accès au statut de formateur, la position d'un tel enseignant n'est pas assurée dans le système de formation, sa légitimité en est fragilisée. Il est d'autant plus soumis à la contrainte "institutio-consumériste" : satisfaire les personnes qui l'ont chargé d'assurer la formation et donner satisfaction aux consommateurs présumés de ses produits (les enseignants stagiaires), qu'il doit gérer pour assurer sa survie dans le système.

Ces contraintes vont avoir des répercussions évidentes sur la nature des formations assurées. En effet, plus les problèmes d'intégration effective de l'outil informatique dans l'enseignement sont mis en évidence, plus le formateur rencontre des résistances, et plus, puisqu'il a lui-même réussi à surmonter ces difficultés dans son propre enseignement, il est tenté d'adopter une position militante où la formation qu'il assure est plus liée à ses propres pratiques (réussies) d'enseignant dans ce domaine ; et plus il adopte une position militante, moins il est capable de la distanciation par rapport à ces propres pratiques, nécessaire pour une formation efficace. Nous assistons ainsi à un

phénomène de cercle vicieux où peuvent s'auto-renforcer certaines pratiques de formation, même si elles se révèlent peu adaptées.

La réunion de tous ces facteurs nous a conduite à amalgamer les deux pôles, formateur & pratique/contenu de formation, en un seul dans notre représentation du système actuel de formation aux UPO en mathématiques.



Tenant compte de ces différents facteurs, nous avons essayé de dégager le côté opérationnel des données factuelles, que nous avons collectées à travers l'étude bibliographique précédente et des témoignages de formateurs aux UPO, en procédant à une typologie des dyades (formateurs ; contenus/pratiques de formation).

## II.2 Des stratégies de formation

Avant de présenter notre typologie, nous préférons nous arrêter sur une thèse en didactique des mathématiques qui a été soutenue et publiée récemment, celle d'A. Kuzniak (*Kuzniak, 94*). Ce travail de thèse porte sur : "Les stratégies de formation en mathématiques utilisées par les formateurs de maîtres du premier degré".

Même si cette recherche concerne un domaine de formation relativement éloigné de celui que nous sommes en train d'étudier, il s'est avéré qu'elle croise à plusieurs reprises la classification que nous-même avons élaborée. C'est pourquoi nous allons présenter d'abord les grandes lignes de cette recherche pour passer ensuite à notre propre typologie, en essayant de mettre en évidence le croisement ou l'articulation des deux travaux.

Dans sa thèse, A. Kuzniak essaye de clarifier les stratégies de professionnalisation, mises en oeuvre pour former en mathématiques les maîtres du premier degré, en les regroupant en trois grandes

familles. A cet effet, on peut lire ce qui suit dans la conclusion de sa thèse : *"Nous pensons être parvenu à regrouper l'ensemble des prises de décision des formateurs que nous avons pu percevoir en quelques grandes familles de stratégies. Pour cela, nous avons recherché les priorités apparentes dans certains choix de formation."* Ces trois grandes familles sont :

1- *"Les stratégies basées sur la monstration. Les savoirs pédagogiques et la manière d'enseigner sont considérés comme montrables. Nous avons distingué deux types de stratégies dans cette famille :*

*Le premier privilégie l'observation en classe comme mode de formation.(...) "Il initie graduellement le formé en lui donnant à observer les éléments constitutifs du milieu où il va exercer. Ce mode de formation par petites touches est susceptible de s'intégrer dans d'autres stratégies qu'il contribue alors à illustrer."*

*"Le second type a une portée plus globale et constitue la forme la plus homogène des stratégies de monstrations. Cette fois, la formation résulte des interactions entre observation et action.*

*Deux modes de fonctionnement différents existent : Un mode artisanal où la formation est assurée par un conseiller pédagogique ou par celui-ci et un professeur. Cette forme dépend étroitement du modèle en acte fourni par le conseiller pédagogique. Un mode technologique qui va découper le savoir lié à la profession d'enseignant en tranches observables et susceptibles d'apprentissages spécifiques. Le modèle sous-jacent est moins apparent pour le formé. Il apparaît dématérialisé et il réduit au savoir-faire d'un maître idéal."*

En ce qui concerne la formation aux UPO, nous pouvons retenir une stratégie de monstration à mode artisanal, où le formateur montre son savoir-faire en montrant des situations d'enseignement EAO tirées de sa propre pratique d'enseignant.

2- *"Les stratégies basées sur l'homologie. Ces stratégies originales reposent sur l'homologie des structures supposées entre la formation des maîtres et la formation des élèves. Les formateurs qui suivent ces stratégies cherchent à assurer une cohérence entre leurs conceptions de l'enseignement et la pratique d'enseignant."*

*"Le formateur bâtit des séances de formation pour ses étudiants qui placent ces derniers dans un rapport au savoir mathématique proche de celui qu'ils devront mettre en place avec leurs futurs élèves, une fois devenus enseignants. Nous avons été conduit à distinguer deux types d'homologie. Dans le premier, les formateurs proposent à leurs étudiants des situations pratiquement semblables à celles données aux enfants. Dans un deuxième type, les situations sont plus complexes et ne peuvent pas être réutilisées directement par les étudiants dans leurs futures classes."*

*"Ces stratégies privilégient la transformation des pratiques par la mise en action des formés, sans nécessairement faire prendre le temps de la réflexion."*

Il nous semble que les stratégies basées sur l'homologie sont parmi les stratégies de formation aux UPO les plus courantes : on fait très souvent vivre aux stagiaires, totalement ou partiellement, les situations que l'on aimerait les voir intégrer dans leur enseignement ; sans doute parce que l'on estime ce type de prise de contact avec les situations nécessaire à leur compréhension et à leur intégration future (cf. typologie).

3- *"Les stratégies de transposition. Il s'agit des stratégies qui prennent appui sur des savoirs de référence bien précis qu'elles se proposent de transmettre. Faute d'une définition adéquate et stable de ces savoirs, ces stratégies n'avaient plus rien d'évident et de naturel."*

*"Les professeurs doivent donc effectuer une transposition de savoirs en évolution. Il est important de préciser qu'ils ont conscience de faire un travail d'adaptation pour enseigner un savoir en devenir. (...) Le formateur doit faire des choix et même définir son propre savoir de référence."*

A. Kuzniak distingue deux niveaux de transposition : *"Le premier correspond à la transposition didactique ordinaire et concerne la transmission, aux étudiants, du savoir de référence choisi. La deuxième transposition est celle opérée par les étudiants lorsqu'ils deviennent à leur tour enseignants de mathématiques pour les élèves de primaire. les stratégies de transposition se proposent de définir la première transposition et de contrôler la seconde."*

Il nous semble que les stratégies de transposition sont pratiquement inexistantes dans la formation aux UPO, ceci, comme nous l'avons déjà expliqué, étant lié au fait qu'il y a encore peu de savoirs de référence explicites et reconnus dans le domaine de l'EAO.

En revanche, nous pensons que, pour les trois familles de stratégies, l'enseignant formé doit opérer, quand il revient dans sa classe, une transposition du "savoir" qu'il a "acquis" au cours de la formation. Cette transposition est, dans l'état actuel des choses, complètement à la charge de l'enseignant.

### **II.3 typologie des dyades (formateurs ; contenus/pratiques de formation)**

Notre typologie<sup>14</sup> dépend en premier lieu des valeurs prises par la variable suivante :

---

<sup>14</sup>Nous excluons de notre typologie les stages de formation à l'informatique comme discipline scolaire, ainsi que ceux de formation à l'utilisation de logiciels "généraux" non destinés directement à l'enseignement des mathématiques : tableurs, traitement de textes, bases de données, etc...

La capacité du formateur à dépersonnaliser les situations qu'il propose avec les logiciels qu'il utilise (surtout s'il a participé à la création de certains d'entre eux).

En effet, un formateur en UPO se base essentiellement (comme nous venons de le voir dans l'introduction précédente) sur des situations d'enseignement qu'il a lui-même construites, ou qui lui ont été transmises par des collègues et qu'il a transposé pour les utiliser dans sa classe. Il a transformé et amélioré ces situations au fil des utilisations. Pour exploiter ces situations dans la formation qu'il assure, il peut avoir trois niveaux d'approche :

Niveau 0 : Il peut penser qu'en présentant ces situations et en les présentant au cours de la formation (sans rentrer dans les détails de leur construction), il permettra au stagiaire de s'en emparer pour les utiliser dans son enseignement.

Niveau 1 : Il peut être conscient de la non-transparence de ces situations et alors essayer d'expliquer comment il les a construites, quelles sont les conditions nécessaires à un bon déroulement et les variantes envisageables pour s'adapter à des contextes différents.

Niveau 2 : Il peut construire (ou reconstruire) avec les stagiaires des situations et expliciter à chaque étape les questions que le stagiaire doit se poser pour les adapter à son propre enseignement. Ceci demande au formateur un travail d'analyse a priori l'obligeant à transformer ses expertises en des savoirs explicites. Or un formateur, dans ses pratiques usuelles d'enseignant, accède rarement à ce niveau d'analyse. C'est pourquoi nous pensons que ce type d'activité suppose, en plus d'une expertise professionnelle importante en EAO, une coloration didactique positive (cf. partie B, chp.2).

Les deux premiers niveaux vont être articulés autour de stratégies d'homologie et de monstration, alors que le troisième pourrait se servir des deux stratégies précédentes mais y ajoute, de façon nécessaire, une stratégie de formation par transposition.

En effet la stratégie la plus utilisée dans le système actuel de formation aux UPO est la stratégie basée sur l'homologie. Ceci est, en premier lieu, le résultat de la nouveauté de ce domaine dans l'enseignement. On pourrait alors penser que tant que l'enseignant n'a pas vécu une situation d'EAO, il n'arrivera pas à l'analyser et à l'intégrer dans son enseignement. Il faut distinguer ici deux types d'homologie:

- L'homologie qui vise à faire uniquement vivre la situation. Ce type d'homologie est caractéristique du "niveau 0" de dépersonnalisation.
- L'homologie qui vise à rentrer dans la situation pour ensuite effectuer une distanciation permettant l'analyse de cette situation. On retrouve ce type d'homologie dans les "niveaux 1 & 2" de dépersonnalisation.

Les stratégies d'homologie sont général accompagnées (précédées ou suivies) par des stratégies de monstration. En effet, ces dernières stratégies font partie des traditions de fonctionnement par "imitation" du système de formation continue des enseignants. Elles correspondent donc parfaitement aux attentes (cf. chapitre précédent) des stagiaires qui sont habitués à ce fonctionnement.

Les stratégies de transposition correspondent uniquement au "niveau 2" de dépersonnalisation et sont, elles, très rares. Ceci est dû, comme nous l'avons déjà dit, d'une part au fait que le savoir dans ce domaine n'est pas encore institutionnalisé, et d'autre part au fait qu'elles demandent un niveau de réflexion et de maîtrise didactique que les formateurs ont rarement eu les possibilités ou les occasions de développer, et qui de plus ne font pas actuellement partie des critères de recrutement des formateurs.

Tenant compte de ce qui précède, nous allons essayer, à travers les différents niveaux de "dépersonnalisation", de distinguer trois grands types des dyades (formateurs ; contenus/pratiques de formation) :

- la formation par "présentation" qui correspond au "niveau 0", type P,
- la formation par "intégration" qui correspond au "niveau 1", type I,
- la formation par "génération" qui correspond au "niveau 2", type G.

*Type P : Formation consistant à présenter des logiciels éducatifs et des situations construites avec ces logiciels*

L'objectif essentiel d'une telle formation est de présenter ou montrer un nombre de logiciels assez variés et des situations d'enseignement possibles avec ces logiciels, situations assez riches en apport des outils informatiques par rapport à un enseignement papier-crayon.

Le formateur adopte, pour une situation, un début de stratégie d'homologie (faire vivre la situation) suivi d'une description (comment on doit faire dans sa classe) de la situation. Il distribue une fiche synthétique (fiche-enseignant) où les "points essentiels" pour le déroulement de la séance sont mis en évidence ; cette fiche est en général accompagnée de fiches-élève et d'une notice sur le fonctionnement du logiciel correspondant (ou au moins les caractéristiques de ce fonctionnement qui sont utiles dans la situation considérée).

Ce type de formation vit sur le principe de fournir au formé un vivier de situations diverses et riches où il pourra puiser pour préparer son propre enseignement EAO. Les croyances sous-jacentes à ce type de pratiques peuvent être les suivantes :

- Le formateur estime que la présentation (plus ou moins détaillée), en stage, d'une situation permet au stagiaire de "reproduire" la situation s'il respecte toutes les conditions données (produit fini livré avec son mode d'emploi). Il estime qu'il n'est pas nécessaire que le stagiaire rentre dans l'historique de la genèse de la situation et dans toutes les contraintes et difficultés qui l'ont accompagnée. C'est au formateur de lui épargner ce travail en lui délivrant l'essentiel.

Il pense que, puisque lui (n'oublions pas qu'il est expert EAO) arrive à s'approprier et à réaliser une situation qu'on lui présente, un stagiaire pourrait lui aussi, au terme de la formation, s'approprier les situations qu'on lui a présentées.

- Le formateur est conscient que le stagiaire risque de ne pas arriver à "reproduire" la situation dans sa classe, mais il ne connaît pas ou ne maîtrise pas le savoir qui lui permettrait de faire autrement. Continuer à assurer ce type de formation, lui permet d'avoir une relation formateur-formé raisonnable et de gérer la contrainte de la durée très limitée des stages, en plus des contraintes de survie dans le système (évoquées plus haut), qui ne lui permettent pas de "s'aventurer" dans un contenu/pratique qu'il maîtrise mal.

Il espère donc que l'enseignant fera après la formation une adaptation à son propre enseignement des modèles donnés au cours de la formation en essayant de se débrouiller à travers ses propres expertises d'enseignant.

Ce type de formation est celui qui nous semble le plus pratiqué actuellement. Ceci est favorisé d'une part, par l'illusion de la transparence de l'EAO qui continue à survivre, comme nous l'avons vu dans les chapitres précédents, dans le milieu enseignant, et d'autre part, par l'accroissement au fil des formations des enseignants stagiaires qui viennent à la recherche de nouvelles situations (catégorie des Experts dans la catégorisation du public des stages, cf. chapitre précédent).

*Type I : Formation consistant à expliquer au stagiaire comment réussir l'intégration des situations EAO à un enseignement papier-crayon usuel.*

L'objectif d'une telle formation est de partir de situations usuelles papier-crayon et de montrer avec des logiciels adaptés des situations EAO susceptibles de s'intégrer à l'enseignement. Le nombre des logiciels utilisés n'est pas grand. Les cas présentés visent à ne pas être loin du vécu quotidien de l'enseignant.

Le souci essentiel du formateur est d'assurer une certaine continuité avec les pratiques usuelles de l'enseignant, et de mettre en évidence les apports de l'outil informatique aux situations de l'enseignement papier-crayon.

Les stratégies utilisées dans ce type de formation sont relativement voisines (homologie + monstration) de celles du type P précédent. Le formateur montre des situations, fait vivre des situations ou guide directement les stagiaires dans la proposition de situations. Il explique l'intérêt par rapport à un enseignement papier-crayon et explique comment, à partir de tel ou tel logiciel, on peut en construire d'autres.

Il nous semble que ce type de formation, même s'il correspond à un premier niveau de dépersonnalisation, ne passe pas directement par l'analyse détaillée (style didactique) des situations présentées ou construites au cours de la formation. Il passe plutôt par une interrogation sur l'intégration des situations EAO à l'enseignement usuel papier-crayon.

Même si nous avons rencontré ce type de formation au cours de notre enquête, il nous semble qu'il est très peu pratiqué dans le milieu des formateurs.

*Type G : Formation consistant à générer avec les stagiaires des situations en leur apprenant comment généraliser les modes de construction de ces situations*

L'objectif d'une telle formation est de sensibiliser (dans une certaine limite) les stagiaires au saut indispensable à effectuer par rapport à leurs pratiques usuelles pour pouvoir réussir l'intégration de l'outil informatique à leur enseignement. Le nombre de logiciels utilisés peut être très réduit.

Les situations montrées et manipulées dans ce type de formation sont en fait, à la différence de celles des deux types précédents, non pas des situations particulières mais des familles de situations générées par un ensemble de variables que le formateur essaye de mettre en évidence.

Ce type de formation se base sur des constructions détaillées de séquences d'enseignement.

Le formateur, ayant déjà fait un travail de réflexion (et de distanciation) sur ses propres pratiques, essaye de transmettre ses connaissances à son public.

Il privilégie, moyennant une stratégie de transposition, le travail de fond sur un nombre limité de situations et de logiciels, à la démonstration de plusieurs variétés. Un certain engagement didactique ainsi qu'une conviction de la non-transparence de l'outil informatique atténuée chez lui l'angoisse (liée essentiellement à la contrainte "institutio-consumériste") que pourraient ressentir les formateurs des deux types précédents en procédant de la même manière.

Ce type de formation n'existe actuellement que dans des cas très isolés rattachés à des ingénieries didactiques de recherches en cours.

La réussite de ce type de formation n'est pas assurée. Elle nécessite un saut qualitatif important dans les pratiques traditionnelles de formation. Ce saut dépend fortement de la disposition des stagiaires à accepter une telle déstabilisation de leurs normes, surtout que le temps court de la formation ne permet pas, généralement, une rééquilibration sécurisante.

De ce fait, nous supposons, qu'au delà de la formation aux UPO, ce type de formation nécessite une formation générale des stagiaires de la formation continue. Nous espérons que la formation initiale, actuellement assurée dans les IUFMs, contribuera à cette formation générale, qui conduira, peut être, à un changement des coutumes de formation continue fortement ancrées dans le système éducatif en général.

#### II.4 Conclusion

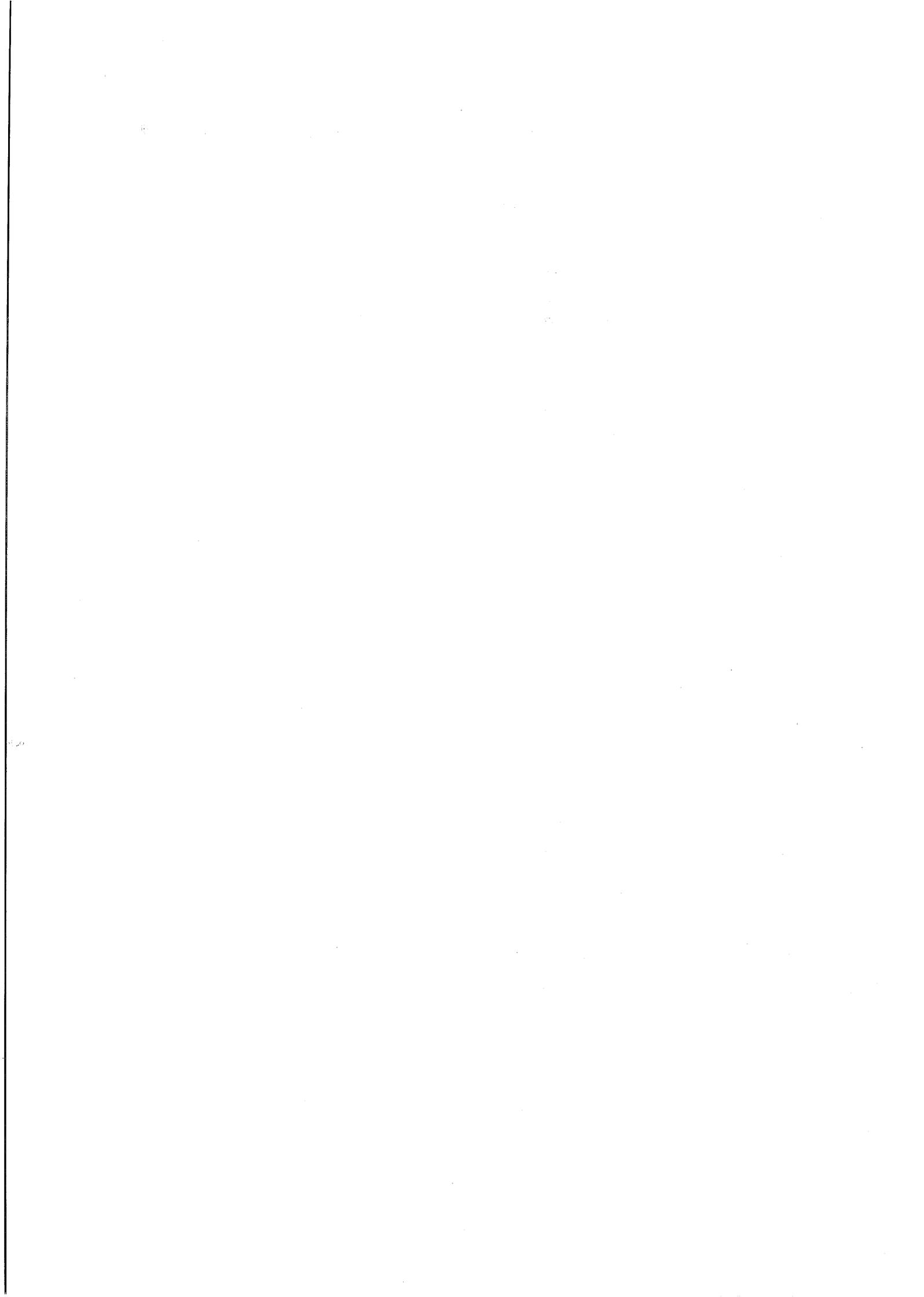
Même si la typologie que nous venons de présenter nous paraît rendre compte des tendances actuelles de la formation aux UPO, les trois types ne sont pas, en réalité, aussi tranchés. Soulignons, à cet effet, deux cas auxquels on pourrait assister et qui sont liés à l'évolution de la réflexion sur la formation aux UPO au sein de la communauté des formateurs à travers, par exemple, au niveau national, les stages nationaux de formation de formateurs et au niveau académique, les Centres Académiques de Ressources et de Formation en Informatique : CARFI. Ces deux phénomènes sont :

- a) La formation assurée, peut être fondée sur un couplage des deux premiers types (voire même des trois types, si le temps de la formation le permet) que nous avons distingués dans notre typologie. Par exemple, le formateur peut commencer, dans un premier temps, par une formation de type "présentation" pour passer dans un deuxième temps à une autre de type "intégration", ou bien alterner les deux types de formation.
- b) La formation proposée peut s'adresser à un public ayant un profil homogène et une demande précise de la formation. Ce type de formation cible a priori un public bien défini.

Nous assistons également à des phénomènes d'adaptation de la formation aux demandes des stagiaires, comme cela se passe actuellement, par exemple, dans les formations sur site. Le formateur assure la formation dans un établissement suite à une demande explicite des enseignants de cet établissement uniquement, ou d'un regroupement des enseignants de plusieurs établissements avoisinants.

Pour terminer, nous voudrions préciser que nous avons bâti la typologie précédente autour de la façon dont y était gérée la notion de situation d'enseignement. Un autre choix aurait été possible, celui de faire un classement des formations et de leurs stratégies accompagnantes non seulement autour des situations EAO utilisées, mais également autour des potentialités des logiciels présentés au cours de la formation. Cependant, ce choix ne nous a pas semblé judicieux dans l'état actuel des choses, vu que de telles formations sont très peu présentes dans le système. Elles sont en général organisées autour d'un logiciel puissant présentant de grandes marges de manoeuvre, comme c'est le cas par exemple de certaines formations à l'utilisation du logiciel DERIVE, ou du logiciel Cabri Géomètre (nouvelle version).

Enfin, nous estimons qu'à travers l'étude exploratoire que nous avons effectuée dans cette dernière phase de la recherche et que nous avons présentée dans ce chapitre, nous avons pu dégager certaines pistes de réponses à nos interrogations sur le fonctionnement du système actuel de formation aux UPO. Ces pistes demeurent encore dans le domaine d'hypothèses de travail éventuellement accessibles à une recherche ultérieure, qui bien sûr nous paraît incontournable.



## CONCLUSION DE LA PARTIE B

Après avoir, à la fin de la première partie A, émis l'hypothèse que les enseignants jouaient un rôle plus déterminant que les produits logiciels dans les résistances du système d'enseignement à l'intégration des outils informatiques, notre objectif, dans cette partie B, était de travailler sur les pratiques des enseignants ainsi que sur les formations dans le domaine des UPO qui visaient à influencer directement sur ces pratiques.

Pour ce faire, nous avons, dans un premier temps, construit une grille d'analyse de logiciels ajoutant à la dimension externe traditionnellement présente, une dimension interne ou didactique. Nous faisons en effet l'hypothèse que le déficit didactique constaté dans les instruments d'analyse existants était un obstacle sérieux à l'intégration. Cette grille constituait pour nous, au départ, un instrument d'observation et d'étude des pratiques enseignantes, via celle des moyens mis en oeuvre par les enseignants pour choisir ou rejeter un logiciel et pour préparer une séance ou un scénario d'EAO l'intégrant. Mais il ne s'agissait pas pour nous simplement d'observer les pratiques réelles dans ce domaine : on pouvait faire l'hypothèse qu'elles étaient, sauf exception, peu satisfaisantes. Nous voulions plus précisément étudier si le fait d'inclure une dimension didactique aux instruments d'analyse existants, donc d'essayer de sensibiliser l'enseignant à certaines questions qui nous semblaient cruciales vis à vis d'une intégration réussie de l'outil informatique, allaient permettre une réelle prise de conscience de certaines caractéristiques importantes des environnements informatisés et constituer une aide potentiellement suffisante pour la préparation et la gestion de tels environnements. Nous avons mené ce travail en nous limitant à un domaine précis : celui de l'enseignement de la symétrie orthogonale au début du collège.

Nous avons expérimenté cet outil avec deux publics différents. Les enseignants du premier public avaient été choisis à profils contrastés, aussi bien par rapport à leur familiarité EAO que par rapport à leur coloration didactique, et ils n'étaient pas en situation de formation. Les enseignants du deuxième public étaient des stagiaires de stages UPO, donc des enseignants en situation de formation.

Ces deux expérimentations ont fourni un certain nombre de données et de résultats que nous allons synthétiser maintenant, en nous centrant sur quelques points qui nous semblent particulièrement importants, vis à vis du problème d'intégration qui nous importe ici.

### 1. Le rôle prédominant joué par la familiarité d'un enseignant à l'EAO.

Cette familiarité s'est révélée déterminante dans la façon d'analyser un logiciel et d'essayer de l'intégrer dans son enseignement. Il s'est avéré qu'un enseignant ayant développé une telle familiarité est par exemple capable de varier ou de modifier les objectifs d'un logiciel, même fermé ou d'un intérêt très limité a priori, pour en faire un outil d'enseignement raisonnable, quitte à construire des situations en décalage avec celles naturellement associées au produit concerné ou conseillées dans la documentation. Les expérimentations l'ont l'une et l'autre mis en évidence. D'autre part, un tel enseignant tend à adopter vis à vis de la grille le comportement souple et non scolaire que nous souhaitons voir se développer. Il s'en sert comme d'un guide qui l'aide à préciser ses idées et sa préparation de séance, sans s'en sentir dépendant, répondant aux questions qui l'intéressent, en sautant d'autres pour y revenir éventuellement ultérieurement. En ce sens, l'obstacle réel de la linéarité de la grille, auquel nous étions sensible, ne joue pas vraiment pour lui. Et, le fait qu'il l'utilise avec une certaine confiance dans ses propres capacités en EAO, l'aide visiblement à en tirer profit, en dépit des difficultés d'accès à l'analyse interne qu'il va rencontrer s'il ne cumule pas familiarité informatique et didactique.

A l'opposé de ce profil, se situe celui de l'enseignant qui n'a pas de familiarité avec l'EAO ni de coloration didactique mais représente malheureusement aujourd'hui le cas "standard". Il semble qu'un tel enseignant arrive à se servir de la grille comme d'un outil qui l'aide dans sa découverte personnelle du logiciel. La grille peut, pour certains également, être un élément de sécurisation. Ils s'y raccrochent, essayant de la suivre pas à pas, dans un rapport qui restera relativement scolaire. Mais plus souvent, le manque d'appui à la fois EAO et didactique, conduit à des réactions de rejet ou à des productions pauvres, concernant de plus essentiellement la partie externe. La médiation introduite par l'outil grille est ici notoirement insuffisante.

De fait, les difficultés rencontrées à faire entrer les enseignants dans une analyse interne des logiciels, les comportements observés lors des expérimentations de la grille en situation de formation, ont attiré notre attention sur des facteurs auxquels nous n'avions pas été sensible a priori. Ceci nous a conduit à intégrer une nouvelle dimension à l'analyse : l'hétérogénéité des publics en formation, du point de vue des motivations et attentes.

### 2. L'hétérogénéité des publics en formation.

Nous avons essayé de cerner cette hétérogénéité et ses conséquences possibles en définissant une catégorisation du public des stages UPO. Cette catégorisation s'appuyait sur l'articulation de deux dimensions : motivations/attentes des stagiaires et attitudes au cours du stage. Cette dernière

dimension concerne essentiellement l'acceptation/rejet de la formation par le stagiaire et, bien sûr, par voie de conséquence, le profit qu'il est susceptible de tirer de cette dernière.

Nous avons ainsi défini, en ce qui concerne la première dimension, motivations/attentes, trois grandes catégories : Les Demandeurs d'information (Experts EAO). Les Demandeurs de complément de formation (Utilisateurs insatisfaits) en y distinguant les demandes du côté matériel, pédagogique ou cumulant les deux. Les Demandeurs d'une seconde formation initiale (Néophytes).

En ce qui concerne la deuxième dimension, attitudes au cours du stage, nous avons défini quatre types d'engagement possible : distancié/sélectif, distancié/docile, scolaire/révolté et scolaire/docile.

Nous avons ensuite précisé les croisements possibles entre les deux dimensions, bien sûr en fonction de la nature de la formation assurée.

Nous avons montré la difficulté de s'adresser efficacement simultanément aux trois catégories, concernant la première dimension, de stagiaires dont les attentes sont très différentes. Il apparaît en particulier que les stagiaires de la catégorie : Demandeur de complément de formation, et plus encore ceux de la catégorie : Demandeur de seconde formation initiale, ont, vis à vis de la formation, des attentes complexes et partiellement contradictoires. Ils rejettent ainsi plus facilement que les experts les logiciels qui ne leur semblent pas suffisamment riches et ouverts pour apporter de toute évidence un plus à l'enseignement papier/crayon. Mais ils reprochent dans le même temps aux logiciels plus ouverts de ne pas tout contrôler, tout traiter, comme s'ils oubliaient que, dans ce type de logiciel, seul le "milieu" est défini, que la construction de situations intéressantes où l'élève a "à réfléchir" est à la charge de l'enseignant. Sans doute de tels stagiaires se trouveraient-ils, en apparence du moins, plus satisfaits par des formations où le formateur cultiverait l'illusion qu'il peut faire ce travail à la place de l'enseignant lui-même, en proposant des produits clés en mains qu'il s'agirait pour lui de reproduire. En apparence, disons-nous, car la dernière partie consacrée à la formation montre qu'il s'agit là de la démarche de formation sans doute la plus répandue et que les limites effectives en sont visibles.

Ces difficultés nous conduisent cependant à faire l'hypothèse que, l'entrée par certains types de logiciels, tels les imagiciels qui tout en permettant une certaine ouverture, définissent plus qu'un "milieu" serait, pour ces publics, une entrée sans doute plus susceptible de favoriser l'intégration d'un questionnement didactique et donc l'intégration elle-même, que l'entrée par les logiciels outils puissants dont nous disposons aujourd'hui. Ils sont plus performants certes mais laissent l'intégralité du travail de conception à la charge de l'enseignant et l'incertitude de gestion, à niveau de préparation similaire, y est bien plus élevée.

Nous pourrions aussi exprimer ceci en disant que "la révolte" de ces enseignants au cours de la formation prend ses sources dans la difficulté qu'ils ressentent à prendre une distance suffisante par rapport à l'outil informatique pour pouvoir l'envisager réellement comme outil (et non pas comme

objet) d'enseignement. Ils sont en position de découvreurs de cet outil et de ses potentialités et pas encore au stade d'utilisateurs, où l'outil lui-même est banalisé et où l'accent est mis plutôt sur son exploitation. Or c'est dans cette position d'exploitation que la grille les engage à se situer d'emblée.

Les deux expérimentations avaient soulevé un nombre important de questions que nous avons évoquées à travers cette synthèse rapide des résultats. Nous avons voulu, dans une dernière partie de la recherche, nous intéresser aux pratiques de formation elles-mêmes, nous demandant comment dans les formations existantes, la composante didactique d'analyse des produits et des situations qui nous semblait à nous essentielle était prise en compte, nous demandant aussi comment les formations géraient l'hétérogénéité du public qui nous avait paru poser de sérieux problèmes au niveau des expérimentations en formation, et si oui comment se différençaient à ce niveau les pratiques de formation.

Nous nous sommes donc intéressée aux deux autres pôles (autres que le pôle stagiaires) du système de formation aux UPO : les formateurs et les contenus/pratiques de formation. Nous avons, dans un premier temps, mis en évidence que ces deux pôles étaient intimement liés, ce qui nous a amenée à les désigner, dans notre étude, non pas comme deux pôles séparés mais plutôt comme un dyade de deux éléments en interaction : (formateur ; contenus/pratiques de la formation qu'il assure).

Dans un second temps, nous avons synthétisé les informations recueillies en élaborant une typologie des dyades.

En ce qui concerne les contenus de formation, nous nous sommes appuyée sur un certain nombre de données, notamment : annonces de stages et comptes-rendus de stages. L'analyse de ces données met en évidence une évolution sensible dans la formation entre les débuts du plan IPT et les années les plus récentes. Cette évolution est sensible dans les intitulés de stages, comme nous l'avons montré, et plus encore sans doute dans les textes généraux qui accompagnent la formation : introduction de brochures, articles généraux. Elle est surtout sensible dans les productions où la formation apparaît liée à des pratiques de recherche didactique (il s'agit généralement de recherches sur l'EAO plus que sur la formation), que des chercheurs y contribuent directement où que les liens entre formateurs et chercheurs soient étroits. Elle est moins sensible, il faut le souligner, au niveau de la présentation même de situations d'enseignement en environnement informatique, présentation de situations qui constitue, comme nous l'avons montré, le noyau dur des publications analysées. A ce niveau, on note une réelle difficulté à se détacher des modes de présentation qui relèvent essentiellement du registre descriptif : description du scénario, description éventuelle et rapide de réalisations effectives, pour rentrer dans des analyses conformes aux exigences qui transparaissent dans les textes généraux.

Il y a un réel obstacle à surmonter des modes de description, économiques, usuels, qui donnent l'apparence d'un produit "clé en main", avec fiche-élève et fiche-professeur, pour rentrer dans des catégories d'analyse qui permettraient réellement aux stagiaires de comprendre quels sont les ressorts de ces situations et quelles en sont les variables clefs, qu'apporte l'outil informatique et quelles sont ses limites, quelle expertise EAO la gestion de ces situations demande et comment penser leur intégration dans un processus d'enseignement. On en reste encore trop souvent à des situations qui peuvent être vues comme des situations à part, de ces moments rares où, comme le disent les élèves, "ça change".

Le modèle de formation toujours dominant s'articule, semble-t-il, autour de deux directions :

- Présenter des logiciels que l'on estime intéressants pour l'enseignement et familiariser dans la mesure du possible (durée limitée de la formation) les stagiaires à leur utilisation.
- Proposer par différentes stratégies (essentiellement monstration et homologie) des situations d'enseignement puisées dans le pool de situations qui sert de base de données à l'équipe des formateurs au niveau régional et/ou national. Ces situations sont en fait bien "rodées" par les formateurs mais, sont proposées, comme semblent le montrer les documents (sauf cas isolés), sans être intégrées dans un questionnement précis.

Certains stages, lorsque la durée le permet, proposent aux stagiaires de construire des situations semblables et de les expérimenter dans leur classe. Cependant, il est peu probable que ces expérimentations puissent être suffisamment préparées pour que l'enseignant qui les réalise ait les moyens d'analyser ce qui s'est passé et le situer par rapport à des déroulements a priori envisagés, ou pour que son attention soit attirée sur certains points particulièrement importants.

La typologie des dyades : (formateurs ; contenus/pratiques de formation), que nous avons développée pour rendre compte de ces informations multiples, est organisée autour de critères de dépersonnalisation et distanciation. En effet, il nous semble qu'il s'agit là d'un critère essentiel quand on envisage, comme nous le faisons ici les problèmes de transmission.

Nous distinguons dans cette typologie trois types de formation correspondant à trois niveaux de dépersonnalisation/distanciation :

- Formation consistant à présenter des logiciels et des situations construites avec ces logiciels (niveau 0).
- Formation consistant à expliquer au stagiaire comment réussir l'intégration EAO à un enseignement papier-crayon usuel (niveau 1).
- Formation consistant à générer avec les stagiaires des situations en leur apprenant comment généraliser les modes de construction de ces situations (niveau 2).

Comme on peut le penser, le troisième type reste tout à fait marginal dans les pratiques de formation. Et nous voudrions une fois de plus souligner que le développement de formations correspondant à ce type suppose des compétences qui ne peuvent se réduire à l'expertise professionnelle en EAO, à la capacité de concevoir des situations d'enseignement intégrant l'outil informatique et à la capacité de les gérer dans la classe. L'analyse des situations, la réflexion sur la transmission des expertises nécessitent, au-delà de compétences informatiques et de compétences enseignantes, des compétences spécifiques de nature didactique.

L'évolution des formations, si nécessaire, passe par le développement de cette sensibilité didactique dans la communauté des formateurs UPO.

Nous avons évoqué relativement longuement les contenus et pratiques de formation. En ce qui concerne la seconde question que nous nous posons : l'adaptation à l'hétérogénéité des publics, nous serons plus rapide. En effet, nous avons trouvé peu d'indices permettant de voir clairement si elle est ou non prise en compte dans la conception des formations. Les annonces de stages ne comportent pas en général d'indications de profil, au mieux précise-t-on dans certains qu'une certaine familiarité avec l'informatique est souhaitée, ce qui est bien vague. On ne repère guère de stages qui se suivent et témoigneraient de l'existence de stratégies de formation sur le long terme.

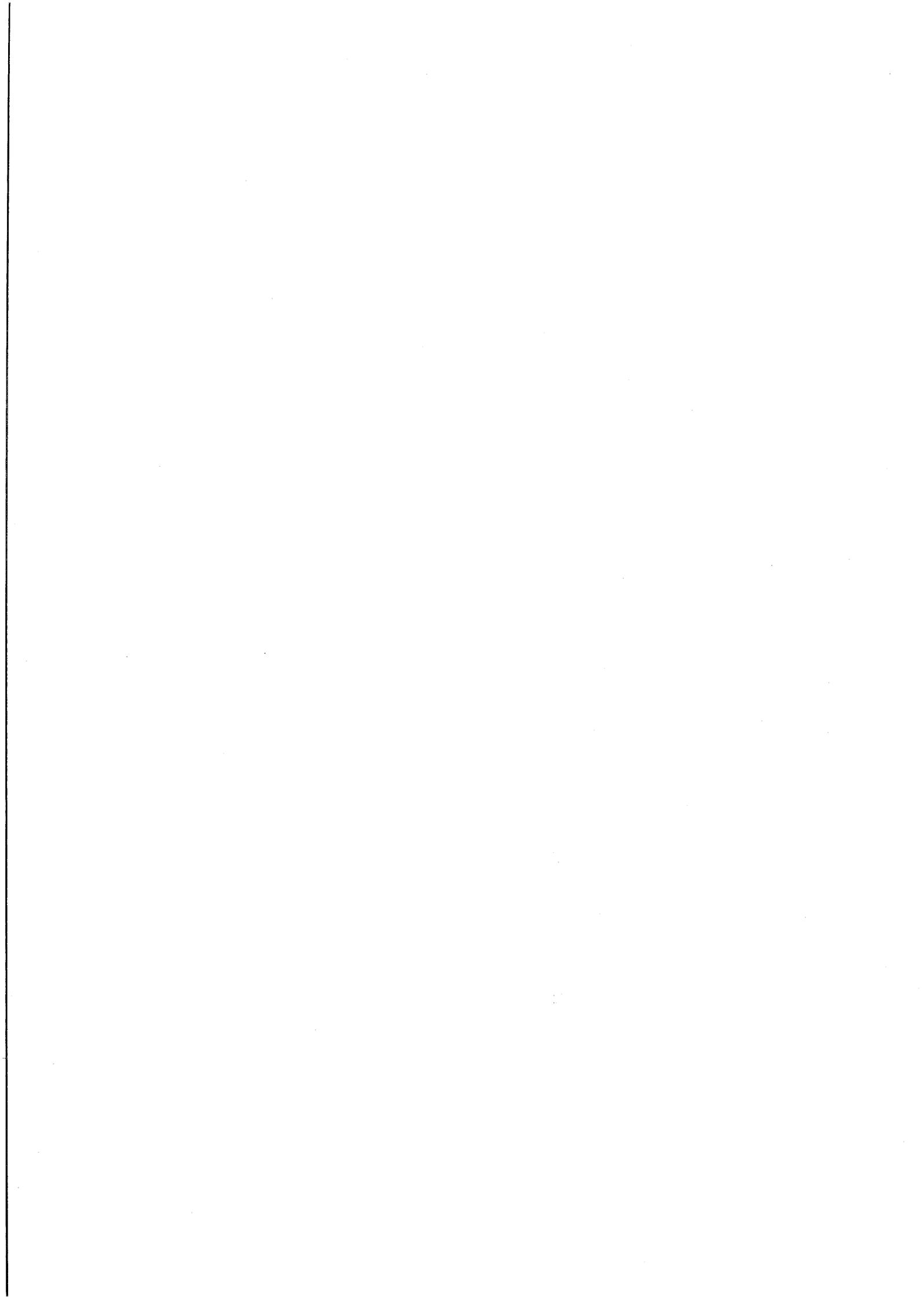
En dehors des formations sur sites, il n'y a pas non plus mention dans les rapports des stages de l'adaptation de la formation aux attentes des stagiaires, ce qui bien sûr ne permet pas de conclure à son inexistence. Il nous semble, en particulier, qu'on peut en voir la trace implicite dans les structurations des formations, par exemple lorsque la liberté est laissée au stagiaire de choisir un logiciel parmi une panoplie qu'on lui présente et de construire, seul ou en petits groupes, des situations d'enseignement sur des thèmes qu'il a lui-même choisis. Elle est en quelque sorte alors gérée sur le tas.

Si hétérogénéité, adaptation aux attentes du public sont en quelque sorte gérées sur le tas, qu'en résulte-t-il au niveau de l'efficacité des stages ? Il est difficile d'obtenir ici des éléments de réponse : les documents auxquels nous avons eu accès ne contiennent pas d'éléments d'évaluation et il ne semble pas exister un suivi des stagiaires qui permettrait de savoir l'impact réel de ces formations sur les pratiques des enseignants.

A notre connaissance, il n'existe pas non plus de recherches didactiques se situant dans cette problématique et qui chercheraient à apporter des réponses en prenant en compte les profils d'enseignants, le temps d'apprentissage, le temps d'intériorisation et le temps de mise en oeuvre effective d'un savoir-faire dans le domaine de l'UPO.

Nous pensons qu'il y a là un chantier à ouvrir par la recherche en didactique des mathématiques. Les résultats de ces recherches pourraient jouer, sans aucun doute, un rôle important dans le franchissement des obstacles persistants à une large pratique de l'EAO.

Nous voudrions pour conclure rappeler que l'étude du système de formation aux UPO en mathématiques que nous avons effectuée, aussi bien à travers les expérimentations de la grille qu'à travers l'étude des formations, reste tout à fait exploratoire et essentiellement méthodologique. Nous espérons à travers elle avoir réussi à préciser les questions qui se posent, formuler un certain nombre d'hypothèses qui pourront guider utilement des recherches ultérieures dans ce domaine.



## CONCLUSION GENERALE

Nous avons démarré cette recherche en 1988, trois ans après la mise en place du plan Informatique pour Tous, en partant du constat que, malgré les espoirs mis dans ce plan, les enseignants de mathématiques qui utilisaient des logiciels éducatifs dans leur enseignement restaient rares. Interrogés, les enseignants invoquaient en premier lieu des difficultés d'ordre matériel : équipements peu fiables, problèmes d'accès à la salle informatique, médiocrité des logiciels... Et, à cette époque, le discours ambiant laissait supposer que, le jour où les établissements pourraient disposer enfin d'un matériel fiable et accessible, ainsi que de logiciels intéressants et adaptés, l'intégration de l'outil informatique dans l'enseignement des mathématiques ne poserait plus problème. Nous en doutions... et avons choisi de nous intéresser en priorité à ce qui nous semblait le maillon le plus faible de l'argumentation : la qualité des logiciels.

Six ans après, force est de constater que nos doutes se trouvent largement confirmés, indépendamment de toute recherche, par les faits. On s'accorde à constater en effet que l'équipement des établissements devient de plus en plus satisfaisant, même si des problèmes, notamment d'accessibilité, demeurent. On s'accorde à reconnaître que les nouveaux logiciels commercialisés sont tout à fait intéressants, conviviaux... Et pourtant, la pénétration de l'outil informatique dans l'enseignement des mathématiques reste faible. Une enquête réalisée récemment (*Lattuati, 93*) auprès de 175 professeurs de mathématiques de 29 lycées (11 sur Paris), a montré par exemple que 15% seulement des enseignants interrogés utilisaient des logiciels pédagogiques.

Il faut donc bien convenir qu'il est nécessaire de chercher d'autres raisons pour expliquer les difficultés rencontrées par l'intégration de l'outil informatique à l'enseignement des mathématiques. Plusieurs pistes peuvent être retenues. Notre recherche montre que celle de la formation des enseignants aux Utilisations Pédagogiques de l'Ordinateur est, sans aucun doute, une sinon la piste essentielle. En fait, l'enquête que nous venons de citer, dont les sujets avaient entre 20 et 65 ans, nous conforte dans nos résultats : 23% des professeurs interrogés déclarent que leur formation en UPO est nulle, 46% la qualifient de légère, 17%, de moyenne et uniquement 11% la trouvent sérieuse.

Sans doute d'autres raisons interviennent-elles. En particulier, il nous semble qu'il ne serait pas raisonnable de négliger l'effet des représentations des enseignants sur les mathématiques et leur enseignement, même si l'intérêt pour ces questions de représentations des enseignants est relativement récent dans le champ de la didactique des mathématiques. Nous n'avons pas fait intervenir directement cette dimension dans notre recherche mais sommes consciente du rôle qu'elle

joue sans doute dans les résistances à l'intégration de l'outil informatique. Il y a là un facteur qui n'est d'ailleurs pas spécifique de cette intégration mais que l'on retrouve dans les problèmes d'intégration d'autres outils technologiques comme les calculatrices (*cf. par exemple (Robert, 93), (Trouche, 94) ainsi que l'ensemble des travaux du groupe CALC-DIDIREM*) ou de pratiques différentes comme le travail en petits groupes (*cf. par exemple (Marilier, 94)*).

Compte-tenu de ce qui précède, nous avons choisi, pour synthétiser les résultats de notre recherche, d'organiser cette conclusion générale selon deux fils directeurs :

- Le premier concerne les logiciels : les logiciels dans l'enseignement de la symétrie orthogonale en particulier et des constructions géométriques au collège en général.
- Le second concerne les situations EAO construites autour de ces logiciels, ainsi que la diffusion/transmission de telles situations par la communauté des formateurs/experts EAO.

Avant de suivre ces deux fils conducteurs, rappelons rapidement les différentes étapes de la recherche :

- Analyse des grilles/fiches d'évaluation de logiciels existant dans la littérature EAO.
- Synthèse des résultats des recherches didactiques portant sur l'enseignement de la symétrie orthogonale au collège.
- Recensement et analyse des logiciels commercialisés pouvant être exploités dans l'enseignement de la symétrie orthogonale au collège.
- Construction d'un outil d'analyses externe et interne de logiciels (toujours dans le domaine de l'enseignement de la symétrie orthogonale) : une grille d'analyse.
- Expérimentation de la grille avec un public à profils contrastés aussi bien pour la familiarité EAO que pour la coloration didactique.
- Expérimentation de la grille avec un public de stagiaires au cours de deux stages EAO.
- Exploration du système de formation continue aux UPO.

### **Les logiciels**

L'analyse comparative des grilles d'évaluation utilisées dans la littérature consacrée aux logiciels éducatifs, ainsi que celle des critères d'évaluation sur lesquels elles reposaient, nous a permis, dans un premier temps, de mettre en évidence des régularités certaines dans la diversité rencontrée. En particulier, il est clairement apparu que les critères d'évaluation utilisés dans ces grilles étaient essentiellement des critères que nous avons qualifiés par la suite de critères "externes", c'est à dire des critères associés à des caractéristiques techniques, ergonomiques... du logiciel, ou encore des critères associés à des caractéristiques "pédagogiques" générales.

En revanche, nous avons montré que les critères présents permettaient rarement d'évaluer le logiciel en prenant en compte le contenu mathématique lui-même et la façon dont ce contenu était géré par le logiciel, c'est à dire qu'il y avait un déficit au niveau de critères de nature plus didactique que nous avons qualifiés d'"internes", à savoir des critères concernant :

- l'analyse du fonctionnement des connaissances mathématiques induit par le logiciel,
- l'analyse des situations plus ou moins induites par le logiciel, à la fois du point de vue du contenu et de la gestion.

Cela étant, nous avons fait l'hypothèse qu'une analyse interne visant le fonctionnement des connaissances mathématiques ainsi que les possibilités de construction de situations autour d'un logiciel était indispensable pour fonder une évaluation de ce logiciel susceptible de soutenir son intégration effective et efficace dans l'enseignement.

Les résultats obtenus et l'hypothèse formulée nous conduisaient tout naturellement à essayer nous-même d'intégrer cette dimension "interne" aux instruments d'analyse existants. C'est pourquoi nous avons décidé d'entreprendre une analyse aussi bien externe qu'interne de logiciels commercialisés, en choisissant, pour les besoins de l'analyse interne, un domaine mathématique précis : l'enseignement de la symétrie orthogonale au début du collège, et ceci après avoir effectué une synthèse des résultats des recherches didactiques dans ce domaine.

Pour analyser les logiciels recensés, nous les avons regroupés en trois catégories : les fermés, les semi ouverts et les ouverts. Les résultats obtenus sont les suivants :

#### Les logiciels fermés :

Avec ce type de logiciels, nous sommes en présence d'un outil pédagogique qui propose, clé en main, une "situation d'enseignement". Ceci a nécessairement des effets sur sa gestion didactique. Mais nous pensons que, même dans ce cas là, le logiciel, tout en guidant fortement la construction d'une situation didactique, ne la détermine pas à lui seul.

Les logiciels fermés que nous avons consultés ont été conçus à une étape où les connaissances didactiques n'étaient visiblement pas encore prises en compte et où l'on était, de plus, dans la conception, assez sévèrement limité par certaines contraintes techniques informatiques, actuellement dépassées. Aujourd'hui, on ne peut considérer, vu les outils disponibles, qu'il s'agisse là de logiciels performants dans l'ensemble.

Mais, même si ces logiciels ne semblent pas pouvoir apporter un plus indéniable dans l'enseignement de la symétrie orthogonale par rapport aux environnements usuels papier-crayon, si l'on peut même les accuser de renforcer certaines conceptions erronées, nous pensons qu'ils peuvent être utiles pour certains élèves, à certains moments de l'apprentissage, qu'ils peuvent aussi permettre de gagner du temps à certains moments, dans l'enseignement.

Ces logiciels sont essentiellement prévus pour un usage individuel, il s'agit d'objets très locaux pouvant servir dans de courtes phases de l'enseignement : situations de remédiation, d'entraînement, de prise de contact et parfois de découverte par observation. Et nous avons effectivement pu construire, en dépit de leurs limites évidentes, des situations ponctuelles d'enseignement les intégrant. Nous pensons d'ailleurs qu'une utilisation ponctuelle, couplée avec d'autres situations papier-crayon ou EAO, est l'utilisation qui leur est la mieux adaptée.

Les expérimentations que nous avons effectuées par la suite, avec les deux types de publics, ont d'ailleurs montré qu'un enseignant ayant développé une bonne familiarité avec l'EAO était capable de varier ou de modifier les objectifs d'un tel logiciel fermé, même d'un intérêt très limité a priori, pour en faire un outil d'enseignement raisonnable, quitte à construire des situations en décalage avec celles naturellement associées au produit concerné, ou conseillées dans la documentation.

#### Les logiciels semi-ouverts :

Ce sont des imagiciels qui illustrent des phénomènes graphiques en exploitant les possibilités de visualisation dynamique de l'ordinateur. Ils ne traitent pas directement une notion, ils permettent plutôt de l'aborder.

Dans les imagiciels que nous avons analysés, sauf contraintes techniques, les valeurs des variables étaient assez variées pour éviter le renforcement de certaines conceptions erronées et les différentes propriétés de la symétrie étaient mobilisées. Ils fournissaient de plus, comme tous les logiciels de cette catégorie, une animation graphique qui mettait en valeur le caractère dynamique de la transformation.

Il s'agissait donc à nos yeux de logiciels qu'un enseignant peut évaluer comme acceptables au niveau du contenu, bien adaptés a priori à des situations d'exploration de figures, où ils permettraient à l'élève d'élaborer des conjectures et ensuite de les tester.

Le prolongement par des activités papier-crayon, notamment à partir de copies d'écran, nous semblait de plus pouvoir permettre de dépasser avec ces logiciels la seule dimension "exploratoire" et les validations purement perceptives.

Une différence marquante, si l'on compare aux logiciels fermés, de façon générale, est que les imagiciels, contrairement à ces derniers, sont a priori, au moins sinon plus, conçus pour une utilisation collective (sous forme de tableau interactif) que pour une utilisation individuelle. Cette utilisation collective, qui peut d'ailleurs aussi bien être pilotée par les élèves eux-mêmes que par l'enseignant, donne une animation nouvelle à la classe.

Nous pensons en fait qu'il y a une complémentarité entre l'usage individuel et l'usage collectif, et qu'en construisant des situations intégrant ce type de logiciels, on peut alterner ou coupler les deux formes d'usage.

Les logiciels ouverts :

Avec les logiciels outils de constructions géométriques, on se trouve face à un environnement ouvert à utilisation souple certes, mais qui se démarque nettement d'un environnement papier-crayon, autant au niveau des variables qui sont modifiables à volonté qu'au niveau de la spécificité des procédures de construction disponibles et des relations qu'elles mettent en jeu entre les différents objets de la figure.

Ces environnements donnent accès à un large éventail de situations d'exploitation, mais aussi, et à la différence des imagiciels, à une variété de situations de validation, comme nous l'avons montré avec le logiciel Calques géométriques, ceci étant tout aussi vrai pour d'autres logiciels ouverts comme Geoplan ou Cabri-géomètre. On a notamment la possibilité d'invalider des constructions perceptives, correctes du point de vue perceptif, par le déplacement des objets, alors qu'avec les imagiciels on pouvait déstabiliser plutôt des procédures erronées comme le rappel horizontal ou vertical. De plus, les situations de validation à construire peuvent ne plus être purement perceptives, mais mettre en jeu des constructions géométriques.

Avec ce type de logiciels de nouveaux enjeux sont soulevés à propos du statut des objets géométriques (qui doivent être conçus de façon plus fonctionnelle) et des notions mathématiques enseignées avec l'ordinateur. Les travaux de l'équipe LSD2/IMAG de Grenoble sur la géométrie avec le logiciel Cabri-géomètre ainsi que ceux de l'équipe du CREEM à propos du logiciel Geoplan et des logiciels graphiques en général, en témoignent clairement.

Ces outils sont puissants certes, mais demandent de la part de l'enseignant une familiarisation et une formation, tant pour maîtriser l'environnement et les impondérables d'une séance informatique que pour construire des situations exploitant bien leurs potentialités, interpréter les comportements des élèves et assurer l'intégration à d'autres environnements.

En effet, l'enseignant peut vivre les spécificités de ces environnements comme un handicap. Par exemple, en l'absence de formation suffisante, il peut avoir tendance à ne pas réellement exploiter, dans son élaboration de situations, les potentialités du logiciel et céder à la tendance naturelle qui consiste à construire quelque chose proche de ce qu'on a l'habitude de faire en environnement papier-crayon. Il peut rencontrer alors des difficultés non rencontrées en papier-crayon, ou ne pas voir, à juste titre, un apport particulier du logiciel et, même s'il y a apport, juger qu'il est minime par rapport au coût de familiarisation avec le logiciel, de préparation et de passation de la situation EAO. Ceci sera moins probable avec des logiciels semi-ouverts qui fournissent déjà un cadre de scénario a priori intéressant et dont la prise en mains est, de toute façon, moins coûteuse. De plus, la gestion en temps réel de situations intégrant ces outils puissants peut l'amener à une crainte constante de perte de contrôle de la situation.

A travers les expérimentations que nous avons effectuées, il apparaît que les enseignants ayant peu ou pas de familiarité avec l'EAO (par exemple les stagiaires demandeurs de seconde formation

initiale), rejettent plus facilement que les experts les logiciels qui ne leur semblent pas suffisamment riches et ouverts (en particulier les logiciels fermés) pour apporter de toute évidence un plus à l'enseignement papier-crayon. Mais ils reprochent dans le même temps aux logiciels plus ouverts (ouverts et semi-ouverts) de ne pas tout contrôler, tout traiter, comme s'il leur échappait que, dans ce type de logiciel, seul le "milieu" est défini et que la construction de situations intéressantes où l'élève a "à réfléchir" est à la charge de l'enseignant.

Nous mettons ainsi en évidence la nécessité de sensibiliser l'enseignant aux caractéristiques de préparation et de gestion différentes de situations intégrant ces logiciels, pour lesquelles il ne peut pas simplement s'appuyer sur son expertise usuelle implicite en grande partie.

Cette phase de familiarisation, voire de formation, peut être assez prolongée, donc coûteuse en "temps enseignant". Mais nous pensons que sans elle, l'enseignant n'arrivera pas à bien exploiter un logiciel ouvert, il peut même le rejeter en lui reprochant d'être trop sophistiqué.

Nous avons ainsi fourni des éléments qui tendent à prouver que la qualité des logiciels pédagogiques n'est pas un obstacle majeur à une intégration réfléchie de ces outils informatiques dans l'enseignement.

Les caractéristiques "externes" d'un logiciel constituent souvent l'élément clé dans son évaluation. Or l'analyse des logiciels que nous avons recensés aussi bien que les résultats des expérimentations que nous avons effectuées montrent que les caractéristiques "externes" ne suffisent pas à rendre un logiciel acceptable ou rejetable pour un enseignant qui l'analyse.

En fait, si l'on se limite à une analyse externe des logiciels fermés ou semi-ouverts de la première génération (comme ceux que nous avons analysés dans notre recherche), ces logiciels risquent de paraître très sommaires. Mais, comme nous avons essayé de le montrer, ils n'en sont pas moins des supports potentiels intéressants pour l'enseignement à condition que la conception de scénarios les intégrant soit bien travaillée. De tels logiciels peuvent donc paraître "extérieurement" non intéressants et pourtant trouver une place raisonnable dans un scénario d'enseignement. Ils peuvent également s'avérer plus simples d'utilisation et plus accessibles pour une action locale que des logiciels plus puissants. Ces derniers sont en général "extérieurement" attrayants mais leur utilisation efficace peut nécessiter une grande phase de familiarisation et une formation que l'enseignant "ordinaire" ne possède pas en général, ce qui le pousserait peut être, en dépit de leur intérêt, à ne pas les exploiter dans son enseignement.

Tout ce qui précède nous conforte dans notre hypothèse qu'en préalable à la construction de situations d'enseignement EAO, une analyse, à dimension interne, d'un logiciel cherchant à exploiter les potentialités mises en évidence et à dépasser les limites évidentes, est un maillon clé de l'utilisation de logiciels dans l'enseignement des mathématiques.

## Les situations

En revenant aux grilles d'analyse de logiciels disponibles dans la littérature, nous nous intéressons maintenant à la dimension pédagogique qui y figure. Nous remarquons que l'analyse/évaluation pédagogique proposée se présente comme une sorte d'analyse généraliste. Cette analyse permet d'aborder certaines questions relatives au contenu du logiciel, au degré d'activité et d'initiative de l'élève, à l'analyse des réponses, à l'intégration dans l'enseignement (moments, forme,...), à la possibilité donnée à l'enseignant de choisir certaines variables (par exemple, niveau de difficulté), etc... Mais ces questionnements restent finalement assez superficiels et peuvent a priori conduire à attribuer les mêmes caractéristiques à des logiciels dont l'intérêt pour l'apprentissage d'un contenu donné est sensiblement différent.

Ces grilles regroupent ainsi les principaux critères nécessaires à un enseignant pour évaluer a priori un logiciel : "comment est ce logiciel ?", "comment, quand, et avec qui puis-je m'en servir ?". Mais tout se passe comme si, une fois le logiciel évalué, l'enseignant (s'il l'accepte) avait déjà une idée de situation d'enseignement où ce logiciel puisse être utilisé efficacement. Il ferait alors une préparation succincte et se garderait la possibilité de faire son pilotage de classe en temps réel, ce qui correspond à la pratique pédagogique usuelle. Donc lui faire faire une préparation guidée et détaillée serait plus artificiel que naturel. Autrement dit, on a l'impression qu'il y a une conviction plus ou moins explicite que les analyses existantes sont suffisantes et qu'aller plus loin empiéterait sur la nécessaire liberté de l'enseignant. Même s'il y a un travail supplémentaire non négligeable à faire, l'enseignant après avoir utilisé ces produits d'analyse, est censé être suffisamment armé pour l'effectuer.

L'une des explications que nous avons données à ce constat était qu'aller plus loin dans l'évaluation d'un logiciel, vers une analyse plus interne qu'externe supposait que l'on dispose des moyens d'introduire de façon raisonnable une interrogation sur les contenus, que ceci impliquait une sortie nécessaire du registre pédagogique et une entrée dans le registre didactique où les compétences sont encore peu partagées. La réflexion didactique ne fait pas encore partie de la culture de l'enseignant ni de celle du formateur.

En élaborant nous-même une grille où figuraient les deux analyses externe et interne, et en l'expérimentant, nous sommes arrivées au résultat suivant :

L'ensemble des expérimentations tend à prouver la facilité d'entrer dans la dimension externe d'analyse, et des difficultés plus ou moins accentuées à entrer dans une dimension interne.

De plus, nous avons constaté que, quand le logiciel est fermé ou semi-ouvert, c'est à dire quand il y a déjà une situation plus ou moins explicite interne au logiciel, à la fin du premier temps de la grille (l'analyse externe), l'enseignant a effectivement déjà une idée de la situation qu'il va construire.

L'analyse interne qui suit lui sert alors, si elle lui est au moins partiellement accessible, de moyen d'explicitation de cette idée et de prévoir une gestion en classe de la situation.

L'expérience de l'enseignant en tant que praticien l'amène donc, dans ce cas, dès les premiers contacts avec le logiciel, à avoir une idée de l'exploitation possible de ce logiciel dans son enseignement. Tout en analysant extérieurement le logiciel, une ou plusieurs situations d'enseignement commencent à se préciser, nous les décelons à travers ses réponses, dès les dernières questions du premier temps de la grille. Mais il faut remarquer que les situations produites se démarquent peu des situations traditionnelles papier-crayon et que les enseignants, à travers leurs réponses à l'analyse interne, montrent très rarement qu'ils sont capables d'analyser les spécificités de l'environnement informatique considéré vis à vis des contenus comme de la gestion didactique.

En faisant une exploration du système de formation aux UPO, nous avons constaté, à travers les documents que nous avons pu analyser, que les schémas de présentation de situations EAO restaient, eux aussi, dans un cadre externe de description, qu'ils n'intégraient que modestement, dans la plupart des cas, et depuis peu de temps une dimension d'analyse interne. La prise de conscience de la nécessité de dépasser des modes de description externe était en fait plus présente dans les textes généraux accompagnant les documents de formation ou écrits à propos de la formation que dans les présentations de situations elles-mêmes. Elle était de plus sensible surtout dans les productions où la formation apparaissait liée à des pratiques de recherche didactique.

Il y a, semble-t-il, un réel obstacle à surmonter des modes de description, économiques, usuels, qui donnent l'apparence d'un produit "clés en main", avec fiche-élève et fiche-professeur, pour rentrer dans des catégories d'analyse qui permettraient réellement aux stagiaires de comprendre quels sont les ressorts de ces situations, ce qu'apporte l'outil informatique et comment penser leur intégration dans un processus d'enseignement.

Les résultats obtenus dans les trois étapes de la recherche mettent ainsi en évidence que la majorité des enseignants et des formateurs sont encore loin de dépasser une conception et une transmission de situations EAO, calquées sur celles des environnements usuels papier-crayon. Or, les recherches récentes dans ce domaine commencent à confirmer que, dans une situation EAO, la nature des objets manipulés, le choix des tâches qui sont proposées aux élèves, l'organisation des activités et le rôle de l'enseignant présentent des caractéristiques spécifiques, si on les compare avec des situations en environnement papier-crayon. L'enseignant, pour pouvoir vivre avec profit dans un environnement informatisé, doit sans doute donc modifier certaines de ses pratiques usuelles.

Ce décalage entre les résultats de la recherche en EAO et ceux issus des trois étapes de la recherche nous paraît constituer un des principaux obstacles qui ont contribué jusqu'à présent à la non-intégration massive de l'EAO dans l'enseignement. Nous pensons que l'enseignant ici n'a pas à être

directement mis en cause et que la formation des enseignants est l'élément clé qui peut permettre de franchir cet obstacle.

Comme nous l'avons vu dans le dernier chapitre consacré à cette formation, la réflexion est déjà entamée dans cette direction mais on est encore loin d'une réalisation effective sur le terrain.

Nous avons souligné, à travers notre étude des dyades (formateur ; contenu/pratique de formation), l'effort de dépersonnalisation des situations et de distanciation par rapport à ses pratiques d'expert EAO qu'un formateur doit faire pour améliorer la qualité et la portée de la formation qu'il assure.

Or ces dépersonnalisation et distanciation ne sont, à nos yeux, que la partie apparente d'un iceberg dont la partie cachée serait la recherche, notamment didactique, la rendant possible : recherche sur l'EAO et sur le système de formation aux UPO, et plus généralement recherche sur l'enseignement des mathématiques et sur la formation des enseignants. En effet, ces dépersonnalisation et distanciation n'ont rien de "naturel" ; elles nécessitent que le formateur y soit lui-même formé.

De plus, aussi bien les expérimentations menées avec les deux publics d'enseignants que l'étude de la Formation menée dans le dernier chapitre, tendent à montrer, nous semble-t-il, que l'intégration effective des outils informatiques dans l'enseignement passe par la rupture avec une vision traditionnelle des outils à la disposition de l'enseignant, qui grossièrement peut s'exprimer ainsi : "si je sais utiliser l'outil moi-même, je saurai m'en servir dans mon enseignement". Ce point de vue était peut-être admissible dans un enseignement des mathématiques basé sur des milieux pauvres en outils, comme l'était l'enseignement secondaire général. Il n'est plus tenable avec les outils actuellement attachés aux environnements de Nouvelles Technologies (NTIC). Ces environnements sont complexes et surtout n'ont rien de transparent.

Une telle rupture ne va pas de soi et ne sera possible que si l'enseignant y est sensibilisé et préparé par sa formation continue, mais surtout initiale. Or cette sensibilisation à travers la formation ne peut avoir lieu que si le formateur, lui-même, y est sensible, si, dans une réflexion sur sa propre histoire et ses propres pratiques, il reconstitue la non-transparence de ce qui, pour lui expert, est devenu transparent, et s'il admet important de transmettre cette réflexion dans la formation.

Tout ceci nous conduit à faire l'hypothèse que la pierre angulaire d'une intégration réussie des outils informatiques dans l'enseignement, n'est pas uniquement la formation des enseignants mais surtout et avant tout la formation des formateurs. Nous pensons que cette dernière formation doit avoir une dimension didactique, assurée par les équipes universitaires spécialisées, et ne pas se limiter à des exposés magistraux ne prenant pas en charge explicitement l'opérationnalisation des connaissances, dans le domaine visé de la formation.

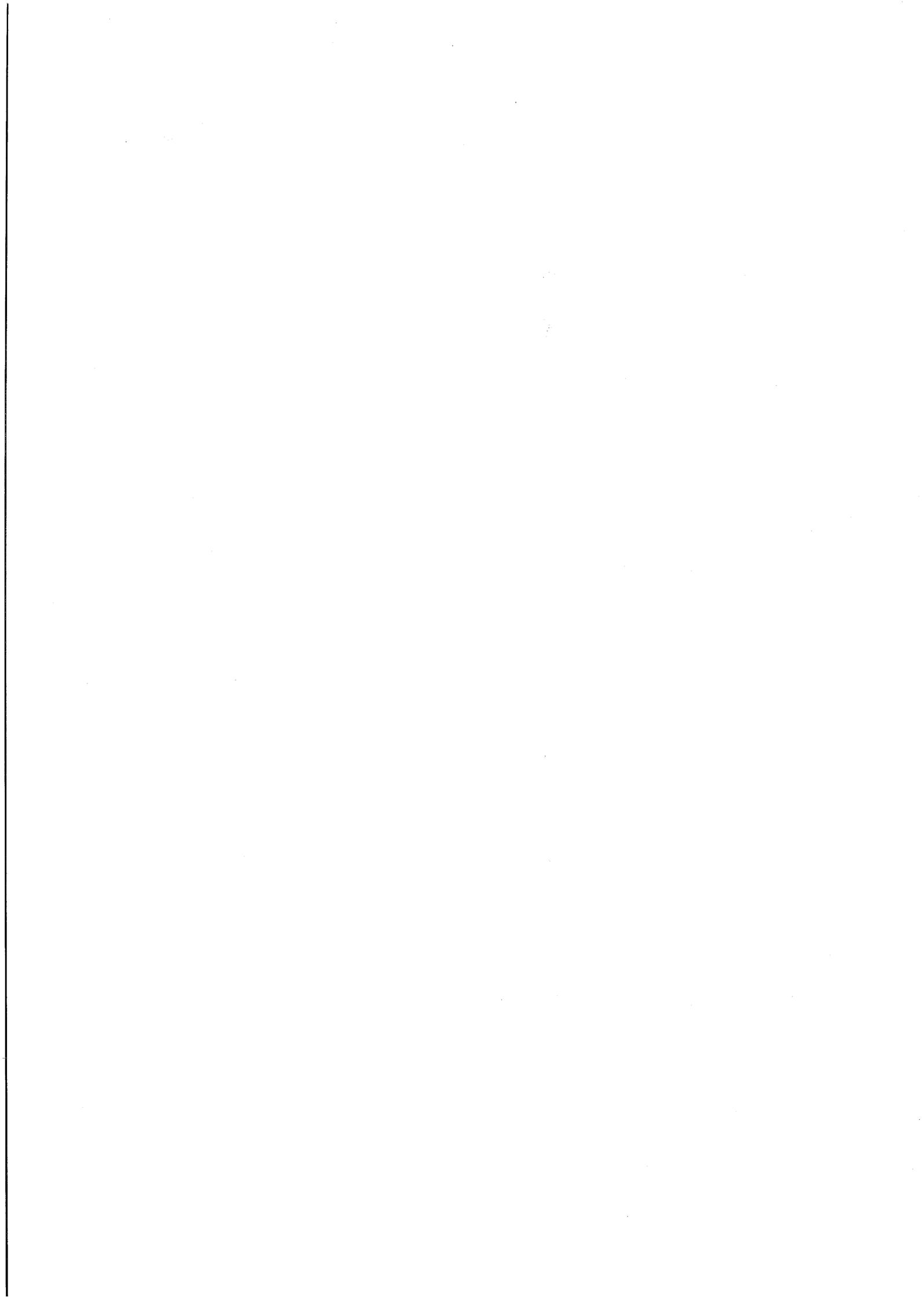
En fait, l'enjeu ici est de parvenir à faire coopérer la communauté des chercheurs en didactique, celle des experts EIAO et celle des formateurs actuels aux UPO, pour produire des pratiques et des savoirs de référence qui seront validés et utilisés dans la formation des enseignants aux UPO.

Au terme de cette recherche, nous sommes consciente de nous être attaquée, avec une certaine naïveté, vu la complexité des problèmes en jeu, à une problématique trop large pour être cernée correctement dans un travail de thèse. Nous étions sans doute d'autant plus naïve que nous avons débuté à une époque où les recherches sur l'EAO n'étaient pas encore très développées et celles sur la formation moins encore. Ce n'est bien sûr plus le cas actuellement, du moins en ce qui concerne l'EAO. Tout au long de cette recherche d'ailleurs, nous avons été confrontée à la difficulté de suivre l'évolution rapide du domaine, qu'il s'agisse de l'évolution des problématiques dans le domaine de l'EAO consécutive au développement des recherches ou de celle des produits logiciels eux-mêmes. La maturation de la réflexion ambiante s'est effectuée en parallèle à la nôtre propre et, aujourd'hui, nous terminons dans un champ qui commence à trouver ses marques, ce qui n'était pas le cas au départ.

Nous savons bien que ce travail de thèse, malgré le temps que nous lui avons consacré, ne fournit pas ce à quoi nous pensions aboutir au départ, dans notre naïveté de jeune chercheur : une analyse précise des obstacles à une intégration large de l'EAO ainsi que des moyens pour surmonter ces obstacles. Nous pensons, en revanche, qu'il contribue à mieux poser la question de l'intégration de l'outil informatique, à montrer que les obstacles les plus couramment invoqués ne sont pas nécessairement les plus difficiles à surmonter, à proposer des pistes susceptibles de guider efficacement des recherches ultérieures, en particulier au niveau de la formation des enseignants et de celle des formateurs.

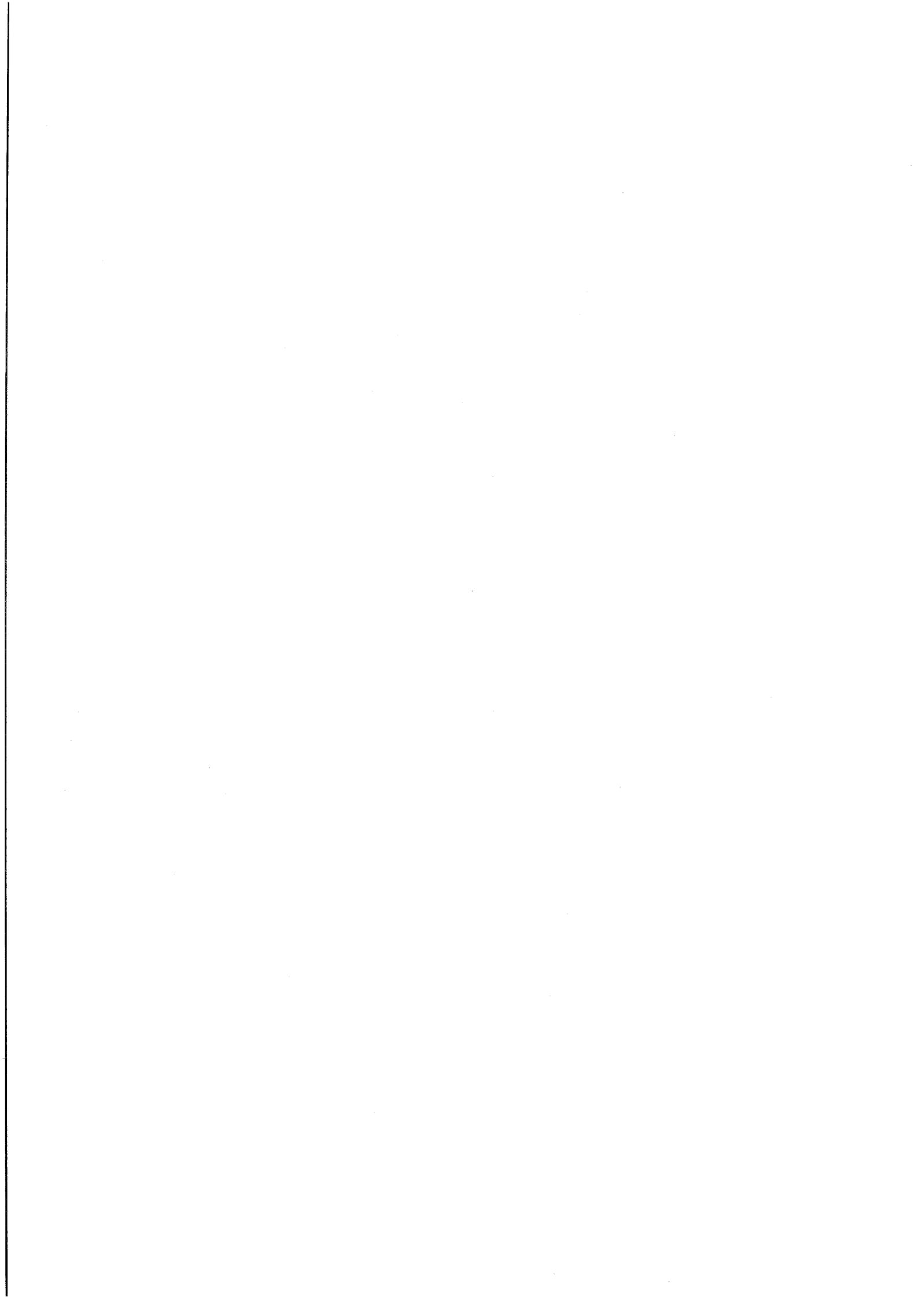
Cette question de l'intégration, nous la voyons aujourd'hui reliée à des questions plus vastes comme la suivante : "quelles sont les conditions qui rendent transférable une innovation technologique du monde professionnel et culturel dans le système d'enseignement ?", des questions qui sont peut-être abordées déjà avec des approches autres que didactiques, approches qu'il serait sans doute intéressant de connaître. Il nous semble aussi nécessaire de prolonger cette recherche et de tester la validité des hypothèses et classifications effectuées, à travers un travail de nature plus expérimentale. En fait, cette fin de thèse est un peu pour nous le commencement d'une recherche didactique à long terme dans le domaine de l'intégration de nouvelles technologies dans l'enseignement des mathématiques.

*Ce document est en quelque sorte le compte rendu de nos premiers pas et de nos premiers balbutiements dans le champ de la didactique des mathématiques à composante informatique. Nous espérons commencer le plus tôt possible à y faire de longues marches et à y prononcer des discours plus "savants".*



*Il faut que cet homme-là soit  
un grand ignorant, car il répond à  
tout ce qu'on lui demande.*

*VOLTAIRE*



## BIBLIOGRAPHIE THEMATIQUE

### Enseignement de la symétrie orthogonale

APMEP (étude) : *Evaluation du programme de Mathématiques. Fin de sixième*. Publication n°66, ed. APMEP, (1987).

Bautier (T.) : *Les activités expérimentales introductives à la symétrie orthogonale en collège*. Actes de la 4ème école d'été de didactique des mathématiques, ed. IREM de Paris 7, (1986), p.352-354.

Bautier (T.) : *Une modélisation didactique des activités d'enseignement des premières propriétés de la symétrie orthogonale plane*. Séminaire de didactique des mathématiques de Grenoble, ed. LSD-IMAG, (1988), p.197-238.

Bautier (T.) : *Théorie des médiations et enseignement des transformations géométriques*. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux, (1993).

Buraud (C.) : *Quelques exemples d'utilisation des transformations en géométrie plane. Obstacles rencontrés chez les élèves*. Bulletin Inter-IREM n°23, (1983), p.52-56.

Denys (B.) & Grenier (D.) : *Symétrie orthogonale : des élèves français et japonais face à une même tâche de construction*. Petit x n°12, ed. IREM de Grenoble, (1986), p.33-56.

Gallou (E.) : *Symétrie orthogonale et angles*. Thèse de 3ème cycle, Université Grenoble 1, (1985).

Govin (J.P.) : *Retroprojection en mathématiques : des documents pour l'enseignement des transformations*. Ed. IREM de Besançon, (1988), p. 16-89.

Gras (R.) : *Instrumentation de notions mathématiques, un exemple : la symétrie*. Petit x n°1, ed. IREM de Grenoble, (1983), p.7-39.

Grenier (D.) : *Quelques aspects de la symétrie orthogonale pour des élèves de classes de 4ème et 3ème*. Petit x n°7, ed. IREM de Grenoble, (1985), p.57-69.

Grenier (D.) & Laborde (C.) : *Transformations géométriques : le cas de la symétrie orthogonale*. Actes du colloque de Sèvres : Didactique et acquisition des connaissances scientifiques, ed. La pensée sauvage, (1987), p.48-63.

Grenier (D.) : *Construction et étude du fonctionnement d'un processus d'enseignement sur la symétrie orthogonale en sixième*. Thèse de l'Université Joseph Fourier Grenoble 1, (1988).

Grenier (D.) : *Construction et étude d'un processus d'enseignement de la symétrie orthogonale : éléments d'analyse du fonctionnement de la théorie des situations*. Recherches en Didactique des Mathématiques vol.10 n°1, (1989), p.5-60.

Laborde (C.) : *Problèmes de l'enseignement de la géométrie au collège*. Annales de Didactique et des Sciences Cognitives, ed. IREM de Strasbourg, (1988), p.75-93.

Laborde (C.) : *L'enseignement de la géométrie en tant que terrain d'exploration de phénomènes didactiques*. Actes de la Vème Ecole d'Eté de didactique des mathématiques et de l'informatique, (1989), p.9-11.

Laurent (J.) : *Géométrie plane en 6ème et 5ème. Autour des symétries*. Actes du colloque Inter-IREM Géométrie, ed. IREM de Montpellier, (1989), p.111-114.

Lesot (P.) : *Symétrie orthogonale : quelques exemples d'activités*. Bulletin n°20, ed. IREM de Lille, (1986).

Marchivie (F.) : *Symétrie orthogonale : aide pédagogique*. Suivi scientifique 1985-86, nouveaux programmes de 6ème, bulletin Inter-IREM, p.52-60.

Metregiste (R.) : *La géométrie des transformations, une approche en classe de 4ème et 3ème : le transport des figures*. Petit x n°4, ed. IREM de Grenoble, (1984), p.35-71.

Suivi Scientifique : *Nouveaux programmes de Sixième 1985-1986*. Bulletin Inter-IREM premier cycle, (1987).

Tavignot (P.) : *Analyse du processus de transposition didactique. Application à la symétrie orthogonale en sixième lors de la réforme de 1985*. Recherches en Didactique des Mathématiques vol.13 n°3, (1993), p.257-294.

### Enseignement des mathématiques et environnements informatiques

Abboud (M.) : *Introduction de l'outil informatique dans l'enseignement de la symétrie orthogonale en classe de 6ème*. DEA en Didactique des Mathématiques et de l'Informatique, Université Paris 7, (1987).

Actes (Colloque) : *Du tableau noir vers l'ordinateur graphique*. Ed. CREEM- CNAM, (1986).

Artigue (M.) : *Analyse de processus d'enseignement en environnement informatique*. Petit x n°26, ed. IREM de Grenoble, (1990-91), p.5-27.

Artigue (M.), Belloc (J.) & Touaty (S.) : *Une recherche menée dans le cadre du projet Euclide*. Brochure n°77, ed. IREM de Paris7, (1989).

Baron (G-L) : *Quelques points de repère sur la recherche en informatique pédagogique*. Bulletin de l'EPI n°62, (1991), p.79-88.

Bellemain (F.) : *Cabri-Géomètre : un cahier de Brouillon informatisé pour la résolution de problèmes de géométrie plane*. Petit x n°16, ed. IREM de Grenoble, (1988), p.35-48.

Bellemain (F.) & Capponi (B.) : *Spécificité de l'organisation d'une séquence d'enseignement lors de l'utilisation de l'ordinateur*. Educational Studies in Mathematics vol. 23, (1992), p. 59-97.

Benaïoun (G.) : *Pour une utilisation réfléchie des Nanoréseaux en écoles, collèges et lycées*. Ed. IREM de Poitiers, (1987).

Benezra (A.), Jean (F.) & Rothan (B.) : *Une typologie des utilisations pédagogiques de l'informatique*. Bulletin Inter-IREM n°3, ed. IREM de Toulouse, (1989), p.25-36.

Bernat (P.) : *Calques géométriques : un logiciel pour expérimenter, conjecturer, démontrer*. Actes de l'Université d'été Informatique et enseignement de la géométrie, ed. IREM de Toulouse, (1990), p.177-185.

Bourguignon (C.) : *Eléments d'évaluation de l'environnement E.A.O. en classe de langue*. Bulletin de l'E.P.I. n°60, (1990).

Briand (J.) : *Situation didactique et logiciel d'enseignement*. Mémoire de D.E.A. de didactique des mathématiques, ed. IREM de Bordeaux, (1985).

Chevallard (Y.) : *Pour introduire à l'ingénierie didactique à composante informatique*. Rapport de l'Université d'Été de Luminy, (1985).

CREEM-CNAM (Equipe) : *Imagiciels pour la classe de seconde*. Bulletin de l'APMEP n°371, (1989), p.683-694.

CREEM- CNAM & DLC : *Activités mathématiques avec imagiciels, Géométrie plane*. Ed. CRDP de Poitou- Charentes/ MEN- DLC 15, (1992).

Dessus (Ph.) & Marquet (P.) : *Outils d'évaluation de logiciels éducatifs*. Bulletin de l'EPI n°60, (1990), p.131-142.

DLC (Ministère de l'Education Nationale) : *Faire des mathématiques au collège avec l'ordinateur. Une action d'innovation pédagogique menée par le bureau DLC15. Panorama et synthèse des travaux menés dans les académies*. Ed. Ministère de l'Education Nationale, 1993.

DLC & Equipe DIDIREM : *Acquisition de connaissances concernant l'impact de l'intégration de logiciels de calcul formel dans l'enseignement des mathématiques sur les représentations et pratiques mathématiques des élèves de l'enseignement secondaire*. Ed. IREM de Paris 7, (1994).

Dumont (B.) : *Erreurs et Intelligence Artificielle*. Bulletin de la commission Inter-IREM Mathématiques et Intelligence Artificielle, ed. IREM de Toulouse, (1989), p.29-76.

Favard (C.) & Fiszer (J.) : *Comment apprécier un didacticiel ? Quelques critères*. Bulletin de l'EPI n°64, (1991), p.77-91.

Fey (J.T.) : *Technology and mathematics education : a survey of recent developments and important problems*. Educational Studies in Mathematics vol.20 n°3, (1989), p.237-272.

Gallou (E.) : *Symétrie orthogonale et micro-ordinateur*. Recherches en Didactiques des Mathématiques vol.8 n°1.2, (1987), p.5-60.

Gras (R.) : *Un panorama des relations entre Informatique et enseignement des mathématiques*. Actes de la 4ème école d'été de didactique des mathématiques, ed. IREM de Paris 7, (1986), p.192-233.

Gras (R.) : *Une situation de construction géométrique avec assistance logicielle*. Recherches en Didactique des Mathématiques vol.8 n°3, (1987), p.195-230.

Gras (R.) & Larher (A.) : *Le micro-ordinateur, outil de révélation et d'analyse de procédures dans de courtes démonstrations de géométrie*. Actes de P.M.E. 13, vol.2, (1989), p.210-217.

Groupe informatique : *Guide des logiciels de mathématiques au collège. Banc d'essai*. Ed. IREM de Poitiers, (1989).

Grugeon (B.) : *Une expérience menée avec le logiciel "Le Géomètre"*. Mémoire de DEA, Université Paris 7, (1990).

Jaffard (R.) : *Les utilisations pédagogiques de l'ordinateur (U.P.O.) / pourquoi ? comment ?* Bulletin de l'EPI n°62, (1991), p.43-54.

Laborde (C.) : *Les rapports entre visuel et géométrie dans un EIAO*. In *Vingt ans de didactique des mathématiques en France*, ed. La pensée sauvage, (1994), p.387-394.

Laborde (C.) & Capponi (B.) : *Cabri-Géomètre constituant d'un milieu pour l'apprentissage de la notion de figure géométrique*. Séminaire n°15, ed. DidaTech Grenoble, (1994), p.175-218.

Mattiussi (C.) : *Premiers éléments de la pédagogie informatique et mathématique*. Bulletin Inter-IREM n°3, ed. IREM de Toulouse, (1989), p.11-24.

Monnet (F.) & Paquelier (Y.) : *Imagiciels, approche expérimentale en mathématiques*. Aster n°14, ed. INRP, (1992), p.181-214.

Nicaud (J.F.) : *Dossier : EIAO*. Bulletin de l'AFIA, (1992), p.17-36.

Otman (G.) : *Eléments pour une grille d'analyse et d'évaluation critique de didacticiens de langue*. Bulletin de l'EPI n°54, (1989), p.147-165.

Tréhard (F.) : *Logiciels pouvant impliquer des activités mathématiques à l'école élémentaire : typologie et enjeux didactiques*. Thèse de l'Université Paris 7, ed. IREM de Paris 7, (1987).

Tréhard (F.) : *Les logiciels pour l'enseignement in L'ordinateur pour enseigner les mathématiques*. Nouvelle Encyclopédie Diderot, ed. PUF, (1992), p.272-298.

Tréhard (F.) : *Informatique-outil pour l'enseignement. Présentation d'instruments d'identification de logiciels : grille d'analyse et typologie a priori, du double point de vue contenue/communication*. Recherches en Didactique des Mathématiques vol.13 n°1.2, (1993), p.155-190.

### Formation des enseignants

Actes (Université d'Eté) : *Didactique des Mathématiques et formation des maîtres à l'école élémentaire*. Ed IREM de Bordeaux, "Olivet" (1988).

Actes : du XVIIème colloque des professeurs d'école normale et autres formateurs. Ed. IREM de Paris 7, (1990).

Actes (Colloque) : *L'intégration de l'informatique dans l'enseignement et la formation des enseignants*. Ed. INRP-EPI, (1992).

Actes (Université d'Eté) : *Enseigner la géométrie avec l'ordinateur*. CAFIP- DOUAI, (1992).

Albert (A.), Champenois (M.), Guin (D.), Janvier (M.), Mignon (M.) & Sala (M.) : *Enseigner la géométrie plane en intégrant l'outil informatique*. Ed. IREM de Montpellier, (1992).

Allen (R.), Cederberg (J.) & Wallace (M.) : *L'intégration de l'ordinateur dans l'enseignement de la géométrie par le développement et l'utilisation des scénarios*. Deuxièmes journées EIAO de Cachan, ed. ENS Cachan, (1991).

Artigue (M.), Butlen (D.), Douady (R.), Henry (M.) & Robert (A.) : *Formation à l'enseignement des mathématiques : exemples de pratiques effectives et éléments de réflexion d'un point de vue didactique*. Document de travail pour la formation des enseignants n°5, ed. IREM de Paris 7, (1991).

Artigue (M.) : *Recherches actuelles sur l'enseignement des Mathématiques en environnement informatique - Implications pour la formation des enseignants*. Actes de l'université d'été d'Orléans : Outil informatique dans la formation en Mathématiques des enseignants, (1992).

Baron (G-L) : *L'informatique discipline scolaire?* Ed. PUF, Paris, (1989).

Baron (G-L) : *Informatique, appropriations culturelles, appropriations cognitives : le cas des enseignants.* Rapport d'étude, ed. INRP, (1991).

Bessas (D.) : *L'enseignant et l'ordinateur. Eléments pour comprendre les résistances.* Mémoire de DESS en Sciences de l'éducation, Université Paris 10, (1992).

Bolon (J.) & Butlen (D.) : *Quelle didactique des Mathématiques en formation des maîtres : quelques questions posées par des expériences d'enseignement en formation initiale et continue d'instituteurs, de professeurs de collèges et de lycées.* Document de travail pour la formation des enseignants n°8, ed. IREM Paris 7, (1992).

Chevallard (Y.) : *Intégration et viabilité des objets informatiques dans l'enseignement des Mathématiques.* in *L'ordinateur pour enseigner les Mathématiques.* Nouvelle Encyclopédie Diderot, ed. PUF, Paris, (1992), p.183-203.

Collinot (R.) : *La formation à l'Informatique des enseignants à l'E.N.N.A. Paris-Nord, bilan de 8 années de pratique.* Bulletin de l'EPI n°57, (1990).

Conseil National des Programmes (Déclaration) : *Les ordinateurs au service du système éducatif.* Ministère français de l'éducation nationale et de la culture, (1992).

Cornu (B.) : *Recherche et formation : pour qui ? pour quoi ?* Bulletin de l'APMEP n° 362, (1988), p. 19-32.

Cornu (B.) : *L'évolution des Mathématiques et de leur enseignement.* in *L'ordinateur pour enseigner les Mathématiques.* Nouvelle Encyclopédie Diderot, ed. PUF, Paris, (1992), p. 13-69.

CREEM-CNAM : *Formation de formateurs et d'enseignants à l'utilisation pédagogique de l'ordinateur.* Interventions lors de la première journée de C.R.I.C., ed. CREEM- CNAM, (1986).

Enquête (réalisée par l'E.P.I. et le G.R.E.D.I.P.) : *Les enseignants et la formation à l'Informatique.* EPI supplément n°42, (1986).

Henry (M.) : *Une présentation de la didactique en vue de la formation des enseignants.* Ed. IREM de Besançon, (1991).

Hoyles (C.), Noss (R.) & Sutherland (R.) : *Final report of the Microworlds project. Teacher attitudes and interactions.* Ed. Institute of Education, University of London, (1991).

Kuzniak (A.) : *Etude des stratégies de formation en mathématiques utilisées par les formateurs de maîtres du premier degré.* Thèse de doctort, université Paris 7, ed. IREM de Paris 7, (1994).

MAFPEN (Lyon) & CREFIP : *Action de formation aux applications pédagogiques de l'informatique à l'enseignement des mathématiques.* Semaine d'initiative nationale, (1990).

MAFPEN : *Prise en main de logiciels et utilisations pédagogiques de l'ordinateur. Document élaboré à la suite des stages "Outils informatiques pour l'enseignement des mathématiques".* Ed. CRDP de Poitou- Charentes, (1993).

Robert (A.) : *Représentations des enseignants sur les mathématiques et leur enseignement.* Actes du XVIIème colloque des professeurs d'école normale et autres formateurs, ed. IREM de Paris 7, (1990).

Robert (A.) : *Formation en didactique des Mathématiques, une expérience en CPR interne*. Document de travail pour la formation des enseignants n°1, ed. IREM de Paris 7, (1991).

Robert (A.) & Robinet (J.) : *Représentations des enseignants de Mathématiques sur les Mathématiques et leur enseignement*. Cahier Didirem n°1, ed. IREM de Paris 7, (1989).

Roux (J.B.) : *Mathématiques et Informatique. Principales formes prises par les formations aux utilisations didactiques de l'ordinateur en Mathématiques*. Bulletin de l'E.P.I n°59, (1990), p.149-157.

Schubauer (R.) : *Des logiciels en usage : Etude des discours de concepteurs, d'enseignants et d'élèves à propos de logiciels de mathématiques à l'école primaire*. Interactions didactiques n°10, ed. FAPSE-Université de Genève, (1989).

### Didactique des Mathématiques, autres références

Artigue (M.) : *Etude de la dynamique d'une situation de classe : une approche de la reproductibilité*. Recherches en didactique des mathématiques vol.7 n°1, (1986), p.5-62.

Artigue (M.) : *Ingénierie didactique*. Recherches en didactique des mathématiques vol.9 n°3, (1988), p.281-308.

Artigue (M.) : *Ingénierie didactique*. Actes de la Vème Ecole d'Eté de didactique des mathématiques et de l'informatique, (1989), p.124-128.

Artigue (M.) : *Epistémologie et didactique*. Recherches en Didactique des Mathématiques vol.10 n°2.3, (1990), p.241-286.

Artigue (M.) & Perrin (M.J.) : *Didactic engineering, research and development tool : some theoretical problems linked to this duality*. For the Learning vol. 11.1, (1991), p.13-18.

Brousseau (G.) : *Problèmes de didactique des décimaux*. Recherches en Didactique des Mathématiques vol.2 n°1, (1981), p.37-127.

Brousseau (G.) : *Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques*. Recherches en Didactique des Mathématiques vol.7 n°2, (1986), p.33-115.

Douady (R.) : *De la didactique des mathématiques à l'heure actuelle*. Cahier de didactique des mathématiques n°6, ed. IREM de Paris 7, (1984).

Lattuati (M.) : *Analyse des pratiques et des représentations de professeurs de lycée à propos des calculatrices*. Mémoire de DEA, Didactique des disciplines, université Paris 7, (1993).

Marilier (M.C.) : *Enseignants de mathématiques pratiquant le travail en petits groupes en classe : des pratiques, des représentations (étude de cas)*. Thèse de doctorat, université René Descartes, Paris 5, (1994).

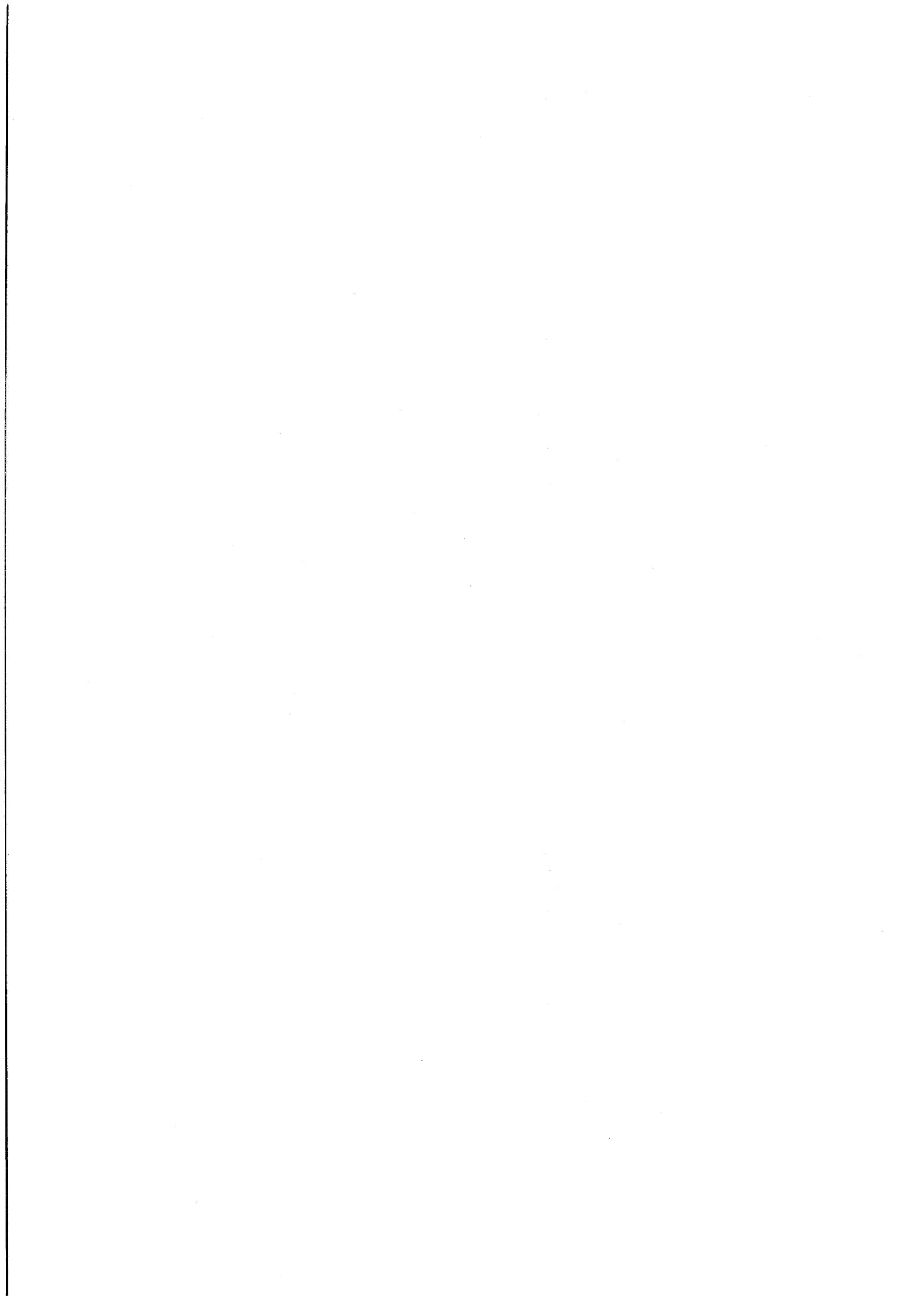
Mercier (A.) & Salin (M.H.) : *L'analyse a priori, outil pour l'observation*. Actes de l'Université d'Eté : Didactique des Mathématiques et formation des maîtres à l'école élémentaire. Ed IREM de Bordeaux, "Olivet" (1988), p.203-216.

Robert (A.) : *Eléments de réflexion sur l'utilisation numérique des calculatrices programmables en première S et en terminales C et E*. Repères-IREM n°11, ed. Topiques, (1993), p.77-96.

Trouche (L.) : *Calculatrices graphiques : la grande illusion*. Repères-IREM n°14, ed. Topiques, (1994), p.39-55.

Vergnaud (G.) : *Quelques orientations théoriques et méthodologiques des recherches françaises en didactique des mathématiques*. Recherches en Didactique des Mathématiques vol.2 n°2, (1981), p.215-232.

Vergnaud (G.) : *La théorie des champs conceptuels*. Recherches en Didactique des Mathématiques vol.10 n°2.3, (1990), p.133-170.



## **LISTE DES ANNEXES**

**Annexe Grilles/fiches**

**Annexe Programmes**

**Annexe Logiciels 1**

**Annexe Logiciels 2**

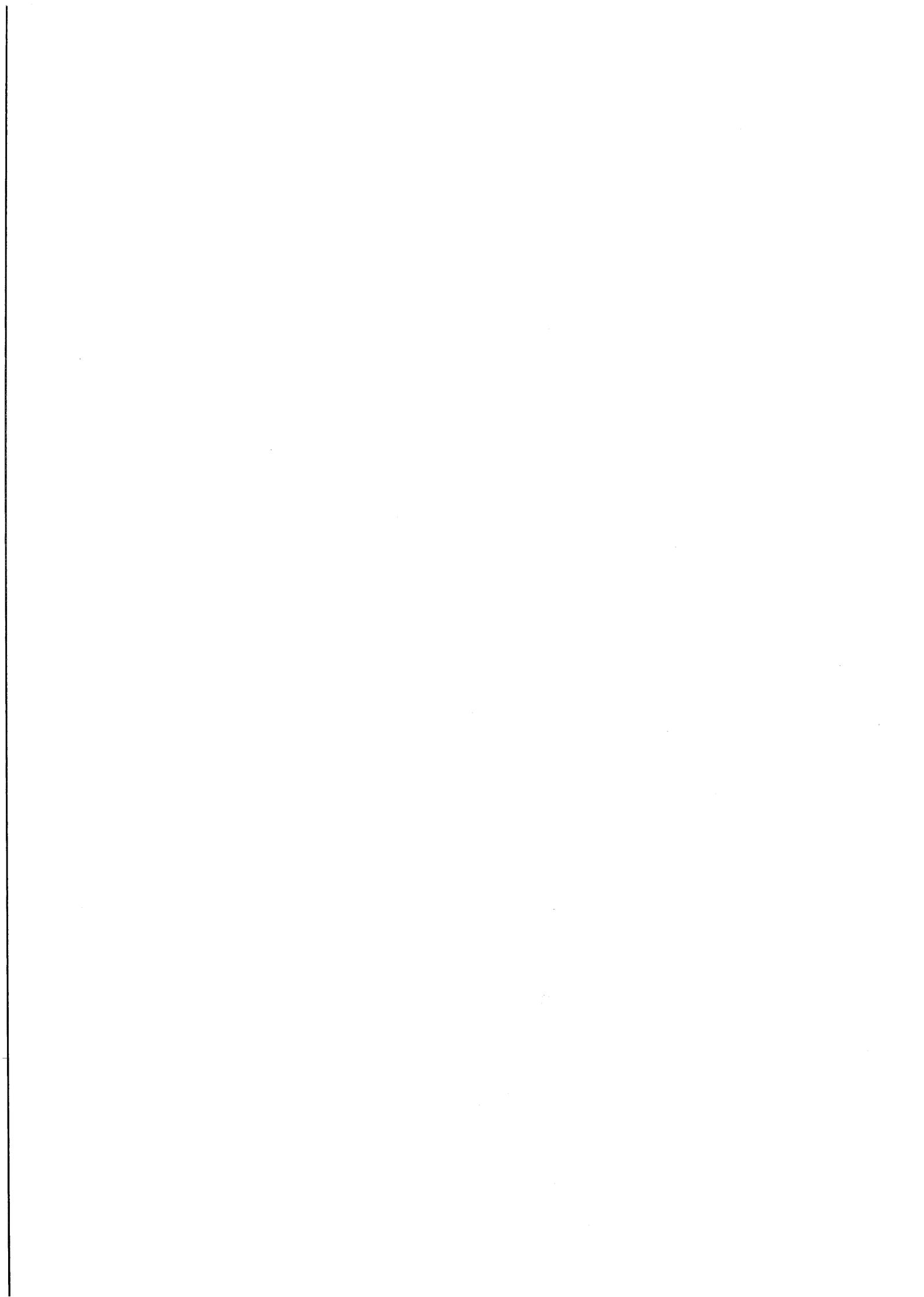
**Annexe Grille**

**Annexe Grille "P+"**

**Annexe Stage**

**Annexe Stagiaires**

**Annexe Documents de formation**



Annexe Guillel / Frises

Modèle de remplissage des guilles CONT - COM à Propos du logiciel FRISE.  
(Extrait de la thèse de F. Trihand)

**FRISE**

Nous avons travaillé sur une version préliminaire du logiciel ultérieurement commercialisé par Cedric/Nathan, qui diffère sensiblement de la version définitive : en particulier, l'option "étudier une frise" n'est pas disponible : on ne peut que dessiner ou regarder une frise, ou encore quitter le logiciel.

Le lecteur trouvera une description de FRISE dans sa version définitive (proche, pour les options disponibles, du logiciel que nous avons utilisé) dans *Documentation des logiciels Nathan Ecoles : Français / Mathématiques*, Paris, Cedric/Nathan, 1985.

Rappelons qu'il est possible de classer les dessins appelés frises selon le groupe des isométries qui les laissent globalement invariants : de plus, on peut démontrer qu'il existe sept groupes possibles d'isométries conservant globalement une frise.

Le logiciel FRISE permet d'afficher à l'écran des frises des sept types possibles.

L'utilisateur choisit, parmi sept machines, sa "machine à friser", c'est-à-dire, d'un point de vue mathématique, un système d'isométries générateur de frises.

Ensuite, il dessine avec le crayon optique, point par point, un motif sur un pavé minimum permettant de reconstituer la frise.

Le pavé translatable construit à partir du pavé minimum, et la frise s'affichent automatiquement, au fur et à mesure, à l'écran.

Ainsi, l'utilisateur emploie un système générateur minimum (pavé minimum, système d'isométries) de frises : la frise qu'il obtient peut admettre ce système comme système générateur minimum si, par ailleurs, le dessin qu'il effectue ne comporte pas de particularités en terme d'isométries.

Il lui est possible de regarder en diverses tailles les frises qu'il a produites

	Grille CONT	Nom du logiciel : FRISE	Oui, Non
Niveau concerné			X
CP			X
CE			X
CM			X
Concepts mathématiques impliqués par le logiciel			X
Type arithmétique			X
Type géométrique			X
Le logiciel permet-il d'aborder plusieurs concepts de même type ?			X
Organisation du logiciel par rapport à un concept			X
Le logiciel permet-il de traiter plusieurs problèmes relatifs à un même concept ?			X
Un nombre fini déterminé ?			X
Une infinité théorique ?			X
Les problèmes sont-ils nécessairement isomorphes ?			X

**Action de l'enfant par rapport à l'activité**

(sans faire intervenir le problème de communication avec la machine)

La définition du contenu de l'activité

- Le logiciel décide-t-il des problèmes à traiter ?
- L'enfant ou le maître peuvent-ils à chaque nouveau problème compléter la définition de celui-ci par des consignes faisant intervenir des éléments du logiciel ?
- le complément de définition porte-t-il sur l'objet à produire ?
- le complément de définition porte-t-il sur la démarche à tenir ?

La donnée des consignes définissant le contenu de l'activité

- Y-en-a-t-il ?
- Sur l'écran ?
- Sur une documentation ?
- Sont-elles données en une fois pour tout un problème ?

La gestion de l'activité

- L'enfant doit-il choisir un type de problème parmi plusieurs qui lui sont proposés ?
- L'enfant doit-il choisir un niveau de difficulté parmi plusieurs qui lui sont proposés ?
- L'enfant doit-il suivre un cursus de plusieurs problèmes ?
- L'enfant doit-il répondre à des questions conceptuelles ?
- L'enfant peut-il avoir recours à une aide proposée par le logiciel ?

	Oui	Non
Le logiciel décide-t-il des problèmes à traiter ?	X	
L'enfant ou le maître peuvent-ils à chaque nouveau problème compléter la définition de celui-ci par des consignes faisant intervenir des éléments du logiciel ?	X	
- le complément de définition porte-t-il sur l'objet à produire ?	X	
- le complément de définition porte-t-il sur la démarche à tenir ?	X	
Y-en-a-t-il ?	(X)	
Sur l'écran ?	(X)	
Sur une documentation ?	X	
Sont-elles données en une fois pour tout un problème ?	(X)	
L'enfant doit-il choisir un type de problème parmi plusieurs qui lui sont proposés ?	X	
L'enfant doit-il choisir un niveau de difficulté parmi plusieurs qui lui sont proposés ?	X	
L'enfant doit-il suivre un cursus de plusieurs problèmes ?	X	
L'enfant doit-il répondre à des questions conceptuelles ?	X	
L'enfant peut-il avoir recours à une aide proposée par le logiciel ?	X	

La validation de l'activité par rapport à son contenu

- L'enfant peut-il valider ? Y-a-t-il un effet ?
- La machine "fait-elle la validation" pour l'enfant ?
- L'enfant constate-t-il la validation de son activité par message du logiciel :
  - Support du message
    - . écriture
    - . graphisme
    - . son
  - Contenu et cas d'envoi du message
    - . réponse exacte au problème
    - en cas d'erreur
    - toujours
  - . information ou confirmation de la réponse
  - . autres éléments
- L'enfant peut-il se sentir maître de la validation ?
  - . Par visualisation de la production qu'il a fait faire à la machine en réponse au problème traité ?
  - . Autrement ?

	Oui	Non
L'enfant peut-il valider ? Y-a-t-il un effet ?	X	
La machine "fait-elle la validation" pour l'enfant ?	X	
L'enfant constate-t-il la validation de son activité par message du logiciel :		
- Support du message		
. écriture		
. graphisme		
. son		
- Contenu et cas d'envoi du message		
. réponse exacte au problème		
- en cas d'erreur		
- toujours		
. information ou confirmation de la réponse		
. autres éléments		
L'enfant peut-il se sentir maître de la validation ?	X	
. Par visualisation de la production qu'il a fait faire à la machine en réponse au problème traité ?	X	
. Autrement ?		X

Grille COM

Nom du logiciel : FRVSE

Les instructions pour la réalisation de l'activité : les données du logiciel et de son environnement concernant la communication machine-utilisateur.

**Caractérisation**

Y-a-t-il :

- a - instructions de définition de l'activité ?
- b - instructions questions à l'utilisateur par rapport au problème qu'il traite ?
- c - instructions de parcours du logiciel ?
- d - instructions qui permettent à l'utilisateur de faire produire la machine ?

**Support des instructions**

Y-a-t-il des instructions (autres qu'une invite utilisateur) :

- Sur l'écran ?
- Le périphérique d'entrée rend-il ce support nécessaire ?
- Sur un document ?
- Sur un autre type de support ?

**Validité des instructions**

Pour les instructions qui peuvent être des entrées utilisateur (instructions de type d et c - branchement dans le logiciel)

- Toutes sont-elles valides sur tout le logiciel ?
- Certaines sont-elles valides sur une partie du logiciel ?
- Certaines sont-elles valides à un seul endroit du logiciel ?

	Oui	Non
(x)		X
X	X	
X	X	
(x)		X
X		X
X		X

**Les entrées-utilisateur**

**Caractérisation**

Une entrée-utilisateur peut-elle être :

- une instruction ?
- une combinaison d'instructions ?
- autre chose qu'une instruction ou une combinaison d'instructions ?

**Organisation**

Peut-on enchaîner des entrées :

- sans recevoir d'instructions autres qu'un symbole d'invite ?
- sans recevoir d'instructions autres que la précédente instruction ?
- sans provoquer d'évaluation ?

**Évaluation**

**Caractérisation**

Y-a-t-il une évaluation syntaxique/sémantique :

- par rapport au discours-utilisateur ?
- par rapport à l'attendu du conceptuel du logiciel ?

**Effet de l'évaluation**

Étude de la production de la machine suite à une entrée utilisateur valide (c'est-à-dire ne donnant pas lieu à un message de correction syntaxique/sémantique par rapport au discours-utilisateur) :

**Effet de type 1**

Y-a-t-il exécution avec production d'objets commandés par l'entrée-utilisateur ?

	Oui	Non
X		X
X	X	
X	X	
X		X
X		X
X		X



Extrait de la brochure :

Dossier n° 5

"Pour une utilisation réfléchie des Numériseurs"  
(IREM de Poitiers)

## DEMONSTRATIONS DE GEOMETRIE

### I - Préparation de la séance

#### 1/ Le contexte

En classe de 4ème, après avoir énoncé les théorèmes des milieux dans le triangle et étudié le parallélogramme, cours et exercices proposent des démonstrations géométriques, de façon très progressive ; des séances sont consacrées à l'apprentissage de la démonstration.

#### 2/ Les objectifs

- Apprendre à démontrer une propriété ;
- extraire d'une figure ou d'un texte les données à utiliser pour employer tel ou tel théorème ;
- choisir le théorème à appliquer.

#### 3/ Le choix du logiciel

Le logiciel Démonstrations de Géométrie de chez Nathan a été retenu.

L'élève dispose de 7 théorèmes - voir le document d'accompagnement ci-joint - pour résoudre des exercices.

Un exemple peu intéressant est proposé en illustration ; des explications sont disponibles dans le logiciel.

Pour chaque exercice, une figure de travail et une figure-cible sont affichées ; il faut extraire les données de la figure de travail et indiquer le théorème qui s'applique ; la figure de travail évolue au cours de l'exercice : elle s'enrichit des propriétés réellement démontrées.

Une aide peut être obtenue par RAZ ; tous les renseignements nécessaires sont regroupés dans la fiche d'évaluation ci-jointe.

FICHE D'ÉVALUATION DE LOGICIELS POUR L'ENSEIGNEMENT

2

Nom du logiciel : DEMONSTRATION de GEOMETRIE				Discipline : Maths	
Référence : NATHAN		Langage : BASIC + BINAIRE			
MOS			X	Portant sur les programmes de	4ème
TO7					
TO7.70			X		
EXEL					
Autres					
	cassette	disquette	réseau	Utilisable en révisions en	
Partie concernée du programme :				Utilisable pour :	
Parallélogramme				Introduire une notion <input type="checkbox"/> Illustrer le cours <input type="checkbox"/>	
Énoncé des milieux dans le triangle				Entraîner les élèves <input checked="" type="checkbox"/> Contrôler les acquis <input type="checkbox"/>	
				Réviser <input type="checkbox"/> Autres <input type="checkbox"/>	
Expérimenté par : M.J. BACH			le : 10.1.87		durée d'utilisation : 3 fois 1 h
en 4ème A			17 et 24.1.87		et ce n'est pas fini
Appréciation générale : Bon logiciel d'exploitation facile après la 1ère séance qui est un peu difficile. Il est nécessaire d'y consacrer plusieurs séances.					
<u>ASPECTS PÉDAGOGIQUES</u>					
1/ Quels sont les objectifs ?					
A partir d'un petit nombre de théorèmes (les 7 premières démonstrations n'utilisent que 2 théorèmes), faire des démonstrations.					
Savoir choisir le théorème à appliquer (les élèves éprouvent des difficultés à choisir le bon théorème à appliquer même lorsqu'il n'y en a que 2 au choix).					
2/ Quel apport pour les élèves ?					
* L'élève arrive, avec un peu d'habitude, à visualiser les hypothèses et à comprendre ce qu'il faut démontrer.					
* L'élève apprend à extraire d'une figure des hypothèses à utiliser pour appliquer tel ou tel théorème.					
* Lorsque le théorème est choisi, il apparaît sur la partie droite de l'écran d'une manière très claire.					
3/ Comment a-t-il été utilisé dans la progression du travail ?					
* Pour l'apprentissage de la démonstration, d'une manière indépendante de l'ensemble du cours de géométrie, ce qui permet d'y revenir autant que nécessaire.					
* Les élèves ont en leur possession la fiche où sont recensés les 7 théorèmes utilisables.					

4/ Une fiche de travail a-t-elle été remplie pendant la séance ?

A chaque séance, l'élève a son cahier d'exercices, il note le n° de l'exercice, écrit les hypothèses et la conclusion à démontrer.

5/ Ya-t-il eu mise en commun, synthèse, exploitation du travail effectué sur ordinateur ?

Je jugerai de l'intérêt de ce travail en notant le pourcentage de réussite d'une démonstration de la série.

6/ Évaluation des comportements et des connaissances :

La 1ère séance est laborieuse il faut s'habituer aux symboles lumineux utilisés sur les figures.  
Les élèves sont actifs et finissent par comprendre les conditions à réaliser pour appliquer un théorème.  
Les élèves faibles ne se découragent pas, ils ont parfois besoin du professeur.

ASPECTS TECHNIQUES

1/ Quelle est la fiabilité du logiciel ?

Bonne, je n'ai pas constaté d'anomalies. Il n'y a eu aucun blocage.

2/ Les manipulations sont-elles aisées, rapides... ?

Manipulations aisées mais analyse de la réponse très lente.

3/ Les messages affichés sont-ils clairs ?

Oui.

4/ Les réponses sont-elles corrigées ? Comment ?

Par la touche RAZ on a accès à un menu secondaire qui permet d'obtenir l'aide : la solution s'affiche point par point sur l'écran.

5/ Les erreurs sont-elles explicitées ?

Oui, mais l'élève ne comprend pas toujours la signification du message d'erreur et appelle le professeur pour obtenir des explications.

6/ Ya-t-il une trace des réponses sur disquette ? Sur imprimante ?

Non. Le numéro de l'exercice cherché se colore en marron si l'élève l'a réussi sans aide.

7/ Les données du logiciel sont-elles modifiables ?

Non.

Autres matériels utilisés

- Règles, compas, etc
- Rétroprojecteur
- Diapositives
- Magnétoscope
- Calculatrices
- Classeur-prise de notes
- Imprimante
- Autres (à préciser)

Remarques et prolongements :

- \* Il serait intéressant de réduire le temps de recherche et d'analyse des réponses, le temps de construction des figures.
- \* Les bons élèves évoluent vite à leur rythme. Le professeur est disponible pour donner des explications supplémentaires à ceux qui ont des problèmes.

DEMONSTRATIONS DE GEOMETRIE

DOCUMENT D'ACCOMPAGNEMENT

CE QU'IL FAUT SAVOIR POUR COMMENCER

- 1/ Dès que vous voyez apparaître sur l'écran le dessin de la "petite main"  , appuyez sur la touche ENTREE pour passer à la suite.
- 2/ Deux droites parallèles sont dessinées dans une même couleur.
- 3/ Deux segments de même longueur portent un symbole carré de même couleur.

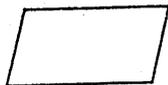
Touche RAZ

Dès l'instant où vous avez commencé à résoudre un exercice, vous pouvez faire appel à la touche RAZ. Cette touche permet d'accéder à un menu secondaire :

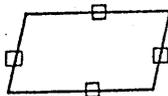
- 1. Pour recommencer l'exercice
- 2. Pour abandonner l'exercice
- 3. Pour une aide
- 4. Pour continuer l'exercice

LES THEOREMES

Théorème 1



• Cette figure est un parallélogramme.



• Les côtés opposés d'un parallélogramme ont la même longueur.

Théorème 2



• Les extrémités de deux segments de supports parallèles et de même longueur sont les sommets d'un parallélogramme.

Théorème 3



• Dans un triangle, la droite passant par le milieu d'un côté et parallèle à un deuxième côté, passe alors par le milieu du troisième côté.

Remarque : ce théorème est étudié dans l'exercice 5.

Théorème 4



• Dans un triangle, la droite passant par les milieux de deux côtés et parallèle au troisième côté.

Remarque : ce théorème est étudié dans l'exercice 6.

Théorème 5



• Les diagonales d'un parallélogramme se coupent en leur milieu.

Remarque : ce théorème est étudié dans l'exercice 13.

Théorème 6



• Les extrémités de deux segments se coupant en leur milieu sont les sommets d'un parallélogramme.

Remarque : ce théorème est étudié dans l'exercice 7.

Théorème 7



• Si dans un quadrilatère ABCD, les droites (AB) et (CD) sont parallèles, I est le milieu du segment [AD] et I ∈ [BC], alors I est le milieu de [BC].

#### 4/ La fiche de travail

Une fiche de travail pourrait être élaborée mais les élèves prennent note de leurs travaux sur leur cahier d'exercices : n° d'exercices, données-hypothèses, conclusion à démontrer, raisonnement ou n° des théorèmes employés.

### II - Déroulement de la séance

#### 1/ L'organisation

Plusieurs séances de T.D. par demi-classe ont été organisées : les élèves sont par groupe de 2, une bonne partie de la lère séance est consacrée à l'apprentissage de la manipulation du logiciel et à la compréhension des figures et des conventions employées.

#### 2/ Les consignes de travail

A chaque séance, les consignes de travail sont données au tableau :

- résoudre un exercice de niveau au moins égal à celui de la séance précédente ;
- noter les données de la figure de travail, la conclusion à démontrer (figure-cible) et les numéros des théorèmes employés.

#### 3/ Le matériel

Outre le cahier d'exercices, le document d'accompagnement regroupant les 7 théorèmes est nécessaire.

### III - L'exploitation pédagogique

#### 1/ En cours de séance

Les élèves sont actifs ; l'enseignant veille à la bonne lecture des données et à la compréhension des figures ; il peut partager son temps entre les différents groupes ou se consacrer plus particulièrement aux élèves en difficulté.

#### 2/ Pour la séance suivante

Il peut être intéressant de demander à chaque élève :

- de bâtir l'énoncé classique du problème qu'il a résolu ,
- de construire la ou les figures ;
- de rédiger son raisonnement.

Extrait de la brochure : Guide des logiciels de mathématiques en collège (IREM de Poitiers)

FICHE CRITIQUE DE LOGICIEL

**SYMETRIE ORTHOGONALE**

Collection <i>INTER IREM</i>	Editeur <i>IREM TOULOUSE</i>	Prix	Année 88
Version DNR <input type="checkbox"/>	PC <input type="checkbox"/>	TO7 <input type="checkbox"/>	MO5-6 <input type="checkbox"/>
DNR Mixte <input checked="" type="checkbox"/>		TO8 <input type="checkbox"/>	Langage <i>BASIC</i>
Niveau <i>5ème</i>	Type	Ocm <input type="checkbox"/>	Imagiciel <input checked="" type="checkbox"/>
		Exercices <input type="checkbox"/>	Outil <input type="checkbox"/>
		Cours <input type="checkbox"/>	Autre <input type="checkbox"/>
Thème <i>La symétrie axiale</i>			

**DESCRIPTIF**

*7 activités sont proposées pour familiariser l'élève avec la symétrie axiale : il "pilote" des points, leur image par symétrie axiale est construite par l'ordinateur.  
Il s'agit donc, pour lui, de comprendre et interpréter ces images.*

**UTILISATION**

**Place dans le cours**  
En introduction ou en exercice d'application

<b>Périphériques</b> <i>Non</i>	<b>Possibilités d'adaptation</b> <i>Non</i>
<b>Durée</b> <i>7 x 5 ou 10 mn</i>	<b>Evaluation des résultats</b> <i>Non</i>

**OBSERVATIONS**

<b>Points forts</b> <i>Stratégie, approche pédagogique motivante dans les activités 6 et 7</i>	<b>Points faibles</b> <i>Les touches utilisées ne sont pas signalées Le graphisme n'est pas excellent</i>
---	--

Facilité d'utilisation	+++	Fiabilité	++++
Intérêt PEDAGOGIQUE	++++	Contenu et respect des programmes	+++++

**NOTRE AVIS**      + + +      *Des idées intéressantes mais la réalisation peut être améliorée*

(Echelle d'appréciation de + à +++++)

1. TRAVAUX GÉOMÉTRIQUES

TEXTES OFFICIELS

Arrêté du 14 novembre 1985

fixant les programmes des classes des collèges

B.O. n° 44 du 12 décembre 1985

Les compléments aux programmes de Sixième sont publiés  
au B.O. spécial n° 4 du 30 juillet 1987

De l'école élémentaire, les élèves apportent une expérience des figures les plus usuelles. *L'objectif fondamental en Sixième est encore la description et le tracé de figures simples.* Au terme d'un processus progressif, le champ des figures étudiées est enrichi, le vocabulaire est précisé et les connaissances sont réorganisées à l'aide de nouveaux outils, notamment *la symétrie orthogonale par rapport à une droite* (symétrie axiale).

Les travaux géométriques prennent appui sur *l'usage des instruments de dessin et de mesure* et sont conduits en liaison étroite avec l'étude des autres rubriques. Ils constituent en particulier le support d'activités numériques conjoints (grandeurs et mesures) ou de notions en cours d'acquisition (trépage, proportionnalité).

1.3. Dans le plan, transformation de figures par symétrie orthogonale par rapport à une droite

1.3.1. Construction d'images, mise en évidence de conservations

L'effort portera d'abord sur un travail expérimental (pliage, papier calque) permettant d'obtenir un inventaire abondant de figures simples, à partir desquelles se dégageront de façon progressive les propriétés conservées par la symétrie axiale, ces propriétés prenant alors naturellement le relais dans les programmes de constructions.

La symétrie axiale n'a ainsi, à aucun moment, à être présentée comme une application du plan dans lui-même. Survant les cas, elle apparaîtra sous la forme :

De l'action d'une symétrie axiale donnée sur une figure ;

De la présence d'un axe de symétrie dans une figure, c'est-à-dire d'une symétrie axiale la conservant.

1.3.2. Construction de figures symétriques élémentaires et énoncé de leurs propriétés

Ces constructions partent de notions acquises à l'école élémentaire et aboutissent à des définitions plus élaborées et plus efficaces : par exemple, on reconnaît qu'un triangle est isocèle à ce qu'il possède un axe de symétrie.

Des travaux permutent, sous la direction du professeur, de mettre en œuvre de brèves séquences deductives : ici aussi, on prendra garde de ne pas demander aux élèves de prouver des propriétés perçues comme évidentes.

Compétences exigibles des élèves

Construire le symétrique d'un point, d'une droite, d'un segment, d'une ligne polygonale, d'un cercle, que l'axe de la symétrie coupe ou non la figure.

Tracer le ou les axes de symétrie des figures suivantes : triangle isocèle, triangle équilatéral, losange, rectangle, carré.

Construire, par une méthode non imposée et sur papier blanc, la médiatrice d'un segment, la bissectrice d'un angle.

Utiliser la symétrie axiale pour construire : un triangle isocèle, un losange, un rectangle, un carré.

Relier les propriétés de la symétrie axiale à celles des figures du programme.

PROGRAMMES  
ET  
COMPLÉMENTS

	sixième	cinquième	quatrième	troisième
GRANDEURS ET MESURES	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Périmètre et aire du carré, du rectangle</li> <li>- Longueur du cercle.</li> <li>- Volume du parallélépipède rectangle.</li> <li>- Unités usuelles longueur, aire volume, angle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aire du parallélogramme, du triangle, du disque ...</li> <li>- Aire et volume du cylindre de révolution, des prismes droits.</li> <li>- Somme des angles d'un triangle</li> <li>- Unités usuelles : durées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aire de la sphère, volume de la boule</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Volume d'une pyramide, d'un cône de révolution</li> <li>- Effet d'un agrandissement ou d'une réduction sur longueur, aires et volumes, masses</li> </ul>
REPERAGE ET DISTANCES ANGLES	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Repérage sur une droite graduée par les nombres relatifs.</li> <li>- Repérage dans un plan quadrillé (coordonnées)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grandeurs quotients (vitesse en km/h et en m.s<sup>-1</sup>, débit, ...)</li> <li>- Grandeurs produits (voyageurs · x km, k w h, ...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coordonnées d'un vecteur du plan ; somme vectorielle</li> <li>- Trigonométrie dans le triangle rectangle.</li> <li>- Distance en repère orthonormal. Equations d'une droite sous la forme <math>y = mx + p</math> ; <math>y = mx + p</math> ; <math>x = p</math></li> </ul>
CONFIGURATIONS ET TRANSFORMATIONS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parallélogramme rectangle</li> <li>- Rectangle, losange.</li> <li>- Triangle, triangle isocèle</li> <li>- Cercle.</li> <li>- Transformation de figures par symétrie par rapport à une droite.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prismes droits, cylindre de révolutions.</li> <li>- Parallélogramme</li> <li>- Triangle, les médiatrices sont concurrentes.</li> <li>- Transformations de figures par symétrie par rapport à un point.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sphère ; section par des plans</li> <li>- Dans le plan, projection sur une droite selon une direction, conservation du milieu.</li> <li>- Triangle : "droites des milieux", concours des bissectrices, médianes et hauteurs.</li> <li>- Triangle rectangle : cercle inscrit.</li> <li>- Transformation de figures par translation, par rotation, polygones réguliers.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pyramides, cônes de révolution : section par des plans parallèles au plan de base.</li> <li>- Angle inscrit dans un cercle et angle au centre associé.</li> <li>- Eroncé de Thalès relatif au triangle</li> <li>- Construction de transformés de figures par composition, de deux translations, de deux symétries centrales, de deux symétries par rapport à des droites parallèles ou perpendiculaires.</li> </ul>
NOMBRES ET CALCUL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ecriture fractionnaires des nombres décimaux positifs et opérations +, -, x.</li> <li>- Quotient de deux décimaux positifs, approximations de ce quotient.</li> <li>- Critères de divisibilités par 2, 3, 5, 9.</li> <li>- Troncature et arrondi. Rangement de décimaux positifs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comparaison et addition de deux nombres positifs en écriture fractionnaire de même dénominateur, multiplication de deux nombres en écriture fractionnaire.</li> <li>- Egalités <math>k(afb) = ka \neq kb</math> pour les décimaux positifs.</li> <li>- Comparaison, addition et soustraction de nombres relatifs en écriture décimale.</li> <li>- Equations numériques <math>ax + b</math> ou <math>ax = b</math> (<math>a \neq 0</math>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Opération (+, -, x, /) sur les nombres relatifs en écriture décimale ou fractionnaire.</li> <li>- Effet de l'addition et de la multiplication sur l'ordre.</li> <li>- Puissances entières d'exposant positif ou négatif.</li> <li>- Ecriture des nombres en notation scientifique et en notation ingénieur.</li> <li>- Développement d'expressions de la forme <math>(a+b)(c+d)</math>.</li> <li>- Equations et inéquations du 1er degré à une inconnue, problèmes qui y conduisent.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Factorisation d'expressions de la forme : <math>a^2 - b^2</math>, <math>a^2 + 2ab - b^2</math>.</li> <li>- Calculs élémentaires sur les radicaux.</li> <li>- Système de deux équations du 1er degré à deux inconnues ; problèmes qui y conduisent.</li> <li>- Problèmes se ramenant au premier degré.</li> <li>- Exemples élémentaires d'algorithmes ; application numérique sur ordinateur.</li> </ul>
REPRESENTATION ET ORGANISATION DE DONNEES	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lecture, interprétation et réalisation de tableaux et de graphiques.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moyenne, moyennes pondérées.</li> <li>- Médiane</li> </ul>
FONCTIONS NUMERIQUES	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Multiplication par une fraction <math>\frac{a}{b}</math></li> <li>- Application d'un pourcentage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vitesse moyenne</li> <li>- Calcul d'un pourcentage, d'une fréquence, d'un taux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proportionnalité. Applications</li> <li>- Pourcentages, indices</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Applications affines.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chargement d'unités de longueur, aire, volume.</li> <li>- Echelle d'une carte : classements d'échelles. Quatrième proportionnelle.</li> </ul>			

ANNEXE "Logiciels 1"

**Nom du logiciel : "Cocottes" (CNDP, 1985)**

Logiciel fermé, tourne sur Nanoréseau.

*Description et mode d'emploi :*

La première page écran est un menu de cinq options dont la dernière est : "Quitter le jeu". Les quatre premières options sont dans l'ordre :

1- "Voir les effets d'une symétrie". Si l'on choisit cette option, une figure géométrique (de couleur verte), que le logiciel appelle "cocotte", apparaît à l'écran, ensuite apparaît une droite verticale au milieu de l'écran. On voit alors s'afficher la phrase suivante : "Cherchons les symétries des sommets", et les sommets de la figure sont symétrisés successivement par le tracé des segments de rappel. A la fin de cette symétrisation le logiciel affiche : "Voilà la cocotte symétrique de la cocotte verte", et on voit se tracer la figure symétrique en joignant les sommets images, les segments de rappel ne sont pas effacés.

2- "Faire des symétries". Si l'on choisit cette option, on obtient une page écran où sont tracées deux droites parallèles, perpendiculaires à une troisième, les trois droites sont numérotées et sont de couleurs différentes. Une cocotte apparaît et le logiciel propose à l'utilisateur de donner le numéro de la droite qu'il choisit pour axe de symétrie, en donnant un numéro on voit apparaître : la cocotte symétrique si elle est dans les limites de l'écran, et le message "hors de l'écran" si elle ne l'est pas. On peut choisir une succession de numéros, le logiciel donne la cocotte résultat de la composition des symétries.

3- "Jouer avec la cocotte". Si l'on choisit cette option, on obtient la même page écran que dans (2) mais cette fois les deux cocottes apparaissent en même temps (une rouge et une bleue). Il s'agit, pour l'utilisateur, de trouver par quelle transformation, composée de symétries orthogonales, il obtient la bleue en partant de la rouge, et ceci en donnant dans l'ordre les numéros des droites, axes successifs de symétrie. Si la réponse est correcte le message suivant apparaît "Bravo trouvé", sinon on voit apparaître la cocotte résultat (si elle est dans les limites de l'écran) de la composition proposée ainsi que le message : "Tu t'es trompé" et la solution est donnée. Après cela, la même succession est proposée à l'utilisateur mais avec de nouvelles positions des deux cocottes.

4- "Savoir ce qui vous attend". Si l'on choisit cette option, on voit s'afficher un texte d'explication des trois activités précédentes, composé de trois rubriques : "Que va-t-il se passer ? Que devrez-vous faire ? Comment le ferez-vous ?".

On peut à tout moment sortir d'une option choisie en tapant "RAZ".

*Prérequis informatiques:*

Il suffit de savoir utiliser le clavier.

*Critique "qualité technique" :*

Aucun problème technique n'est à signaler.

*Type du logiciel et usages possibles :*

C'est un logiciel fermé à aspect ludique. Il peut être utilisé individuellement par l'élève en cours ou en soutien, la présence de l'enseignant n'est pas indispensable. Il peut être également utilisé par l'enseignant en usage collectif (grand écran).

### *Analyse a priori du contenu*

En ce qui concerne les deux premières options, le logiciel agit en simulateur de symétries, l'élève est en situation d'observateur.

Ces deux options peuvent être utilisées en classe de sixième : la première, à l'occasion de l'apprentissage de la procédure ponctuelle avec le procédé de la médiatrice, la deuxième, soit au cours de la phase des premières approches de la notion de symétrie (en choisissant une seule droite de symétrie), soit au cours d'une phase de réinvestissement où il s'agit pour l'élève de prévoir la position de la cocotte symétrique avant que celle-ci soit donnée par le logiciel.

La troisième option donne à l'élève la possibilité de tester sa perception de la succession de plusieurs symétries, sans pour autant lui laisser la possibilité de corriger sa réponse en cas d'erreurs. De plus, dans ce cas, le logiciel ne fait aucun commentaire (aucune analyse de l'erreur) et donne la bonne réponse sans aucune explication.

Nous pensons que cette option est plus du niveau de la classe de cinquième, où elle peut servir au cours de l'enseignement de la notion de symétrie centrale (composée de deux symétries orthogonales d'axes perpendiculaires).

#### *Variables didactiques des figures et des tâches :*

V1- Le support graphique (écran) est rectangulaire et rigide donc interdit le pliage.

V2 & V4 - La figure à symétriser est composée d'un assemblage de segments qui ne coupent pas l'axe.

V3- Les axes de symétrie sont en majorité verticaux. La direction horizontale est également présente, mais il n'y a pas d'axes obliques.

#### *Procédures de construction :*

Les procédures de construction sont à la charge du logiciel, elles ne sont apparentes que dans l'option 1.

#### *Conceptions erronées qui risquent d'être renforcées (ou à déstabiliser) :*

Deux conceptions erronées peuvent particulièrement être renforcées : "l'axe de symétrie est souvent vertical, parfois horizontal", "les figures objet et image ne coupent pas l'axe de symétrie et sont situées dans deux demi-plans séparés par cet axe".

#### *Situation d'enseignement pouvant être construite avec ce logiciel :*

L'option (1) peut être essentiellement utilisée par l'enseignant en poste unique, pour donner une illustration "animée" de la procédure ponctuelle avec le procédé de la médiatrice. Cette utilisation reste très ponctuelle.

En revanche, l'enseignant pourrait enchaîner par l'utilisation de l'option (2), toujours en poste unique ou éventuellement en postes individuels. L'activité demandée à l'élève est alors la prévision de la position de la cocotte symétrique par rapport à chacune des trois droites tracées à l'écran, le logiciel sert à valider cette prévision.

L'enseignant peut coupler cette activité avec un travail papier-crayon en demandant à l'élève de reproduire l'écran avec les trois droites sur une feuille, puis de tracer une figure objet "simple" (point, segment, triangle, ...), et d'essayer, sans plier la feuille ni utiliser le calque, de tracer à la main les figures images par rapport aux trois axes. Pour valider ces constructions, l'enseignant demandera aux élèves de tracer le segment de rappel pour chacun des sommets de la figure et de vérifier si ce segment est approximativement perpendiculaire à l'axe et si son milieu est à peu près sur l'axe.

L'objectif principal d'une telle situation d'enseignement est d'habituer les élèves à l'anticipation perceptive de la position de la figure image, comme validation a priori de la construction. Ceci pourrait également servir, le cas échéant, à reconnaître plus aisément les figures possédant un ou plusieurs axes de symétrie.

*Connaissances préalables :*

Cette situation, prenant place dans une phase d'approfondissement au cours de l'enseignement de la symétrie orthogonale, suppose connues les procédures de construction de figures symétriques ainsi que les propriétés de la symétrie orthogonale.

*Connaissances visées :*

L'objectif de cette situation, comme nous venons de le dire, n'est pas de transmettre une connaissance, mais d'encourager un processus d'anticipation de la figure image, validé par une construction utilisant la procédure ponctuelle et non le pliage.

*Comparaison-apport P/C-Logi :*

L'apport essentiel du logiciel dans cette situation, est d'une part l'impossibilité du pliage qui oblige la mise en oeuvre des propriétés de la symétrie pour bien prévoir la position de la figure image. D'autre part, l'ordinateur fonctionne ici comme un moyen de validation immédiate de la prévision.

*Nom du logiciel* : "Symétries Translations" (Nathan-collège, valise IPT, 1985)

Trois choix figurent dans le menu : "Retournement", "Demi-tour" et "Glissement". Nous analyserons uniquement le premier qui est consacré à la symétrie orthogonale. Logiciel fermé, tourne sur Nanoréseau.

*Description et mode d'emploi* :

Le fond de l'écran est quadrillé, quatre quilles sont debout en haut du quadrillage. Nous décrivons ce logiciel en nous basant sur les informations obtenues (concernant "Retournement") en tapant "ACC" dans le menu : "Une figure bleue se dessine sur un quadrillage, selon votre choix au menu, l'axe des retournements est horizontal ou vertical. Il s'agit de trouver l'image de la figure bleue par la transformation choisie, et ceci en pointant le crayon optique sur les cases du quadrillage pour construire l'image de la figure bleue (elle se dessinera en rouge). En frappant sur "ACC", une case-image se dessinera automatiquement. En cas d'erreur, une quille se renverse, et lorsque toutes les quilles sont renversées, la solution est donnée". A la fin de chaque activité de symétrisation, l'utilisateur a le choix entre s'arrêter, on voit s'afficher : "Au revoir", ou continuer avec une autre figure objet et un autre choix d'axe (toujours horizontal ou vertical).

A la fin de chaque activité, un bilan (où sont cumulés les résultats des activités précédentes) est donné sous forme de : réussite en pourcentage, nombre d'essais (c'est-à-dire nombre d'activités), nombre de réussites, et nombre de fois où l'utilisateur a demandé de l'aide en tapant "ACC".

L'axe, qu'il soit horizontal ou vertical, est tracé au milieu de l'écran.

*Prérequis informatiques*:

Savoir utiliser le clavier et le crayon optique.

*Critique "qualité technique"* :

Aucun problème à signaler.

*Type du logiciel et usages possibles* :

C'est un logiciel fermé conçu sous forme de jeu. Il peut être essentiellement utilisé par l'élève en libre service. Il prend en charge l'élève, de ce fait la présence de l'enseignant n'est pas indispensable.

*Analyse a priori du contenu*

*Variables didactiques des figures et des tâches* :

V1- Le support graphique est rectangulaire, rigide et à fond quadrillé.

V2- Les figures objets sont relativement simples : assemblage de quelques cases.

V3- L'axe de symétrie est vertical ou horizontal, selon le choix de l'utilisateur. Il n'y a pas d'axes obliques.

V4- Vu que les figures objets sont formés d'assemblages de cases d'un quadrillage, et que les axes sont des droites verticales ou horizontales de ce quadrillage, les directions utilisées ici, apparentes à l'écran, sont alors l'horizontale et la verticale, autrement dit, la parallèle et la perpendiculaire à l'axe.

La figure objet est située d'un seul côté de l'axe.

*Procédures de construction* :

Il n'y a pas de procédures de construction, la symétrisation se fait en se basant sur une perception visuelle de la figure image. Le quadrillage et la nature des figures objets (assemblages de cases) jouent un grand rôle dans cette perception.

*Conceptions erronées qui risquent d'être renforcées (ou à déstabiliser) :*

L'utilisation de ce logiciel au début de l'enseignement de la symétrie en sixième, risque de renforcer toutes les conceptions erronées éventuellement construites au cours de l'enseignement à l'école élémentaire. Nous avons répertorié ces conceptions dans le chapitre 2 de la partie A de la thèse.

En revanche, si le logiciel est utilisé en phase d'entraînement et de soutien au cours de l'enseignement de la symétrie en sixième, après que l'enseignant ait fait travailler les élèves sur des figures pouvant justement déstabiliser ces conceptions, le logiciel pourrait alors apporter un soutien ponctuel à des élèves en difficulté.

*Situation d'enseignement pouvant être construite avec ce logiciel :*

L'utilisation possible de ce logiciel nous paraît plus pertinente en soutien, libre service. Le logiciel prendra alors en charge l'élève et l'aspect ludique installera une convivialité élève-machine.

Cependant, du fait qu'il n'y a pas de traitement de l'erreur de l'élève par le logiciel, on pourrait supposer que s'il y a apprentissage, il s'effectuera via la répétition d'exercices-jeux.

*Connaissances préalables :*

Nous avons proposé l'utilisation de ce logiciel en activité d'entraînement et de soutien. De ce fait, la notion de la symétrie est supposée être apprise, mais non complètement acquise.

*Connaissances visées :*

L'objectif de cette utilisation est d'aider les élèves en difficulté à acquérir la notion de la symétrie et les habituer à anticiper les positions des symétriques des éléments constituant la figure objet.

*Comparaison-apport P/C-Logi :*

L'apport essentiel du logiciel est d'offrir à un élève en difficulté, à travers une activité ludique, la possibilité de faire des exercices d'entraînement sans la présence du professeur et où la validation de ces réponses est faite par la machine. De plus, il peut, s'il engage sérieusement dans les résolutions successives, avoir une idée de son niveau à travers le bilan/score qui est donné régulièrement par le logiciel.

*Nom du logiciel* : "ACTI MATH" (Classe de cinquième, A. Colin, 1987)

Dans le menu du "Chapitre 2 : la symétrie centrale" de ce logiciel, l'utilisateur a quatre choix concernant la symétrie orthogonale avec axes verticaux ou horizontaux.

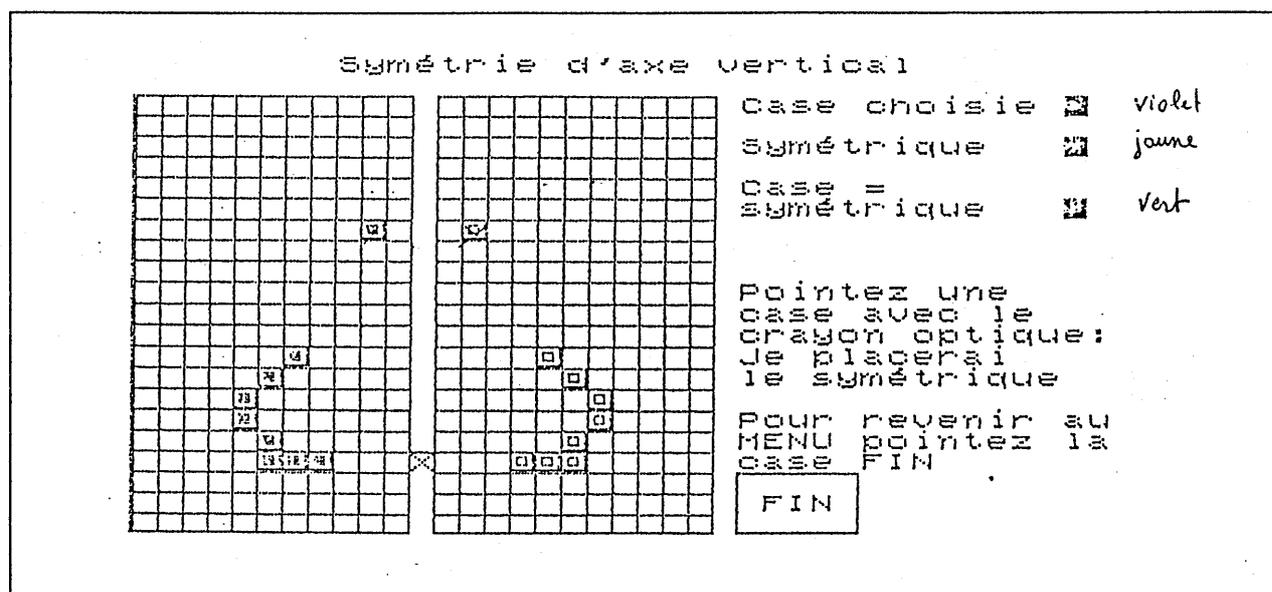
(Tourne sur Nanoréseau)

*Description et mode d'emploi* :

Les quatre choix figurent sous la rubrique : "Approche expérimentale", et sont dans l'ordre :

"Symétrie d'axe vertical", "Exercice avec axe vertical", "Symétrie d'axe horizontal" et "Exercice avec axe horizontal". Le premier et le troisième sont similaires avec deux directions différentes de l'axe, ce qui est également valable pour le deuxième et le quatrième. Nous nous contenterons alors de décrire le premier et le deuxième choix.

Le premier choix est illustré par la copie suivante de la page écran :



Les cases pointées ainsi que leurs symétriques restent à l'écran.

Le deuxième choix présente la même page écran, mais cette fois l'utilisateur est invité à pointer une case puis la case symétrique. On a droit à trois pointages faux, suite aux deux premiers s'affiche le message : "Erreur-recommencez" ; suite au troisième le logiciel propose une aide en coloriant en jaune très clair la case symétrique et attend que l'utilisateur la pointe pour afficher : "Exact", si le pointage est toujours faux le jaune de la case devient vif (autrement dit la solution est donnée) ; la main est de nouveau donnée à l'utilisateur pour pointer une case objet.

Les cases "objets" et "images" restent à l'écran jusqu'à la sortie, en tapant : FIN, de ce choix.

Dans les deux choix, on a la possibilité de pointer des cases "objets" de part et d'autre de l'axe. Si on pointe sur l'axe, la case correspondante se colorie en vert.

*Prérequis informatiques*:

Savoir utiliser le clavier et le crayon optique.

*Critique "qualité technique"* :

Aucun problème à signaler.

*Type du logiciel et usages possibles :*

C'est un logiciel fermé qui est destiné à être utilisé individuellement par l'élève. Il peut être utilisé en libre service sans la présence de l'enseignant, ou en cours en sa présence.

*Analyse a priori du contenu**Variables didactiques des figures et des tâches :*

V1- Le support graphique est rectangulaire, rigide et quadrillé.

V2- Les figures objets sont des cases séparées ou des assemblages de cases du quadrillage.

V3- L'axe de symétrie est uniquement vertical ou horizontal et ceci selon le choix fait dans le menu.

V4- Les figures objets étant formées de cases séparées ou d'assemblages de cases du quadrillage, les axes étant des droites verticales ou horizontales, les directions des figures objets, sont alors l'horizontale et la verticale, autrement dit, la parallèle et la perpendiculaire à l'axe.

La figure objet peut être située de part et d'autre de l'axe, ou avoir des éléments (cases) sur l'axe.

*Procédures de construction :*

Dans le premier et le troisième choix, le logiciel agit en boîte noire et donne les cases images. Dans le deuxième et le quatrième choix, l'utilisateur effectue la symétrie en se basant sur une perception visuelle de la figure image. Le quadrillage et la nature des figures objets (assemblages de cases) jouent un grand rôle dans cette perception.

*Conceptions erronées qui risquent d'être renforcées (ou à déstabiliser) :*

Toutes les conceptions erronées que nous avons répertoriées (cf. partie A, chp.2) risquent d'être renforcées, sauf celle consistant à considérer que les figures objet et image sont situées de part et d'autre de l'axe.

*Situation d'enseignement pouvant être construite avec ce logiciel :*

Ce logiciel peut être utilisé de la même façon que le logiciel précédent "Symétries Translations", c'est-à-dire en libre service pour une activité d'entraînement et de soutien à des élèves en difficulté.

Si l'enseignant désire l'utiliser en classe, vu le risque de renforcement de plusieurs conceptions erronées, nous pensons qu'il est préférable d'en faire une utilisation ponctuelle au cours de la phase des premières approches de la notion de symétrie orthogonale. Cette utilisation doit alors être couplée avec d'autres activités d'approches, P/C ou EAO, pour montrer des cas variés de figures, d'axes et de fonds du support graphique (quadrillé et non quadrillé).

*Connaissances préalables :*

Aucune, le logiciel est utilisé ici dans une phase de première approche de la notion.

*Connaissances visées :*

Premières approche et manipulation de la notion de "figure symétrique".

*Comparaison-apport P/C-Logi :*

Le logiciel, utilisé de cette façon, n'a pas d'apport particulier sur le plan conceptuel ou méthodologique par rapport à un enseignement P/C. Nous pensons qu'il permettra, s'il est utilisé dans une phase d'approche, d'ajouter un "plus" informatique ponctuel aux activités P/C usuelles.

**Nom du logiciel : "Imagiciels Mathématiques (1)" (CREEM-IREM, 1986)**

**Nous distinguons trois imagiciels :SYM, CSYM1 et CSYM2. Nous rassemblons les deux derniers dans une seule fiche d'analyse puisqu'ils illustrent la symétrisation par deux procédés, d'un même cercle et par rapport à un même axe vertical.**

Logiciel semi-ouvert, tourne sur Nanoréseau.

## SYM

*Description et mode d'emploi :*

Une droite verticale est tracée au milieu de l'écran. Un point courant est piloté par huit touches, dans huit directions (le long des côtés et des diagonales d'un quadrillage implicite). Le logiciel donne le point symétrique, pour chaque nouvelle position du point courant, en joignant les deux points par un trait clignotant : [point objet ; point image].

Le parcours du point objet ainsi que celui du point image restent à l'écran (deux lignes brisées, en pointillé, symétriques). On tape STOP pour faire une pause. On peut arrêter à tout moment soit pour revenir au menu, soit pour recommencer SYM dès le début.

*Prérequis informatiques:*

Aucun, il suffit de taper sur quelques touches du clavier.

*Critique "qualité technique" :*

Le déplacement du point piloté se poursuit automatiquement dans la direction choisie tant que cette direction n'est pas modifiée et que le bord de l'écran n'est pas atteint. Le rythme de tracé est très rapide et ne permet pas à l'utilisateur de comprendre, tout de suite, ce qui se passe à l'écran.

La touche STOP permet la pause mais le segment clignotant disparaît.

*Type du logiciel et usages possibles :*

C'est un imagiciel qui peut être utilisé par le professeur en poste unique, ou individuellement par les élèves en présence de l'enseignant.

### *Analyse a priori du contenu*

L'ordinateur joue ici le rôle d'un illustrateur de la symétrie pour "tous" les points (noeuds du quadrillage implicite) du plan, ce qu'il est impossible de réaliser au tableau noir.

*Variables didactiques des figures et des tâches :*

V1- Le support graphique (écran) est rectangulaire, rigide, à fond non quadrillé (le quadrillage existe implicitement puisque le point se déplace sur des pixels, par bonds suivant les côtés ou les diagonales).

V2- La figure à symétriser est une suite de points.

V3- L'axe de symétrie est vertical, tracé au milieu de l'écran.

Les valeurs de ces trois premières variables sont préfixées, alors que celle de la quatrième ne l'ai pas.

V4- La positions relatives de la figure objet et de l'axe de symétrie sont à la disposition de l'utilisateur, mais sont quand même limitées par la direction verticale de l'axe et les huit directions de déplacement du point courant.

Une variable spécifique à l'environnement informatique, vient s'ajouter au quatre précédentes, qui est l'évolution de la figure objet et de sa complexité au fur à mesure de la manipulation.

*Procédures de construction :*

C'est le logiciel qui fait la construction et donne le résultat à l'écran en faisant apparaître le segment de rappel clignotant (ordinateur boîte noire).

*Conceptions erronées qui risquent d'être renforcées (ou à déstabiliser) :*

Le logiciel renforce la conception : l'axe de symétrie qui est toujours vertical et il divise le plan en deux parties "égales". Peuvent être également renforcées les conceptions liées aux directions privilégiées par rapport à l'axe des segments composant la figure : les directions de déplacement du point courant par rapport à l'axe sont la parallèle, la perpendiculaire et un angle de  $45^\circ$ .

En revanche, le fait que le point piloté (point objet) puisse traverser l'axe dans les deux sens, pourrait déstabiliser la conception consistant à considérer que les figures objet et image sont situées de part et d'autre de l'axe (sans le toucher).

*Situation d'enseignement pouvant être construite avec ce logiciel :*

La situation qui semble le plus adapté à cet imagiciel est la découverte et l'illustration du procédé de la médiatrice. En effet, l'enseignant peut, en poste unique, piloter le point courant sur indications données par les élèves, le but étant de faire des conjectures sur ce que fait l'ordinateur ainsi que sur la signification du segment clignotant. Après cette phase de pilotage libre, on pourrait supposer que les conjectures des élèves vont s'orienter, d'une part vers le fait que l'ordinateur effectue une symétrie, et d'autre part vers le fait que le segment clignotant est perpendiculaire à la droite et a son milieu sur la droite.

L'enseignant peut alors distribuer des copies d'écran aux élèves et leur demander de tester la validité de leurs conjectures (en faisant par exemple des pliages et en vérifiant, avec la règle et l'équerre, que la droite est perpendiculaire aux segments de rappel et passe par leurs milieux).

Il pourra alors formuler le fait que la droite de symétrie est la médiatrice des segments de rappel.

Cette situation peut également être l'occasion de faire une première approche de la procédure ponctuelle avec le procédé de la médiatrice : symétrisation avec ce procédé de "tous" les points de la figure objet, ce qui est irréalisable en P/C. L'enseignant pourra dans des séances ultérieures organiser des transferts, vers des situations, P/C qui vont conduire à la notion de découpage de la figure et du repérage de ces points remarquables en préalable à sa symétrisation.

*Connaissances préalables :*

Cette situation suppose acquis une première approche de la symétrie à travers des manipulations comme le pliage, le retournement, etc...

*Connaissances visées :*

La connaissance que l'enseignant vise ici est le fait que l'axe de symétrie est la médiatrice du segment [point objet ; point image]. Il peut, le cas échéant, mettre en évidence que les points de l'axe sont leurs propres symétriques, en faisant remarquer que le segment clignotant disparaît dès que le point piloté arrive à l'axe.

*Comparaison-apport P/C-Logi :*

L'ordinateur ici est une boîte noire qui renvoie un point image à chaque fois qu'on place un point objet et ceci avec une rapidité inégalable en papier-crayon.

La différence essentielle avec une situation similaire P/C est que l'élève va découvrir le procédé de la médiatrice au fur et à mesure qu'il construit une figure (en pointillé). En P/C, il a besoin de ce procédé pour construire une figure à partir de ses points, alors qu'ici, la figure est symétrisée point par point et le procédé de la médiatrice vient après comme découverte au lieu d'être avant comme préalable.

## CSYM1 & CSYM2

### *Description et mode d'emploi :*

Une droite verticale est tracée au milieu de l'écran. Le centre d'un cercle est représenté par une croix qu'on peut déplacer horizontalement par deux touches (flèches horizontales). Une fois la position du centre choisie, le logiciel trace le cercle, en pointillé, (la longueur du rayon est prédéterminée par le logiciel, et est la même pour les deux imagiciels) et effectue la symétrie pour "chaque" point du cercle en joignant le point objet et le point image par un trait clignotant. Dans CSYM1 le cercle est tracé puis symétrisé alors que, dans CSYM2, le point courant du cercle est symétrisé au fur et à mesure de son tracé.

On peut à tout moment faire une pause ou arrêter pour sortir de l'imagiciel ou le redémarrer.

### *Prérequis informatiques:*

Aucun, il suffit de taper sur quelques touches du clavier.

### *Critique "qualité technique" :*

On n'a la possibilité de déplacer le centre du cercle que sur une droite horizontale déjà tracée.

Le cercle est dessiné avec peu de points, leur écart est relativement grand.

Dans CSYM2, si le centre traverse l'axe et arrive à une distance, du bord de l'écran, égale au rayon, le logiciel affiche un message d'erreur et il est "planté".

### *Type du logiciel et usages possibles :*

Ce sont des imagiciels qui peuvent servir à faire des illustrations pendant le cours, usage collectif ou individuel, en présence de l'enseignant.

### *Analyse a priori du contenu*

#### *Variables didactiques des figures et des tâches :*

V1- Le support graphique est rectangulaire, rigide, le fond n'est pas quadrillé.

V2- La figure objet est un cercle en pointillé et non en ligne continue.

V3- L'axe de symétrie est uniquement vertical.

V4- La figure objet peut toucher, couper ou traverser l'axe.

#### *Procédures de construction :*

La procédure illustrée par les imagiciels est la procédure ponctuelle avec procédé de la médiatrice.

#### *Conceptions erronées qui risquent d'être renforcées (ou à déstabiliser) :*

On retrouve ici la direction privilégiée de l'axe de symétrie : la verticale. Le déplacement du centre du cercle se fait selon une droite horizontale (donc perpendiculaire à l'axe). Ceci risquent de renforcer les conceptions erronées liées aux directions privilégiées par l'élève.

### *Situation d'enseignement pouvant être construite avec ce logiciel :*

Vu que les figures objets dans ces imagiciels, sont des cercles à rayon invariant, les situations pouvant être construites concerneront directement la symétrisation d'un cercle. L'enseignant peut prévoir d'utiliser ces imagiciels, en poste unique, pour donner des illustrations immédiates et ponctuelles à son cours papier-crayon sur la symétrie orthogonale effectuée sur un cercle.

Il peut par exemple illustrer le fait que si le centre du cercle est sur l'axe de symétrie, le cercle est son propre symétrique : on le voit en train d'être symétrisé point par point.

Il peut également illustrer que dans le cas où le cercle objet est tangent à l'axe, le cercle image l'est aussi, le point de tangence étant le même.

Peut être également faite l'illustration du cas où le cercle objet coupe l'axe, le cercle image le coupe aussi aux mêmes points : en observant le cercle symétrique se tracer point par point, on note que les points d'intersection, qui sont donc sur l'axe, sont leurs propres symétriques.

*Connaissances préalables :*

Cette utilisation des imagiciels intervient à une phase avancée de l'enseignement de la symétrie, quand le procédé de la médiatrice, la procédure ponctuelle et les propriétés de la symétrie sont déjà enseignés.

*Connaissances visées :*

Les connaissance essentiellement visée par cette utilisation est la mise en évidence des caractéristiques concernant un cercle et son symétrique.

*Comparaison-apport P/C-Logi :*

Nous pensons que ces imagiciels apportent essentiellement une approche nouvelle, difficilement réalisable en P/C, de la symétrisation d'un cercle. En effet, au cours d'un enseignement P/C, on apprend aux élèves que pour construire le symétrique d'un cercle, il faut tracer un cercle de même rayon ayant pour centre le symétrique du centre du cercle objet. Cette apprentissage peut se présenter comme une rupture avec la procédure ponctuelle qu'on apprend aux élèves dans tous les autres cas de figures.

Si ces imagiciels sont utilisés avant que la méthode de symétrisation d'un cercle soit donnée, il peuvent servir à montrer : que le symétrique d'un cercle peut également être construit par la procédure ponctuelle, qu'on peut remarquer alors que le cercle image a même rayon, et qu'il est alors moins coûteux et plus pratique d'utiliser la dite méthode de symétrisation d'un cercle.

Nous pensons également qu'un réinvestissement possible de cette symétrisation ponctuelle d'une ligne courbe (ici le cercle), peut être d'organiser son transfert dans le cas de la symétrisation de lignes courbes irrégulières. En fait, c'est dans ce dernier cas qu'on constate souvent un abandon par les élèves de toutes méthodes ponctuelles de symétrisation et l'apparition de méthode de symétrisation "au jugé" impliquant parfois de faux résultats.

*Nom du logiciel* : "Symétrie orthogonale en sixième" (*Commission INTER-IREM logiciels et pédagogie, 1987*). Logiciel semi-ouvert, tourne sur Nanoréseau.

La disquette contient huit imagiciels sur le thème de la symétrie orthogonale en sixième. Nous les rassemblons en quatre groupes :

- le groupe II1 : composé des trois premiers imagiciels qui sont identiques. Ils se distinguent uniquement par la direction de l'axe de symétrie qui est verticale dans le premier, horizontale dans le deuxième et oblique dans le troisième.
- le groupe II2 : composé du quatrième et du cinquième imagiciels qui sont axés sur les propriétés de conservation de la symétrie.
- le groupe II3 composé du sixième et du septième imagiciels qui sont des jeux de cibles.
- le groupe II4 composé du huitième imagiciel qui présente deux activités LOGO où la propriété de retournement de la symétrie est mise en oeuvre.

Le groupe II1 est analysé dans le document principal, partie A, chp.3.

Dans ce qui suit nous analyserons séparément les trois autres groupes : II2, II3 & II4. Pour les décrire, nous citerons les explications données dans la documentation d'accompagnement à ce sujet.

## Groupe II2

*Description et mode d'emploi* :

"Un axe de symétrie oblique est tracé sur l'écran.

Dans l'imagiciel (4), deux points jaunes et leurs images rouges sont également tracés sur l'écran. Un point jaune est fixe, l'autre peut être piloté par les touches fléchées. Quand on tape "Entrée", le segment d'extrémités jaunes se dessine en jaune et le segment d'extrémités rouges est dessiné en rouge.

Dans l'imagiciel (5), un segment jaune et son symétrique rouge, un point jaune et son symétrique rouge, sont également tracés à l'écran. L'utilisateur peut piloter le point jaune avec les touches fléchées. Quand on tape "Entrée", le triangle, de base le segment jaune et de sommet le point jaune, se dessine et se colorie en jaune, son symétrique se dessine et se colorie en rouge. Mais si le point piloté a traversé l'axe" (ou si le point et le segment sont alignés), "les intérieurs des triangles ne se colorient pas."

"On peut copier l'écran, recommencer les imagiciels au début ou revenir au sommaire".

*Prérequis informatiques* :

Aucune, puisqu'il suffit de taper sur quelques touches du clavier pour faire fonctionner l'imagiciel.

*Critique "qualité technique"* :

Rien à signaler.

*Type du logiciel et usages possibles* :

(Voir la même rubrique dans l'analyse de II1)

## *Analyse a priori du contenu*

*Variables didactiques des figures et des tâches* :

V1- Le support graphique est rectangulaire, rigide et non quadrillé.

V2- Les figures sont simples et composées d'un nombre réduit de segments (segment et triangle).

V3- L'axe est oblique.

V4- Dans (4), la position du segment par rapport à l'axe (direction et intersection) est une variable à la disposition de l'utilisateur. Dans (5), le segment jaune fixé et son symétrique rouge ne sont ni

perpendiculaires ni parallèles à l'axe, et ne le coupent pas. Le point jaune peut traverser l'axe, les triangles ainsi construits coupent alors l'axe.

*Procédures de construction :*

L'ordinateur agit en boîte noire, il effectue la symétrie, mais la procédure utilisée n'est pas montrée à l'utilisateur.

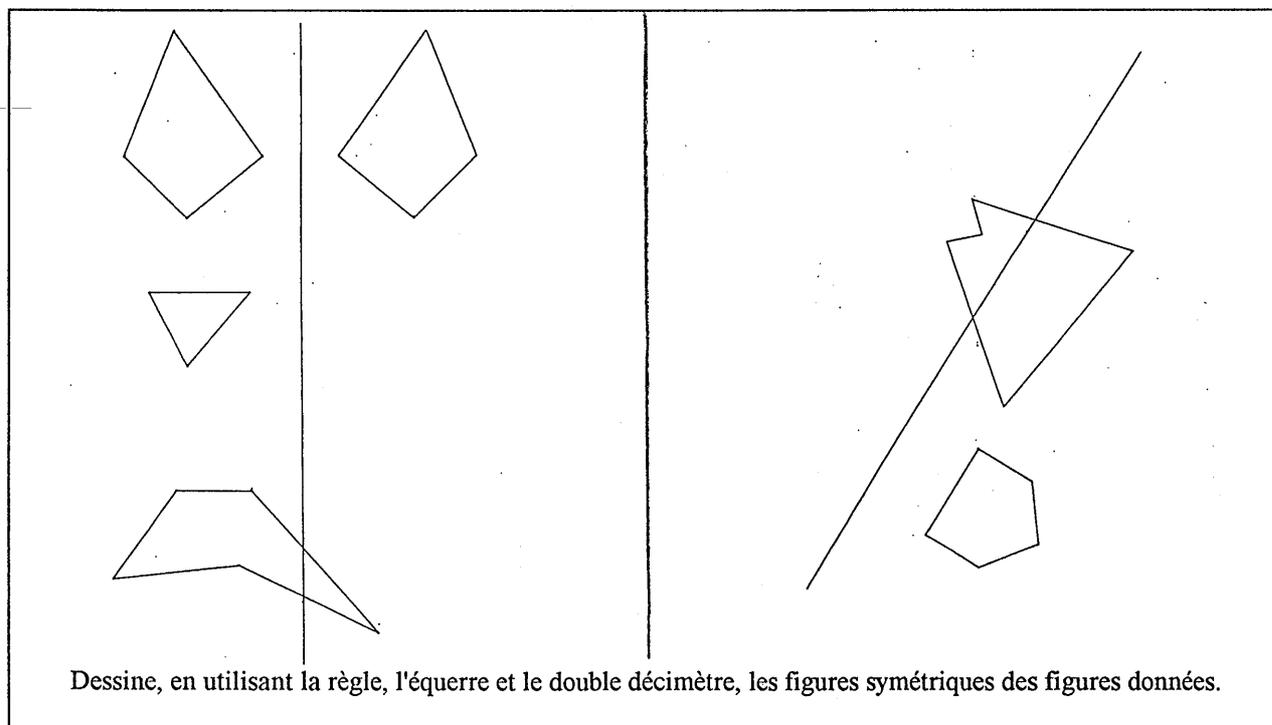
*Conceptions erronées qui risquent d'être renforcées (ou à déstabiliser) :*

Vu que l'axe est oblique, et que les segments des figures manipulées n'ont de directions privilégiées ni dans l'écran (horizontale ou verticale) ni par rapport à l'axe (parallèle ou perpendiculaire), nous pensons que des conceptions erronées engendrant des erreurs "directionnels" (cf. partie A, chp.2) sont en particulier déstabilisables par l'utilisation de ces imagiciels.

*Situation d'enseignement pouvant être construite avec ce logiciel :*

Vu les résultats des recherches (cf. partie A, chp.2) didactiques concernant les conceptions erronées et les procédures fausses mises en oeuvre pour symétriser un segment par rapport à un axe oblique, nous pensons qu'il serait intéressant de construire une situation uniquement avec (4) où l'objectif immédiat n'est pas la conservation des longueurs, comme c'est le cas dans la documentation, mais l'étude de différents cas de figures en variant la direction (et l'intersection) du segment par rapport à l'axe. Ceci pourrait amener à mettre en question par exemple, les procédures de rappel horizontal et de rappel vertical.

La situation proposée dans la documentation d'accompagnement est essentiellement une situation de découverte et d'illustration de la conservation des longueurs en (4) & (5) et la conservation des aires en (5). Cette situation consiste à laisser, en cours et en présence de l'enseignant, les élèves utiliser librement les deux imagiciels et leur demander de noter leurs observations. Puis de les faire travailler en P/C sur des fiches comme ceux que nous reproduisons ci-après :



A l'issue de ces activités EAO et P/C, l'enseignant formule la propriété de conservation des longueurs et des aires.

*Connaissances préalables :*

Cette utilisation se situe en troisième phase dans un scénario d'enseignement de la symétrie, après la phase de premières approches et celle de l'apprentissage de méthodes de symétrisation des figures.

*Connaissances visées :*

La découverte, l'illustration et la formulation de la propriété de conservation des longueurs et des aires.

*Comparaison-apport P/C-Logi :*

Dans cette situation, l'apport du logiciel est essentiellement de permettre d'observer rapidement, tout en déchargeant l'élève des tâches de construction, plusieurs cas de figures symétriques (ce qui est coûteux en P/C), l'amenant ainsi à conjecturer la propriété de conservation.

### **Groupe II3**

*Description et mode d'emploi :*

Imagiciel (6) : "Un axe de symétrie oblique, une cible verte, un point jaune et son symétrique rouge sont tracés à l'écran. Il faut piloter le point jaune pour que le point rouge touche la cible. Il y a trois activités proposées successivement avec différentes positions de départ".

Imagiciel (7) : " Une cible verte est sur l'écran, un triangle bleu et un point jaune "prisonnier" du triangle y sont également. Il s'agit de choisir un axe de symétrie (en choisissant successivement deux de ses points avec les touches fléchées) de telle façon que le symétrique rouge du point jaune touche la cible"

A la fin de chaque activité, on a la possibilité de recommencer la même activité dès le début (en tapant R), ou de revenir au sommaire (en tapant F).

*Prérequis informatiques:*

Aucune, puisqu'il suffit de taper sur quelques touches du clavier pour faire fonctionner l'imagiciel.

*Critique "qualité technique" :*

Rien à signaler.

*Type du logiciel et usages possibles :*

(Voir la même rubrique dans l'analyse de II1)

### *Analyse a priori du contenu*

*Variables didactiques des figures et des tâches :*

V1- Le support est rectangulaire, rigide et non quadrillé.

V2- La figure à symétriser est un point, c'est le point qui doit atteindre la cible.

V3- L'axe est oblique, apparent sur l'écran dans (6), et à découvrir dans (7).

V4- Les directions de déplacement des points courants sont la verticale et l'horizontale (touches fléchées). Le point courant peut traverser l'axe.

*Procédures de construction :*

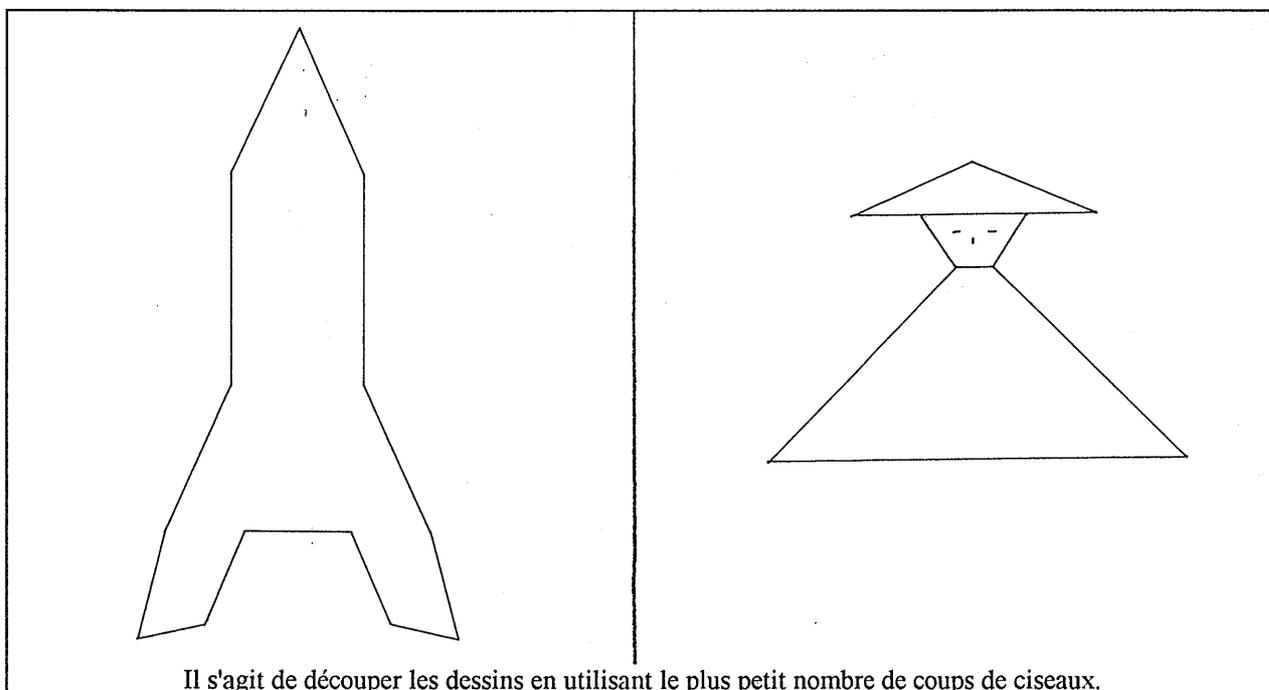
C'est l'ordinateur agissant en boîte noire qui effectue la symétrie rien n'est visible à l'écran.

*Conceptions erronées qui risquent d'être renforcées (ou à déstabiliser) :*

A travers l'utilisation de ces deux imagiciels, la conception consistant à percevoir la symétrie comme un glissement est complètement déstabilisée. L'élève ne peut atteindre la cible que s'il mobilise essentiellement la perception de la symétrie comme un retournement

*Situation d'enseignement pouvant être construite avec ce logiciel :*

Ces imagiciels peuvent être utilisés dans une phase de réinvestissement, exercices d'entraînement, au cours de l'enseignement de la symétrie orthogonale. L'utilisation s'effectue alors en présence de l'enseignant, en poste unique piloté par les élèves ou sur indications des élèves, ou en postes individuels. Le but de l'activité proposée aux élèves est : dans (6), d'atteindre la cible avec le moins de déplacements possible, dans (7), d'arriver à tracer l'axe avec le moins d'essais (retours au début de l'activité) possible. Cette utilisation sous forme d'activités informatiques ludiques peut être couplée au cours de la même séance avec des activités P/C mobilisant les mêmes connaissances. Nous donnons ci-après, concernant de telles activités les fiches proposées dans la documentation d'accompagnement.



*Connaissances préalables :*

Les propriétés de conservation de la symétrie orthogonale.

*Connaissances visées :*

Approfondir et mettre en oeuvre la perception de la symétrie orthogonale comme un retournement.

*Comparaison-apport P/C-Logi :*

Ces activités ludiques ne sont pas réalisables en P/C. L'impossibilité du pliage de l'écran ou d'avoir des copies d'écran, oblige l'élève à mobiliser ses connaissances sur la symétrie. De plus exiger que les cibles soient atteintes avec le minimum de coups, oblige l'élève à ne pas utiliser une stratégie d'essais/erreurs qui n'est pas coûteuse avec ce logiciel.

## Groupe II4

### *Description et mode d'emploi :*

"Cet imagiciel comporte deux exercices écrits en LOGO.

SYMETRI1 : Sur l'écran, un axe vertical, un trapèze en jaune. A gauche de l'écran le programme de dessin du trapèze. La tortue, rouge, se trouve placée sur l'image d'un sommet du trapèze, avec le bon cap. L'élève doit, en mode direct, construire l'image du trapèze.

SYMETRI2 : Même exercice, mais l'axe est oblique et la figure est un polygone non convexe coupé par l'axe de symétrie".

### *Prérequis informatiques:*

Connaissance du langage LOGO, commandes élémentaires (tourne droite, gauche, avance, recule, ...)

### *Critique "qualité technique" :*

Rien à signaler.

### *Type du logiciel et usages possibles :*

(Voir la même rubrique dans l'analyse de III)

### *Analyse a priori du contenu*

#### *Variables didactiques des figures et des tâches :*

V1- Le support est rectangulaire, rigide et non quadrillé.

V2- Les figures à symétriser sont des polygones : un trapèze et un polygone à cinq côtés qui n'est pas convexe.

V3- L'axe est vertical en SYMETRI1 et oblique en SYMETRI2.

V4- Le trapèze a ses côtés parallèles, parallèles à l'axe et celui-ci ne le coupe pas. Le polygone n'a aucun côté parallèle à l'axe et celui-ci le coupe en deux points.

#### *Procédures de construction :*

Il s'agit d'écrire un programme LOGO consistant à avancer selon des segments images de mêmes longueurs que les segments objets, et à tourner selon des angles images de mêmes mesures mais pas de mêmes orientations que les angles objets. Cette procédure n'est pas utilisée en P/C, elle est ici spécifique à l'environnement LOGO.

#### *Conceptions erronées qui risquent d'être renforcées (ou à déstabiliser) :*

La conception pouvant être particulièrement déstabilisée par ces activités est la perception de la symétrie comme un glissement. En fait, pour réussir le programme du tracé de la figure image il faut mettre en oeuvre la perception de la symétrie comme un retournement (les commandes TG deviennent TD et vice et versa).

#### *Situation d'enseignement pouvant être construite avec ce logiciel :*

Comme pour les imagiciels précédents, nous proposons une utilisation, en cours, en présence de l'enseignant. Le travail s'effectue sur postes individuels ou sur poste unique piloté par l'enseignant sur indications des élèves.

L'utilisation de l'imagiciel fait partie d'une séance P/C ou EAO avec d'autres logiciels, l'objectif étant de faire des exercices de réinvestissement des propriétés de conservation de la symétrie, ici conservations des longueurs et des angles (en mesure mais pas en orientation).

*Connaissances préalables :*

Les propriétés de conservation de la symétrie.

*Connaissances visées :*

Mettre en oeuvre ces propriétés et attirer l'attention sur la non-conservation des orientations des angles.

*Comparaison-apport P/C-Logi :*

L'apport essentiel du logiciel est d'offrir une situation où sont clairement explicitées : la conservation des mesures (il faut donner le même nombre pour les figures objet et l'image après TD, TG & AV), ainsi que la non-conservation de l'orientation de l'angle (au lieu de TD, il faut mettre TG et vice et versa). Cette dernière est rarement explicitée dans des activités P/C.

# Extrait de la documentation du logiciel : Calques géométriques.

①

## introduction

• *Calques Géométriques* • a été conçu de manière à pouvoir mettre en pratique certains travaux de la Commission Inter-irem «Images et Maths», tout en intégrant les possibilités offertes par le puissant outil qu'est l'informatique.

Le logiciel permet de tracer une figure géométrique, mais aussi de la modifier en conservant les diverses relations entre objets géométriques.

Pour offrir une lecture aisée de cette figure, différents styles de tracés sont autorisés, tant pour les segments que pour les points.

transparents. On pourra ainsi recopier sur différentes «feuilles» parfaitement superposables, divers éléments de la figure ( par exemple, les constructions intermédiaires seront réalisées sur une feuille auxiliaire et n'engendreront pas la figure principale ).

On pourra «feuilleter» ensuite facilement le «carnet» obtenu par simple appui sur une touche de fonction.

Un système de fenestrage permet de comparer des feuilles ou des figures différentes.

On pourra notamment observer l'effet des transformations géométriques usuelles sur tout ou partie de la configuration.

Il est bien sûr possible d'imprimer : une sortie table traçante permet de réaliser des dessins en couleurs en utilisant l'un ou l'autre des pilotes de traceur inclus dans le logiciel.

## les actions à retenir

Pour déplacer un curseur, vous utiliserez les flèches du clavier ou la souris ( *dans ce dernier cas, les flèches du clavier sont imperantes* ).

La validation d'un choix se fait par la touche de validation que nous appellerons « RETURN » ou par appui du bouton gauche de la souris ( *nous parlerons de « cliquer » un choix* ).

Pour abandonner une action en cours, appuyez sur la touche d'échappement « ESC », vous reviendrez ainsi au menu principal.

Dans certains cas une aide peut vous être fournie, pour cela tapez sur la touche « ? ».

Dans tous les cas, suivez les instructions qui apparaîtront dans le bandeau supérieur.

Le numéro de la feuille courante apparaît toujours dans le coin supérieur gauche de cette feuille, sauf pour la feuille 9.

changement de feuille courante

Pour changer de feuille, appuyez sur l'une des touches F1 à F9.

choix dans les menus

A l'aide des flèches du clavier ou de la souris, déplacez la sur-brillance sur l'option retenue. Validez votre choix par la touche RETURN ou par le bouton gauche de la souris.

Vous pouvez aussi taper sur le clavier la lettre majuscule que vous remarquerez dans le menu choisi.

choix dans la figure

Vous serez amené à sélectionner des éléments de la figure de travail.

Vous pourrez choisir un point en le désignant à l'aide du curseur en forme d'index, ou une droite ou un cercle en la recouvrant par un curseur en forme de main. Pour choisir une courbe, il faudra désigner un point de cette courbe. Validez ensuite votre choix.

Seuls pourront être sélectionnés les objets qui ont été créés. Le cas le plus inhabituel est celui des points :

Lorsque deux droites se rencontrent sur le dessin, leur point d'intersection n'est pas nécessairement connu par l'ordinateur. Il vous faudra le créer en cliquant l'option « Intersection de 2 droites » du menu « Construire ».

## ambiguïté

Parfois l'ordinateur vous signalera une ambiguïté.

Elle est due au fait que deux objets sont trop proches pour être distingués. Il se peut aussi que deux segments de droites différents se superposent. Dans ce dernier cas vous pouvez confirmer votre choix.

Sinon répondez NON à la question « voulez-vous confirmer ? ».

Pour lever une ambiguïté plusieurs possibilités s'offrent à vous :

- déplacer le curseur,
- agrandir l'image en tapant Alt-Z (appui simultané de la touche « Alt » et de la touche « Z ») ou en cliquant le bouton droit de la souris,
- déplacer un point de la figure de manière à séparer nettement les objets.

Afin d'éviter au maximum les ambiguïtés, l'ordinateur ne créera pas un nouvel objet si un objet de même type existe à proximité immédiate.

Cependant, le logiciel n'est pas « intelligent ». Une telle proximité peut être la conséquence d'une propriété de la figure ( dans ce cas, il est normal que l'objet ne soit pas créé ) ou le fait d'un hasard dû à une disposition particulière de la configuration ( dans ce cas, une légère modification de la figure peut s'imposer ).

Construire

- Créer un point
- ..Un cercle
- ..uNe droite
- Relier 2 points
- Intersection de droites
- ..Droite-cercle
- ..2 cercles
- Parallèle a une droite
- pErpendiculaire a une droite
- Milieu
- pOint sur une droite
- .. sur un cercle
- Translater un bipoint
- ESC

Menu Construire

Créer un point <i>pour créer un point quelconque du plan, précisez le style de tracé, vous pouvez nommer ce point immédiatement si vous le désirez, ou utiliser l'option « Nommer » par la suite.</i>	Parallèle à une droite <i>permet de construire la parallèle à une droite passant par un point.</i>
... Un cercle <i>création d'un cercle défini par son centre et un point.</i>	pErpendiculaire à une droite <i>permet de construire la perpendiculaire à une droite passant par un point.</i>
... uNe droite <i>droite définie par deux points.</i>	Milieu segment <i>on peut choisir deux points quelconques, même non reliés par un segment.</i>
Relier deux points <i>vous devez préciser le style de tracé.</i>	pOint sur une droite <i>on choisit la droite, un point sera crée a l'emplacement du curseur.</i>
Intersection de 2 droites <i>choisir les deux droites, si elles sont parallèles, un message vous le signale.</i>	... Sur un cercle <i>on choisit le cercle, un point sera crée à l'emplacement du curseur.</i>
... Droite-cercle <i>intersection d'une droite et d'un cercle, cette option créera 0, 1 ou 2 points nouveaux que vous pourrez éventuellement nommer.</i>	Translater un bipoint <i>choisissez successivement trois points A, B et C, l'ordinateur créera le point D tel que AB et CD soient équipollents (option particulièrement utile pour graduer une droite).</i>
... 2 cercles <i>intersection éventuelle de deux cercles.</i>	

### Menu Options

Options

---

nommez un point  
 Lieu géométrique d'un point  
 Trace d'une courbe  
 Effacer n°9  
 Orthogonalité-parallélisme  
 Angle  
 Distance entre 2 points  
 ... un Point et une droite  
 .ESC

**Nommer un point**  
*permet d'attribuer un num de deux caractères au maximum au point désigné (sont autorisés les lettres majuscules, les chiffres et l'espace)*

**Lieu géométrique d'un point**  
*choisissez le point dont vous voulez étudier le lieu, ainsi que le point à déplacer, cette option vous permet de créer de nouveaux points indépendants de la figure à chaque validation (bouton gauche ou RETURN), les points ainsi obtenus ont 2 degrés de liberté.*

**Trace d'une courbe**  
*sélectionnez au moins 4 points, l'ordinateur calculera et affichera une courbe lissée passant par ces points.*

*la courbe commencera au 2<sup>e</sup> point et se terminera à l'avant-dernier (ceci vous permettra de raccorder correctement 2 courbes), si vous désirez que le tracé commence au 1<sup>er</sup> point, il suffira de le valider 2 fois.*

**Effacer n°9**  
*permet l'effacement de la feuille 9*

**Orthogonalité - parallélisme**  
*test : désignez deux droites ou segments.*

**Angle**  
*désignez deux droites, l'ordinateur affichera leur angle (compris entre -90° et +90°)*

**Distance entre 2 points**  
*l'unité est arbitraire.*

**... un Point et une droite**  
*donne la distance entre un point et une droite.*

### Menu Feuilles

**Copier vers une feuille**  
*copie d'un ou plusieurs objets depuis la feuille courante vers une autre.*

**Déplacer la feuille**  
*la feuille courante occupe à l'allumage l'écran complet, il peut être intéressant de conserver simultanément à l'écran plusieurs feuilles correspondant à des éléments de la figure ou à des dispositions diverses de la même figure.*  
*vous serez amené à choisir successivement le coin supérieur gauche puis le coin inférieur droit de la nouvelle fenêtre.*  
*pour ce deuxième point, si vous n'utilisez pas la souris, vous déplacerez le curseur avec les flèches gauche et droite uniquement.*

### Menu Sorties

**Nouveau**  
*reinitialise les paramètres, la figure en cours est supprimée de la mémoire*

**Sauver**  
*permet de sauvegarder le travail en cours dans un fichier personnel, il est conseillé de faire cette sauvegarde sur une disquette différente, située par exemple dans le lecteur B: dans ce cas, on fera précéder le nom du fichier par B: (exemple : B:TOTO)*  
*en cas d'erreur, l'opération ne s'effectue pas et l'ordinateur vous invite à recommencer. (un suffixe .GEO est automatiquement rajouté.)*

Modifier

- Déplacer un point
- Gommer
- Changer le style de trace
- Point en croix
- croix en point
- Taille des symboles
- Echelle
- Facteur d'aspect
- Voir tout
- ESC

Menu Modifier

**Déplacer un point**  
*choisissez un point parmi ceux représentés par un losange (ces points ont 1 ou 2 degrés de liberté) après validation, vous pourrez déplacer ce point.*  
*s'il est sur une droite ou un cercle, le point sera déplacé à proximité du curseur, le logiciel ne recalculera la figure qu'après arrêt du mouvement du curseur, si vous désirez observer une modification «continue» de la figure, il suffit de déplacer le curseur très légèrement.*

*vous pourrez remarquer qu'une figure complexe comportant plusieurs cercles ou courbes visibles dans la feuille courante sera plus longue à recalculer.*

*l'affichage se fera par superposition de la feuille 9 et de la feuille courante, le dessin de la feuille 9 n'étant pas recalculé.*  
*vous récupérez donc dans la feuille 9 tous les éléments compliqués de la figure (tels une courbe) afin d'accélérer l'affichage, vous trouverez en annexe une application de ce principe à la visualisation des lieux géométriques, pour terminer, appuyez sur RETURN.*

**Gommer**  
*cette option permet de gommer dans la feuille courante un objet ou une série d'objets, l'objet ne sera pas effacé dans une autre feuille éventuelle.*

**Changer le style de tracé**  
*suivez les instructions affichées.*

**Point en croix**  
*transforme en croix les points affichés sous forme d'un pixel.*

**croix en point**  
*opération inverse de la précédente.*

**Taille des symboles**  
*modifie la taille des symboles utilisés pour l'affichage des points.*

**Echelle**  
*modification de l'échelle du dessin.*

**Facteur d'aspect**  
*le facteur d'aspect (rapport des longueurs verticale sur l'horizontale) dépend de la carte graphique et du moniteur; pour obtenir des cercles bien ronds, vous serez peut-être obligé de modifier ce facteur.*  
*à la mise en route du logiciel, le facteur d'aspect est celui du système, la commande «Aspect» vous permet de modifier ce facteur et le conserve automatiquement dans un fichier sur disque, aussi il est important de ne pas protéger la disquette en écriture, si une erreur survient lors de la lecture de la disquette, l'ordre «Aspect» est tout simplement ignoré.*

**Voir tout**  
*restitue tous les tracés (même effacés), la figure risque d'être assez embrouillée, utilisez cet ordre sur une feuille vierge.*

Transformer

- Translation
- Rotation
- symétrie Axiale
- symétrie Centrale
- Homothétie
- Similitude directe
- ESC

Menu Transformer

Ce menu vous permet d'étudier l'effet de quelques transformations sur tout ou partie de la figure.

Il vous faut auparavant recopier sur une feuille *x* objets (points ou droites uniquement) que vous voulez animer. Depuis la feuille courante, choisissez la transformation et la feuille *x*. Les actions à effectuer dépendent du type de la transformation. La touche d'aide « ? » vous indique les différentes touches actives. Il vous est ainsi possible de déplacer les objets géométriques définissant la transformation afin d'obtenir une meilleure précision. Le pas d'un tel déplacement est lui-même modifiable (vous trouverez en annexe une application pédagogique possible de ce module).

Les transformations autorisées sont :

Translation	Rotation
Homothétie	symétrie Axiale
Similitude	symétrie Centrale

## QUESTIONNAIRE PRELIMINAIRE

I- Avez-vous déjà utilisé des logiciels dans votre enseignement ?

\* Non : pour quelles raisons ?

\* Oui : - donnez une brève description de votre expérience.

- continuez-vous à utiliser l'informatique dans votre enseignement ?  
*Oui : comment ?*

*Non : pourquoi ?*

II- Pensez-vous qu'une préparation d'une séance d'E.A.O. :

\*analysant le logiciel selon les trois dimensions suivantes :

a) le contenu mathématique impliqué.

b) les caractéristiques "informatiques".

c) l'interactivité élève-machine.

\*prévoyant votre gestion de la classe durant cette séance.

pourrait vous motiver et vous aider à une meilleure utilisation de l'outil informatique dans votre enseignement ?

Pourriez-vous donner un ordre de priorité des critères précédents ?

## GRILLE D'ANALYSE D'UN LOGICIEL

Expérimentée par : .....

Date de l'expérimentation : .....

Début de l'expérimentation : ....H ....M

### *Conseils concernant le logiciel :*

- Lire attentivement la documentation si elle est à votre disposition.
- Lire attentivement les instructions de parcours du logiciel si elles sont proposées.

### *Consignes concernant la grille :*

- Il est préférable de consulter le logiciel en entier avant de commencer à remplir la grille.
- La grille étant conçue en trois temps, nous vous prions de respecter l'ordre dans lequel les questions sont posées.
- Vous pouvez ne pas répondre à une question qui vous paraît incompréhensible, très compliquée ou répétitive ... Dans ce cas donnez brièvement vos arguments.
- Certaines questions proposent plusieurs réponses, mais celles-ci ne sont pas en général exclusives.
- Les notations :

EPC	signifie	Enseignement "Papier/Crayon"
CPC	"	Conditions "Papier/Crayon"
CMO	"	Conditions "Micro-Ordinateur"

### *Plan sommaire de la grille*

*1er TEMPS* : Première approche du logiciel (en vue de son adoption/rejet)

- Partie I : Analyse "externe" du logiciel :
  - \*Aspects techniques
  - \*Aspects pédagogiques
- Partie II : Décision à priori

*2ème TEMPS* : Analyse approfondie du logiciel (en vue de son intégration dans un scénario d'enseignement)

- Partie I : Enseignement papier/crayon de la notion concernée
- Partie II : Analyse "interne" du logiciel :
  - \*Analyse du contenu du logiciel (en fonction d'une situation adaptée)
  - \*Prévisions de gestion (de la situation d'enseignement proposée)

*3ème TEMPS* : Décision et conclusion

## 1er Temps (T1) : Première approche du logiciel

### T1 - Partie I : Analyse "externe" du logiciel

#### 1) Aspects techniques du logiciel

##### a> Identification du logiciel :

- \*Nom du logiciel (titre ou sujet) : .....
- \*Auteurs, éditeurs : .....
- \*Date de lancement : .....
- \*Opérationnel sur : .....
- \*Descriptif (indiquez grossièrement le contenu du logiciel) :  
.....  
.....
- \*Durée moyenne d'utilisation (à prévoir) :  
 °° moins d'une demi-heure ?   
 °° plus d'une demi-heure ?
- \*Familiarisation avec le logiciel :  
 est-elle rapide ? (oui) (non)

##### b> Qualités de présentation techniques et ergonomiques :

- \*Présentation d'écrans :  
 °°Ecran à menus déroulants ? (oui) (non)  
 °°Clarté et lisibilité ? (bonnes) (moyennes) (médiocres)  
 °°Division (si elle existe) de l'écran en "fenêtres" ? (utile) (perturbante)
- \*Effets graphiques :  
 °°Clignotement   
 °°Encadrés  (décoratifs) (expressifs)  
 °°Couleurs
- \*Possibilités de copies d'écran ? (oui) (non)
- \*Existe-t-il des éléments distrayeurs (qui détournent l'attention de l'élève de l'activité visée) ?  
 (non) (oui) → lesquels ? .....
- \*Autres ? .....

##### c> Mode d'emploi :

- \*Les instructions de chargement et de mise en route sont-elles suffisamment simples ?  
 (oui) (non)
- \*Les modes d'entrée sont-ils faciles et rapides ? (oui) (non)
- \*Les modes de sortie sont-ils avec traces (scores, bilan, etc ...) ? (oui) (non)
- \*La circulation et les branchements à l'intérieur du logiciel sont-ils :  
 souples ?  simples ?   
 Le temps d'accès ? (long) (court)
- \*Existe-t-il un blocage éventuel du logiciel ?  
 (non)  
 (oui) → quelles sont alors les consignes données ?  
 .....

**d> Documentation d'accompagnement :**

- \*Existe-t-elle ? (non) (oui)  
 \*Est-elle : - imprimée ? (oui) (non)  
 - accessible directement sur l'écran ? (oui) (non)  
 \*Nature de la documentation :  
 - indications techniques (mise en route, fonction des touches, etc...) ?  
 - livret pédagogique d'accompagnement destiné à l'usage de l'enseignant ?

Décrivez brièvement cette documentation et donnez votre opinion personnelle.

.....  
 .....  
 .....

**2) Aspects pédagogiques du logiciel****A)**

\*Précisez les prérequis indispensables pour l'utilisation avec profit de ce logiciel :

- prérequis mathématiques : .....
- .....
- prérequis informatiques : .....
- .....

\* Y-a-t'il des tâches proposées par le logiciel ?

(non)

- (oui) → - Ces tâches sont-elles : (fermées ?) (semi-ouvertes?) (ouvertes?)  
 -Y-a-t'il une possibilité de choix du niveau des tâches ?  
 -Y-a-t'il une auto-adaptation du logiciel au niveau de l'élève ?

Les tâches possibles (qu'elles soient ou non proposées par le logiciel) s'effectuent :

- directement sur l'écran ?   
 - à partir de copies d'écran ?   
 - les deux ensembles ?

\*Les objectifs de ce logiciel sont-ils clairement explicités par ses constructeurs ?

(non)

- (oui) → °° où ?  
 °° à l'intention de qui (enseignant, élève ...) ?  
 °° ces objectifs vous semblent-ils atteignables ? (oui) (non)

Voyez-vous des objectifs possibles de ce logiciel autres que ceux explicités ?

(non)

(oui) → lesquels ?

.....  
 .....

**B) Interactivité (élève-machine)**

\*Position de l'élève devant la machine :

- passif ? (au sens de ne pas communiquer avec la machine, cela ne veut pas dire qu'il est intellectuellement passif)  
 - actif ? → quel type d'activité ?

.....

- Sait-il toujours ce que la machine attend de lui ? (oui) (non)

\*La machine attend-elle des réponses de l'utilisateur ?

Si oui :

-Y-a-t'il des commentaires de la machine suite à une réponse correcte de l'élève ?

(non)

(oui) → renforce-t-elle la réponse ?

(non)

(oui) → comment le fait-elle ?

.....  
-Y-a-t'il des commentaires de la machine en cas de réponse erronée ?

(non)

(oui) → °°explique-t-elle l'erreur (en la corrigeant) ?

°°oriente-t-elle l'élève (par des messages d'aide) ?

En cas de réponses ouvertes (tâtonnement expérimental, conjectures...),  
comment la machine les gère-t-elle ?

.....  
.....

Si non :

- Comment la machine gère-t-elle les entrées utilisateur ?

.....

\*Y-a-t'il une évaluation prévue ?

(non)

(oui) → quels types d'évaluations :

°°qualitatives ?

°°quantitative ? → sous quelle forme ?

.....  
.....

*Les réponses dans les trois rubriques qui suivent ne sont pas disjointes .*

### *C) Type du logiciel : partie informative*

Nous nous sommes basées dans cette rubrique essentiellement sur deux typologies (non disjointes):

- celle de C . Mattiussi (IREM de Toulouse).

- celle de F . Tréhard (IREM de Paris 7))

\*1.1 *Logiciels ouverts faisant appel aux méthodes actives :*

Créatif : type Logo, Euclide, Cabri, etc...

Apprenticiel : recherche, découverte d'une notion.

Imagiciel : représentation, animation, logiciel essentiellement graphique prévu pour usage collectif.

Simulation : modélisation, évocation d'une réalité.

1.2 *Logiciels figés inspirés d'un E.A.O classique :*

Tutoriel : enseignement programmé destiné à un usage individuel ou par petits groupes.

Exercices : autocorrectifs.

Ludique : jeux de réflexion ou d'entraînement.

\*2.1 *Logiciels à mode commande :*

-Le rapport de l'élève à la machine est de la faire produire .

-La présence de l'enseignant est indispensable .

-Il n'y a pas d'évaluation de la production de l'élève prévue par le logiciel.

### 2.2 Logiciels à mode réponse :

- L'élève doit donner une réponse précise (pré-programmée par le logiciel).
- La présence de l'enseignant n'est pas nécessaire (l'élève étant pris en charge par le logiciel).
- Il y a une possibilité d'évaluation de la réponse de l'élève .
- La situation d'utilisation privilégiée est celle d'entraînement et de renforcement.

En vous inspirant de ces deux typologies, essayez de classer ce logiciel (le logiciel peut ne pas être d'un type unique.)

.....

### D) Usages possibles ou prévus :

\*Usage collectif : l'ordinateur "tableau-noir" utilisé par l'enseignant comme support pour l'activité de la classe.

\*Usage individuel ou par petits groupes :

-en présence de l'enseignant : en cours ?  en soutien ?

-en libre service :

°°complément d'un enseignement ?

°°exercices d'entraînement ?

°°évaluation ?

Dans ce cas la documentation est-elle suffisamment explicite pour permettre le travail autonome ? (oui) (non)

### E) Fonctions possibles du logiciel :

Nous nous sommes basées dans cette rubrique sur la "Fiche d'identification d'un didacticiel de l'ADI".

Indiquez le(s) cheminement(s) dont vous estimez personnellement qu'il(s) correspond(ent) le plus au logiciel :

Découverte		Raisonnement		Dialogue
Création		Fait		Simulation
Application		Concept		Jeux
Vérification	de	Méthode	par	Modélisation
Renforcement		Savoir faire		Animation graphique
Contrôle		Autre		Autre
Autre				

### T1 - Partie II : Décision a priori " choix/rejet

>> En revenant à vos réponses (partie I) essayez de :

- évaluer brièvement le logiciel du point de vue technique :

.....

- préciser les notions qui pourraient être abordées avec ce logiciel :

.....

- faire une synthèse vous permettant de juger a priori la possibilité de l'utilisation avec profit de ce logiciel dans l'enseignement :

.....

>> Après cette revue et mise au point de vos réponses, quelle est votre décision :

-Rejet ?

-Possibilité d'adoption ?  → Dans ce cas passez au 2ème Temps .

## 2ème Temps (T2) : Analyse approfondie du logiciel

### T2 - Partie I : Remarques sur l'enseignement papier/crayon (EPC)

Essayez de répondre aux questions suivantes sur l'enseignement de la notion (des notions) en jeu, INDEPENDAMMENT DU LOGICIEL.

**\*\* Quels sont les points sur lesquels vous insisteriez ?**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**\*\*Qu'est-ce qui vous semble important d'évaluer en "fin d'apprentissage" ?**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**\*\*Quelles sont les erreurs qui risqueraient d'apparaître chez les élèves et la fréquence (très fréquent, fréquent, peu fréquent ) de leur apparition ?**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**- Pensez-vous pouvoir éviter leur apparition ?**

**Oui → comment ?**

.....  
.....  
.....  
.....

**Non → comment les traiteriez-vous alors pour les déstabiliser et les rectifier ?**

.....  
.....  
.....  
.....

**T2 - Partie II : Analyse "interne" du logiciel**

Donnez une description succincte d'une situation problème adaptée (selon vous) à ce logiciel (qu'elle soit ou non proposée par le logiciel) :

.....  
 .....  
 .....  
 .....

Pour cette situation essayez de répondre aux questions suivantes :

**A>> ANALYSE DU CONTENU**

\*Précisez :

- Les connaissances préalables nécessaires pour la compréhension du problème proposé :

.....  
 .....

- Les connaissances visées par cette situation :

.....  
 .....

- Les connaissances pouvant être construites au cours de la résolution :

.....  
 .....

\*Repérez les variables "didactiques"<sup>(1)</sup> de la situation :

- variables fixées par le logiciel (figées),

- variables à la disposition de l'utilisateur (sur lesquelles on peut agir).

(1) Exemple d'une telle variable : la direction de l'axe de symétrie qui, dans le cas de la symétrie orthogonale, peut prendre les valeurs : horizontal, vertical, oblique

.....  
 .....  
 .....

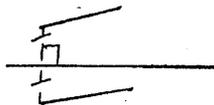
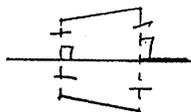
\*Si le logiciel permet à l'élève de faire des constructions, essayez d'examiner les principales procédures de résolution<sup>(2)</sup> utilisables avec ce logiciel (sans vous limiter aux procédures correctes). Envisagez les deux cas :

- La résolution directement sur l'écran.

et /ou

- La résolution sur des copies d'écran (en cas de possibilité) .

(2) Exemple de telles procédures dans le cas de la symétrie orthogonale :



.....  
 .....  
 .....

\*Essayez de faire une comparaison entre les procédures de résolution permises dans les CPC (conditions papier/crayon) et celle permises dans les CMO (conditions micro-ordinateur) :

.....  
 .....  
 .....  
 \*Pensez-vous que les élèves feront des transferts entre les CPC et les CMO ?  
 Pensez-vous que ces transferts présenteront alors un intérêt pour l'apprentissage ?

.....  
 .....  
 .....  
 \*En revenant sur vos réponses aux questions précédentes, essayez d'examiner :  
 - Les conceptions erronées pouvant être déstabilisées par le logiciel.

.....  
 .....  
 .....  
 - Les conceptions erronées qui risquent d'être renforcées par le logiciel.

### ***B>> PREVISIONS DE GESTION***

\*"Lieu d'intervention" (critère dû à Y.Chevallard) :

- En situation de classe : °°Comme support d'une activité (de recherche, de découverte, etc.) ?
- °°Comme support du cours ?
- °°Comme support d'une évaluation ?
- Hors classe : °°Activités d'approfondissement ?
- °°En soutien ?

Quel serait alors l'apport principal du logiciel par rapport à un EPC :

- Aucun ?
- Apporter des illustrations graphiques variées ?
- Mettre les élèves en position de recherche expérimentale ?
- Introduire une situation problématique ?
- Contrôler et vérifier immédiatement des réponses ?
- Modifier chez les élèves des images mentales fausses (en leur proposant des contre-exemples) ?
- Autres ?

.....  
 .....  
 .....  
 \*En fonction de vos réponses aux questions précédentes, quel type d'intégration possible de ce logiciel dans votre enseignement prévoyez-vous :

- Construire une situation problème autour du logiciel (en plus du cours ordinaire dans les CPC)

.....  
 .....  
 .....  
 - Imbriquer ou coupler le travail sur machine avec votre EPC ?

Si oui comment envisagez vous le faire ?

.....  
 .....

*En fonction du cas que vous avez choisi dans la question précédente :*

\*Essayez de prévoir le temps nécessaire pour chaque étape de la démarche choisie :

.....  
 .....  
 .....

\*Précisez le type de l'activité de l'élève devant la machine :

.....  
 .....  
 .....

- Quelles consignes de travail donneriez-vous à l'élève ?

.....  
 .....  
 .....

\*Précisez votre rôle : (guider) (animer) (formuler) (contrôler)  
 (autres ..... )

- A quels moments comptez-vous intervenir ? et comment le feriez-vous ?

.....  
 .....  
 .....

\*Quel contrôle de l'activité de l'élève prévoyez-vous en cours de séance ?

.....  
 .....  
 .....

\*Prévoyez-vous de faire un bilan de la séance CMO ?

(non)

(oui)--> Sous quelle forme ?

.....  
 .....

Temps prévu : - 10mn en fin de séance ?

- bilans partiels (en interrompant la séance) ?

- une séance bilan ?

\*Quel type d'évaluation prévoyez-vous (de l'activité de l'élève, de l'acquisition du contenu, etc...)

.....  
 .....  
 .....

\*Comment jugez-vous l'utilisation possible que vous venez de proposer :

(Question tirée d'un document du CNAM)

- Une utilisation s'insérant dans le contenu habituel de l'enseignement, sans vraie modification de celui-ci ? (ex : illustrations classiques par un plus grand nombre d'exemples )

- Une utilisation avec modification importante de l'enseignement, sans qu'il y ait changement du contenu ? (ex : développement de l'approche expérimentale, initiation à la démarche de recherche)

- Une utilisation modifiant le contenu habituel de l'enseignement (ex : exercices qui n'étaient pas faits habituellement, présentations différentes)

.....

### 3ème Temps (T3) Décision et conclusion

Après avoir analysé ce logiciel, pensez-vous qu'il peut s'intégrer utilement dans une démarche éducative ?

- NON ?

- OUI ? --> A partir alors de vos réponses dans le 1er et le 2ème temps et de votre propre expérience essayez de faire une fiche de synthèse en y mettant les points essentiels pour la construction d'une situation problème utilisant ce logiciel, et l'intégration de cette situation dans votre activité d'enseignement :

.....

## QUESTIONNAIRE D'EVALUATION

- 1) Quelles sont les questions ou les rubriques de la grille qui vous ont semblé les plus pertinentes et qui ont guidé directement votre choix d'acceptation ou de rejet de ce logiciel ?
  
- 2) Pouvez-vous préciser les critères supplémentaires que vous auriez souhaité trouver dans cette grille ?
  
- 3) Pensez-vous qu'une grille de ce type éventuellement améliorée, pourrait aider à une meilleure intégration de l'outil informatique dans votre enseignement ?
  
- 4) Avez-vous d'autres commentaires à propos de la grille ?
  
- 5) Pensez-vous que cette grille :
  - \*doit être présentée : - en stage de formation ?
  - en démonstration ?
  - \*peut être diffusée (sans présentation préalable) :
    - dans tous les établissements en CDI ?
    - dans une circulaire envoyée aux enseignants?
    - sur demande ?

Fin de l'expérimentation : ....H ....M

## QUESTIONNAIRE PRELIMINAIRE

I- Avez-vous déjà utilisé des logiciels dans votre enseignement ?

\* Non : pour quelles raisons ?

\* Oui : - donnez une brève description de votre expérience.

Utiliser régulièrement le matériel de l'établissement.

Faire faire aux élèves des exercices de type technique, par exemple, multiplication par 10, 100, 1000, etc...

Utilisation du logiciel Euclide.

- continuez-vous à utiliser l'informatique dans votre enseignement ?

*Oui : comment ?*

De la même manière.

*Non : pourquoi ?*

II- Quelle est votre opinion personnelle sur l'EAO ?

Elle permet de réaliser un autre contact entre élève et Maths.

Elle crée des conditions de communication différentes.

## GRILLE D'ANALYSE D'UN LOGICIEL

Expérimentée par : "P+"

Date de l'expérimentation : 20/03/1990

Début de l'expérimentation : 14h

### *Conseils concernant le logiciel :*

- Lire attentivement la documentation si elle est à votre disposition.
- Lire attentivement les instructions de parcours du logiciel si elles sont proposées.

### *Consignes concernant la grille :*

- Il est préférable de consulter le logiciel en entier avant de commencer à remplir la grille.
- La grille étant conçue en trois temps, nous vous prions de respecter l'ordre dans lequel les questions sont posées.
- Vous pouvez ne pas répondre à une question qui vous paraît incompréhensible, très compliquée ou répétitive ... Dans ce cas donnez brièvement vos arguments.
- Certaines questions proposent plusieurs réponses, mais celles-ci ne sont pas en général exclusives.
- Les notations :

EPC	signifie	Enseignement "Papier/Crayon"
CPC	"	Conditions "Papier/Crayon"
CMO	"	Conditions "Micro-Ordinateur"

### *Plan sommaire de la grille*

*1er TEMPS* : Première approche du logiciel (en vue de son adoption/rejet)

- Partie I : Analyse "externe" du logiciel :
  - \*Aspects techniques
  - \*Aspects pédagogiques
- Partie II : Décision à priori

*2ème TEMPS* : Analyse approfondie du logiciel (en vue de son intégration dans un scénario d'enseignement)

- Partie I : Enseignement papier/crayon de la notion concernée
- Partie II : Analyse "interne" du logiciel :
  - \*Analyse du contenu du logiciel (en fonction d'une situation adaptée)
  - \*Prévisions de gestion (de la situation d'enseignement proposée)

*3ème TEMPS* : Décision et conclusion

# 1er Temps (T1) : Première approche du logiciel

## T1 - Partie I : Analyse "externe" du logiciel

### 1) Aspects techniques du logiciel

#### a> Identification du logiciel :

- \*Nom du logiciel (titre ou sujet) : Maths 5ème
- \*Auteurs, éditeurs : Nathan
- \*Date de lancement : ?
- \*Opérationnel sur : M05
- \*Descriptif (indiquez grossièrement le contenu du logiciel) :

Visualisation de symétries par rapport à un axe vertical ou horizontal.

#### \*Durée moyenne d'utilisation (à prévoir) :

- °° moins d'une demi-heure ?
- °° plus d'une demi-heure ?

#### \*Familiarisation avec le logiciel :

est-elle rapide ? (oui) (non)

#### b> Qualités de présentation techniques et ergonomiques :

##### \*Présentation d'écrans :

- °°Ecran à menus déroulants ? (oui) (non)
- °°Clarté et lisibilité ? (bonnes) (moyennes) (médiocres)
- °°Division (si elle existe) de l'écran en "fenêtres" ? (utile) (perturbante)

##### \*Effets graphiques :

- °°Clignotement
- °°Encadrés  (décoratifs) (expressifs)
- °°Couleurs

##### \*Possibilités de copies d'écran ? (oui) (non)

##### \*Existe-t-il des éléments distrayeurs (qui détournent l'attention de l'élève de l'activité visée) ?

(non) (oui) → lesquels ?

##### \*Autres ?

#### c> Mode d'emploi :

##### \*Les instructions de chargement et de mise en route sont-elles suffisamment simples ?

(oui) (non)

##### \*Les modes d'entrée sont-ils faciles et rapides ? (oui) (non)

##### \*Les modes de sortie sont-ils avec traces (scores, bilan, etc ...) ? (oui) (non)

##### \*La circulation et les branchements à l'intérieur du logiciel sont-ils :

souples ?  simples ?

Le temps d'accès ? (long) (court)

##### \*Existe-t-il un blocage éventuel du logiciel ?

(non)

(oui) → quelles sont alors les consignes données ?

**d> Documentation d'accompagnement :**

- \*Existe-t-elle ? (non) (oui)  
 \*Est-elle : - imprimée ? (oui) (non)  
 - accessible directement sur l'écran ? (oui) (non)  
 \*Nature de la documentation :  
 - indications techniques (mise en route, fonction des touches, etc...) ?  
 - livret pédagogique d'accompagnement destiné à l'usage de l'enseignant ?  
 Décrivez brièvement cette documentation et donnez votre opinion personnelle.

**2) Aspects pédagogiques du logiciel****A)**

- \*Précisez les prérequis indispensables pour l'utilisation avec profit de ce logiciel :  
 - prérequis mathématiques :

Aucune

- prérequis informatiques :

Aucune

- \* Y-a-t'il des tâches proposées par le logiciel ?

(non)

(oui) →

- Ces tâches sont-elles : (fermées ?) (semi-ouvertes?) (ouvertes?)

-Y-a-t'il une possibilité de choix du niveau des tâches ? oui

-Y-a-t'il une auto-adaptation du logiciel au niveau de l'élève ?

Les tâches possibles (qu'elles soient ou non proposées par le logiciel) s'effectuent :

- directement sur l'écran ? - à partir de copies d'écran ? - les deux ensembles ? 

- \*Les objectifs de ce logiciel sont-ils clairement explicités par ses constructeurs ?

(non)

(oui) →

°° où ?

°° à l'intention de qui (enseignant, élève, ..) ?

°° ces objectifs vous semblent-ils atteignables ? (oui) (non)

Voyez-vous des objectifs possibles de ce logiciel autres que ceux explicités ?

(non)

(oui) → lesquels ?

Visualiser au fur et à mesure le symétrique d'un dessin par une symétrie axiale d'axe vertical.

**B) Interactivité (élève-machine)**

- \*Position de l'élève devant la machine :

- passif ? (au sens de ne pas communiquer avec la machine, cela ne veut pas dire qu'il est intellectuellement passif)

- actif ? → quel type d'activité ?

- Sait-il toujours ce que la machine attend de lui ? (oui) (non)

(Cette rubrique n'existait pas dans la version de la grille donnée à P+)

\*La machine attend-elle des réponses de l'utilisateur ?

Si oui :

-Y-a-t'il des commentaires de la machine suite à une réponse correcte de l'élève ?

(non)

(oui) → renforce-t-elle la réponse ?

(non)

(oui) → comment le fait-elle ?

(Cette question n'existait pas dans la version de la grille donnée à P+)

-Y-a-t'il des commentaires de la machine en cas de réponse erronée ?

(non)

(oui) →

°°explique-t-elle l'erreur (en la corrigeant) ?

non

°°oriente-t-elle l'élève (par des messages d'aide) ?

parfois

En cas de réponses ouvertes (tâtonnement expérimental, conjectures...), comment la machine les gère-t-elle ?

Elle indique seulement la partie bonne d'une réponse élève.

Si non :

- Comment la machine gère-t-elle les entrées utilisateur ?

\*Y-a-t'il une évaluation prévue ?

(non)

(oui) → quels types d'évaluations :

°°qualitatives ?

°°quantitative ? → sous quelle forme ?

Les réponses dans les trois rubriques qui suivent ne sont pas disjointes .

### C) Type du logiciel : partie informative

Nous nous sommes basées dans cette rubrique essentiellement sur deux typologies (non disjointes):

- celle de C . Mattiussi (IREM de Toulouse).

- celle de F . Tréhard (IREM de Paris 7))

#### \*1.1 Logiciels ouverts faisant appel aux méthodes actives :

Créatif : type Logo, Euclide, Cabri, etc...

Apprenticiel : recherche, découverte d'une notion.

Imagiciel : représentation, animation, logiciel essentiellement graphique prévu pour usage collectif.

Simulation : modélisation, évocation d'une réalité.

#### 1.2 Logiciels figés inspirés d'un E.A.O classique :

Tutoriel : enseignement programmé destiné à un usage individuel ou par petits groupes.

Exercices : autocorrectifs.

Ludique : jeux de réflexion ou d'entraînement.

#### \*2.1 Logiciels à mode commande :

-Le rapport de l'élève à la machine est de la faire produire.

-La présence de l'enseignant est indispensable .

-Il n'y a pas d'évaluation de la production de l'élève prévue par le logiciel.

## 2.2 Logiciels à mode réponse :

- L'élève doit donner une réponse précise (pré-programmée par le logiciel).
- La présence de l'enseignant n'est pas nécessaire (l'élève étant pris en charge par le logiciel).
- Il y a une possibilité d'évaluation de la réponse de l'élève.
- La situation d'utilisation privilégiée est celle d'entraînement et de renforcement.

En vous inspirant de ces deux typologies, essayez de classer ce logiciel (le logiciel peut ne pas être d'un type unique.)

### D) Usages possibles ou prévus :

\*Usage collectif : l'ordinateur "tableau-noir" utilisé par l'enseignant comme support pour l'activité de la classe.

\*Usage individuel ou par petits groupes :

- en présence de l'enseignant : en cours ?  en soutien ?
- en libre service :
  - °°complément d'un enseignement ?
  - °°exercices d'entraînement ?
  - °°évaluation ?

Dans ce cas la documentation est-elle suffisamment explicite pour permettre le travail autonome ? (oui) (non)

### E) Fonctions possibles du logiciel :

Nous nous sommes basées dans cette rubrique sur la "Fiche d'identification d'un didacticiel de l'ADI".

Indiquez le(s) cheminement(s) dont vous estimez personnellement qu'il(s) correspond(ent) le plus au logiciel :

Découverte		Raisonnement		Dialogue
Création		Fait		Simulation
Application		Concept		Jeux
Vérification	de	Méthode	par	Modélisation
Renforcement		Savoir faire		Animation graphique
Contrôle		Autre		Autre
Autre				

Vérification de concept par jeux.

Découverte de concept par simulation.

## T1 - Partie II : Décision a priori " choix/rejet

>> En revenant à vos réponses (partie I) essayez de :

- évaluer brièvement le logiciel du point de vue technique :

Facile d'utilisation (pas trop de manipulations "magiques").

Pas de changement de couleurs entre un point et son symétrique.

- préciser les notions qui pourraient être abordées avec ce logiciel :

On peut utiliser la première partie comme introduction ou soutien pour la notion de symétrie axiale.

- faire une synthèse vous permettant de juger a priori la possibilité de l'utilisation avec profit de ce logiciel dans l'enseignement :

Pauvreté des messages pour certaines erreurs.

Pas d'axes obliques, les axes ne sont que verticaux ou horizontaux.

Possibilité de visualiser au fur et à mesure le dessin symétrique.

>> Après cette revue et mise au point de vos réponses, quelle est votre décision :

Rejet ?  Possibilité d'adoption ?  → Dans ce cas passez au 2ème Temps.

## 2ème Temps (T2) : Analyse approfondie du logiciel

### T2 - Partie I : Remarques sur l'enseignement papier/crayon (EPC)

*Essayez de répondre aux questions suivantes sur l'enseignement de la notion (des notions) en jeu, **INDEPENDAMMENT DU LOGICIEL.***

**\*\*** Quels sont les points sur lesquels vous insisteriez ?

Conservation des formes (angles et distances) et non-glissement

**\*\*** Qu'est-ce qui vous semble important d'évaluer en "fin d'apprentissage" ?  
(Cette question n'existait pas dans la version de la grille donnée à P+)

**\*\*** Quelles sont les erreurs qui risqueraient d'apparaître chez les élèves et la fréquence (très fréquent, fréquent, peu fréquent) de leur apparition ?

Il peut apparaître une association : figure ayant un axe de symétrie = régularité dans une figure.

- Pensez-vous pouvoir éviter leur apparition ?

Oui → comment ?

Non → comment les traiteriez-vous alors pour les déstabiliser et les rectifier ?

*Dans la version de la grille donnée à P+, cette question faisait partie de la question précédente et se présentait sous la forme suivante : A quelles situations feriez-vous appel pour les déstabiliser et les rectifier ? La réponse de P+ est la suivante :*

Faire travailler sur des figures telles que le parallélogramme quelconque, ou les dessins de la vie courante du type Logos.

*Dans la première version de la grille, donnée à P+, les questions ci-dessus étaient précédées par la question suivante :*

Essayez de préparer, indépendamment du logiciel, un plan général de la notion en jeu, en suivant le schéma suivant :

Phases	Activités proposées aux élèves dans chaque phase (sans trop expliciter)	Objectifs pour chaque phase	Nombre de séances prévues pour chaque phase
CMO	1ère partie du logiciel	visualiser la symétrie à axe vertical	1
CPC	dessins de figures et de symétriques avec axes obliques, à main levée	visualiser la symétrie à axe oblique	2
CPC	trouver les axes de symétrie dans des figures ou dessins divers	repérer des figures possédant un axe de symétrie	2
CMO	2ème partie du logiciel	soutien	1

## T2 - Partie II : Analyse "interne" du logiciel

Donnez une description succincte d'une situation problème adaptée (selon vous) à ce logiciel (qu'elle soit ou non proposée par le logiciel) :

Celle de la phase 1, mais avec des axes de symétrie variables. Adapter deux couleurs différentes pour le dessin de départ et le symétrique.

*Pour cette situation essayez de répondre aux questions suivantes :*

### A>> ANALYSE DU CONTENU

**\*Précisez :**

- Les connaissances préalables nécessaires pour la compréhension du problème proposé :

Aucune connaissance préalable pour la phase 1.

- Les connaissances visées par cette situation :

Symétrie d'un dessin par symétrie axiale.

- Les connaissances pouvant être construites au cours de la résolution :

Symétrie axiale.

**\*Repérez les variables "didactiques"<sup>(1)</sup> de la situation :**

- variables fixées par le logiciel (figées),
- variables à la disposition de l'utilisateur (sur lesquelles on peut agir).

(1) Exemple d'une telle variable : la direction de l'axe de symétrie qui, dans le cas de la symétrie orthogonale, peut prendre les valeurs : horizontal, vertical, oblique

La position de l'axe de symétrie, qui n'est ici que vertical dans la partie 1 du logiciel, qui est vertical ou horizontal dans la partie 2.

Il faudrait pouvoir agir sur la position.

**\*Si le logiciel permet à l'élève de faire des constructions, essayez d'examiner les principales procédures de résolution<sup>(2)</sup> utilisables avec ce logiciel (sans vous limiter aux procédures correctes). Envisagez les deux cas :**

- La résolution directement sur l'écran.
- et /ou
- La résolution sur des copies d'écran (en cas de possibilité) .

(2) Exemple de telles procédures dans le cas de la symétrie orthogonale :



*(Pas de réponse à cette question)*



*En fonction du cas que vous avez choisi dans la question précédente :*

\*Essayez de prévoir le temps nécessaire pour chaque étape de la démarche choisie :

Une séance : CMO et essai d'explication. Deux séances de symétries à main levée.

\*Précisez votre rôle : (guider) (animer) (formuler) (contrôler) (autres ..... )

- A quels moments comptez-vous intervenir ? et comment le feriez-vous ?

En fin de CMO, aider à la formulation. Faire préciser des moyens de contrôle en CPC (papier calque, ...)

\*Précisez le type de l'activité de l'élève devant la machine :

- Quelles consignes de travail donneriez-vous à l'élève ?

\*Quel contrôle de l'activité de l'élève prévoyez-vous en cours de séance ?

\*Prévoyez-vous de faire un bilan de la séance CMO ?

(non)

(oui)--> Sous quelle forme ?

Temps prévu : - 10mn en fin de séance ?

- bilans partiels (en interrompant la séance) ?

- une séance bilan ?

\*Quel type d'évaluation prévoyez-vous (de l'activité de l'élève, de l'acquisition du contenu, etc...)

*(Les quatre dernières questions n'existaient pas dans la version de la grille donnée à P+)*

\*Comment jugez-vous l'utilisation possible que vous venez de proposer :

(Question tirée d'un document du CNAM)

- Une utilisation s'insérant dans le contenu habituel de l'enseignement, sans vraie modification de celui-ci ? (ex : illustrations classiques par un plus grand nombre d'exemples )

- Une utilisation avec modification importante de l'enseignement, sans qu'il y ait changement du contenu ? (ex : développement de l'approche expérimentale, initiation à la démarche de recherche)

- Une utilisation modifiant le contenu habituel de l'enseignement (ex : exercices qui n'étaient pas faits habituellement, présentations différentes)

### 3ème Temps (T3) Décision et conclusion

Après avoir analysé ce logiciel, pensez-vous qu'il peut s'intégrer utilement dans une démarche éducative ?

- NON ?

- OUI ? --> A partir alors de vos réponses dans le 1er et le 2ème temps et de votre propre expérience essayez de faire une fiche de synthèse en y mettant les points essentiels pour la construction d'une situation problème utilisant ce logiciel, et l'intégration de cette situation dans votre activité d'enseignement :

Séance 1 : introduction à la symétrie axiale en utilisant la partie 1 du logiciel uniquement. Après discussion en commun sur ce que fait l'ordinateur, faire dessiner par symétrie certaines lettres (ou son nom) pour anticiper sur l'action de l'ordinateur.

Les séances suivantes sont hors ordinateur et sont déjà décrites avant.  
Eventuellement, soutien avec la partie 2.

## QUESTIONNAIRE D'EVALUATION

- 1) Quelles sont les questions ou les rubriques de la grille qui vous ont semblé les plus pertinentes et qui ont guidé directement votre choix d'acceptation ou de rejet de ce logiciel ?

Aucune en particulier

- 2) Pouvez-vous préciser les critères supplémentaires que vous auriez souhaité trouver dans cette grille ?

Quel est le bon rapport : nombre d'élèves par poste ?

- 3) Pensez-vous qu'une grille de ce type éventuellement améliorée, pourrait aider à une meilleure intégration de l'outil informatique dans votre enseignement ?

Oui certainement, mais elle est un peu trop riche pour être utilisée souvent. Il faudrait la simplifier, quitte à l'appauvrir.

- 4) Avez-vous d'autres commentaires à propos de la grille ?

*Cette question n'existait pas dans la version donnée à P+, à la place figurait la question suivante : Comment jugez-vous globalement cette expérimentation ? La réponse de P+ est la suivante :*

Intéressante, car elle permet d'explicitier ses attentes par rapport à l'apprentissage d'une notion. Du coup, au lieu de ne voir que ce qui ne va pas dans le logiciel, on voit aussi les points positifs. On peut donc utiliser le logiciel, même s'il ne nous satisfait pas entièrement.

- 5) Pensez-vous que cette grille :

- \*doit être présentée : - en stage de formation ?
- en démonstration ?
- \*peut être diffusée (sans présentation préalable) :
- dans tous les établissements en CDI ?
- dans une circulaire envoyée aux enseignants?
- sur demande ?

*(Cette question n'existait pas dans la version de la grille donnée à P+)*

Fin de l'expérimentation : 16h

Les renseignements suivants sont tirés des annonces officielles<sup>1</sup> des stages IREM, et communiqués par les formateurs responsables de ces deux stages.

PREMIER STAGE (Notre expérimentation s'est déroulée à la dernière séance du stage (eds))

Année : 1989-90

Intitulé : Situations d'apprentissage en Géométrie avec ou sans ordinateur.

Organisation : 6 après midi - 2 par trimestre - 3h chacun.

Participants : Professeurs de Mathématiques, enseignants en collège.

Principaux thèmes abordés :

- \* programmation LOGO - Euclide,
- \* la Géométrie en 4ème à partir de l'ordinateur,
- \* articulation de situations d'apprentissage,
- \* création d'imagiciel (sous Euclide) indépendamment des élèves,
- \* utilisation en mode direct pour tester des conjectures,
- \* Euclide : programmation en vue de problèmes complexes (lieu géométrique).

DEUXIEME STAGE (Notre expérimentation s'est déroulée à la première séance du stage (eps))

Année : 1990-91

Intitulé : Informatique-outil, Géométrie avec ou sans ordinateur.

Organisation : 6 après midi - 2 par trimestre - 3h chacun.

Participants : Professeurs de Mathématiques, enseignants en collège.

Objectifs :

- \* savoir modifier son enseignement de la géométrie en y intégrant l'usage de l'ordinateur,
- \* utilisation d'imagiciels, de langages spécifiques comme LOGO et Euclide ou de logiciels d'aide à la démonstration.

Contenu : Autour de thèmes géométriques et de l'apprentissage de la démonstration :

- \* analyse de logiciels,
- \* programmation LOGO - Euclide,
- \* conception de séquences d'enseignement utilisant l'outil informatique,
- \* expérimentation dans les classes et analyse.

Précisons que le premier stage exploite directement une recherche effectuée à l'IREM de Paris 7, l'année précédant le stage. Cette recherche, à laquelle le formateur responsable du stage avait participé, concernait le logiciel Euclide (*cf. brochure IREM n°77 : "Une recherche menée dans le cadre du projet Euclide"*). La description du stage, qui apparaît a priori assez décousue, se comprend mieux si l'on prend en compte cette caractéristique.

En effet, dans la recherche, trois types d'utilisation du logiciel Euclide sont envisagés et expérimentés en classe de quatrième :

- Euclide utilisé par l'enseignant pour construire des imagiciels permettant d'introduire certaines notions (dans le cas présent, les notions de projection et de cosinus).
- Euclide utilisé en mode direct par l'élève pour effectuer des constructions et s'engager dans une pratique expérimentale avec exploitation, conjectures et test des conjectures utilisant les commandes Euclide.

---

<sup>1</sup>Parues dans les P.A.F (Plan Académique de Formation) des académies de Paris, Creteil et Versailles.

- Euclide utilisé en mode programmation pour traiter des problèmes plus complexes, incluant des problèmes d'ensembles de points, sur plusieurs séances.

Le deuxième stage reste dans le même esprit que le premier, certains thèmes y sont reportés. On note cependant une volonté d'élargissement pour intégrer d'autres logiciels et traiter d'autres situations d'enseignement de notions géométriques.

La rédaction même des objectifs de ce stage atteste une distanciation par rapport à la stratégie de transfert direct utilisé dans le premier stage.

**ANNEXE "Stagiaires"****Fiches de saisie des réponses  
des enseignants stagiaires à la grille**

- 1 - Les EDS (Enseignant en Dernière Séance du premier stage)**
- 2 - Les EPS (Enseignant en Première Séance du deuxième stage)**

Nous rappelons ci-dessous la signification de trois sigles qui seront utilisés dans ces fiches:

**U.P.O.:** Utilisations Pédagogiques de l'ordinateur

**C.P.C.:** Conditions Papier-Crayon

**C.M.O.:** Conditions Micro-Ordinateur

## Fiche de saisie des réponses de l'enseignant stagiaire EDS1 à la grille

### Présentations

- *Durée de l'expérimentation* : 1h

- *Logiciel utilisé* : INTER-IREM ; imagiciels 1, 2, 3 (groupe III)

- *Expériences précédentes en U.P.O.* :

A déjà utilisé des logiciels en "complément de cours". Continue à en utiliser sur base de volontariat, mais écrit aussi : "le volontariat est à exclure car les élèves finissent par ne plus venir".

- *Opinion déclarée sur l'U.P.O.* :

Néant.

### Points importants et citations tirés des réponses aux deux temps de la grille

#### Premier temps

- *Conformité de l'analyse "externe" faite par le stagiaire à notre analyse* :

Approximativement conforme, sauf pour P2D.

- *Usages possibles du logiciel (Partie I.2, question D : P2D)* :

En soutien, par petits groupes, en présence de l'enseignant.

- *Evaluation du logiciel* :

"Bonne présentation et bonne documentation, mais ne fait pas assez appel à la réflexion personnelle de l'élève".

- *Décision adoption-rejet* : rejet.

Second temps : Pas de réponses suite au rejet du logiciel au premier temps.

#### A propos de l'expérimentation

- *Remarques du stagiaire sur la grille* :

Refus.

- *Rapport à la grille* :

Pas de vrai engagement, réponses très brèves qui ne sortent pas du cadre QCM.

- *Attitude au cours de l'expérimentation* :

Ennuyé, beaucoup de discussions avec les autres stagiaires. Frustré de ne pas avoir pu "étudier" les autres parties du logiciel.

#### Commentaires et analyses conclusives

- EDS1 déclare qu'il utilise l'outil informatique comme complément de cours, mais que cet outil ne motive pas les élèves. On retrouve dans ses réponses la conception de l'usage de l'outil informatique en dehors de l'activité de la classe : Les logiciels qu'il a consultés sont des imagiciels utilisables essentiellement en classe (entière) sur un poste unique, mais EDS1 propose de les utiliser en soutien et par petits groupes d'élèves. Et ceci en dépit du fait que sa principale critique du logiciel est "qu'il ne fait pas assez appel à la réflexion personnelle de l'élève".

- Son intérêt au cours de l'expérimentation était plus porté sur la consultation des autres imagiciels de la disquette, que sur une analyse plus approfondie des imagiciels que nous lui avons désignés.

## Fiche de saisie des réponses de l'enseignant stagiaire EDS2 à la grille

### Présentations

- *Durée de l'expérimentation* : 1h 10mn
- *Logiciel utilisé* : INTER-IREM ; imagiciels 4, 5 (groupe II2)
- *Expériences précédentes en U.P.O.* :

A déjà utilisé l'outil informatique pour "introduire, compléter ou appliquer des éléments du cours". Continue à l'utiliser régulièrement (1h/semaine) avec sa classe et les classes des collègues.

- *Opinion déclarée sur l'U.P.O.* :

"Intéressante...les élèves sont très intéressés et demandent parfois à travailler sur une notion qui leur semble mal acquise". Cependant, il écrit que cette utilisation est "insuffisante en raison du blocage de certains élèves".

### Points importants et citations tirés des réponses aux deux temps de la grille

#### Premier temps

- *Conformité de l'analyse "externe" faite par le stagiaire à notre analyse* :

Beaucoup de confusion dans les réponses, attribuée par EDS2 à une non compréhension des questions "trop techniques".

- *Usages possibles du logiciel (Partie I.2, question D : P2D)* :

Individuel ou par petits groupes, en libre service, en complément d'un enseignement.

- *Evaluation du logiciel* :

"Le logiciel est clair et simple d'utilisation... Aucune recherche de l'élève ni aucun approfondissement... La notion étant seulement abordée et non exploitée, l'utilisation ne me semble pas enrichir les connaissances de l'élève".

"Il n'y a pas d'interactivité élève-machine, c'est l'ordinateur qui travaille".

- *Décision adoption-rejet* : rejet.

Second temps : Pas de réponses suite au rejet du logiciel au premier temps.

#### A propos de l'expérimentation

- *Remarques du stagiaire sur la grille* :

Intéressante, "mais après des expériences d'utilisation plus complète"

- *Rapport à la grille* :

Remplissage superficiel, réponses souvent non pertinentes.

- *Attitude au cours de l'expérimentation* :

Révolté, ennuyé, a passé la plupart du temps à consulter les autres imagiciels de la disquette. Déclare que l'expérience est "non satisfaisante...il faudrait étudier le logiciel dans sa totalité pour pouvoir juger de sa progression d'une activité à l'autre". Aurait préféré un logiciel "plus riche".

#### Commentaires et analyses conclusives

- *Ambiguïté* : utilise régulièrement des logiciels mais trouve très techniques des questions telles : les branchements à l'intérieur du logiciels sont-ils simples ? ou prévoir la durée moyenne d'utilisation ?
- *Vision du logiciel éducatif* comme un tutoriel où l'interactivité directe élève-machine est indispensable et l'enseignant est un simple animateur externe. Même si dans la question sur le type du logiciel (P2C), EDS2 trouve que le logiciel est de type imagiciel, c'est cet aspect qui le gêne et le pousse à rejeter ce logiciel que "l'élève risque de considérer comme un jeu sans en chercher le but" et où "la notion est seulement abordée et non exploitée".

## Fiche de saisie des réponses de l'enseignant stagiaire EDS3 à la grille

### Présentations

- *Durée de l'expérimentation* : 1h 20mn

- *Logiciel utilisé* : INTER-IREM ; imagiciels 6, 7 (groupe II3)

- *Expériences précédentes en U.P.O.* :

A déjà eu une expérience mais en a gardé "un mauvais souvenir" : non fiabilité du matériel, logiciels "trop simplistes", perte de contrôle de la classe ("chahut monstre").

- *Opinion déclarée sur l'U.P.O.* :

"Peut être valable... mais le matériel est peu fiable, les professeurs ne sont pas formés et doivent passer un temps fou pour mettre une séance au point".

Ca permet de proposer aux élèves un enseignement "mieux adapté à leur époque".

### Points importants et citations tirés des réponses aux deux temps de la grille

#### Premier temps

- *Conformité de l'analyse "externe" faite par le stagiaire à notre analyse* :

Conforme

- *Usages possibles du logiciel (Partie I.2, question D : P2D)* :

En libre service, exercices d'entraînement, travail autonome de l'élève.

- *Evaluation du logiciel* :

Présentation claire et agréable. Défauts : pas de possibilité de se corriger, documentation pauvre.

"Contenu scientifique intéressant, mais je pense qu'il n'apprend rien à l'élève...Je le propose plutôt en séance récréatrice à la suite du cours sur la symétrie orthogonale".

- *Décision adoption-rejet* : rejet

Second temps : Pas de réponses suite au rejet du logiciel au premier temps.

#### A propos de l'expérimentation

- *Remarques du stagiaire sur la grille* :

Demande beaucoup de temps.

Les questions les plus pertinentes sont celles concernant l'interactivité élève-machine : "pour moi, devant un nouveau logiciel, je me mets à la place de l'élève".

- *Rapport à la grille* :

Scolaire.

- *Attitude au cours de l'expérimentation* :

Très concentré sur son travail.

#### Commentaires et analyses conclusives

- EDS3 se sent en insécurité dans des C.M.O., ceci résulte d'un manque de formation qui lui permettrait de garder le contrôle de la classe. Ce sentiment trouve aussi son origine dans une sorte d'impuissance vis à vis du matériel non fiable.

Le logiciel lui plaît parce qu'il est facile d'utilisation et a un contenu scientifique intéressant. Cependant, EDS3 préfère utiliser ce logiciel ludique dans une "activité récréatrice" où l'impact des contraintes précédentes est minimisé.

- EDS3 est toujours en position d'élève face à l'informatique. Il veut avant tout comprendre sa tâche et ses possibilités de correction en cas d'erreur. Il lui faut "prendre un certain plaisir et pouvoir réinvestir ses savoirs".

L'enseignant qu'il est a surtout besoin de temps pour analyser un logiciel et préparer une séance l'intégrant.

## Fiche de saisie des réponses de l'enseignant stagiaire EDS4 à la grille

### Présentations

- *Durée de l'expérimentation* : 1h 30mn (dont 15mn pour répondre aux questions de la grille et le reste du temps pour consulter la totalité du logiciel).
- *Logiciel utilisé* : INTER-IREM ; imagiciel 8 (groupe II4)
- *Expériences précédentes en U.P.O.* :  
A déjà consulté des logiciels "dans le but de vérifier s'ils sont utilisables par les élèves et adaptés aux programmes". Utilise des logiciels "alternativement" pour introduire des notions, pour faire des exercices d'entraînement et en soutien.
- *Opinion déclarée sur l'U.P.O.* :  
"C'est une technique qui plaît beaucoup aux élèves, ils sont plus motivés et donc plus aptes à étudier... L'intérêt est que chaque élève travaille à son rythme, une certaine autonomie en découle".

### Points importants et citations tirés des réponses aux deux temps de la grille

#### Premier temps

- *Conformité de l'analyse "externe" faite par le stagiaire à notre analyse* :  
Analyse faite à moitié et d'une façon très rapide, ne correspond pas en général à notre analyse.
- *Usages possibles du logiciel (Partie I.2, question D : P2D)* : pas de réponse.
- *Evaluation du logiciel* :  
"Peu accessible à des élèves moyens, de plus l'élève ne peut pas savoir si son travail est correct".
- *Décision adoption-rejet* : Néant

#### Second temps : Pas de réponses

#### A propos de l'expérimentation

- *Remarques du stagiaire sur la grille* : Néant
- *Rapport à la grille* : Néant
- *Attitude au cours de l'expérimentation* :  
Travail discontinu. Beaucoup de discussions avec les autres stagiaires. A passé la majorité du temps à consulter le logiciel. Pendant le dernier quart d'heure EDS4 a feuilleté rapidement la grille et répondu évasivement à certaines questions.

#### Commentaires et analyses conclusives

- Intéressé exclusivement par le logiciel.
- Voit l'outil informatique dans l'enseignement comme un moyen permettant avant tout de faire travailler l'élève à son propre rythme. Un logiciel pour EDS4 est essentiellement un tutoriel.

## Fiche de saisie des réponses de l'enseignant stagiaire EDS5 à la grille

### Présentations

- *Durée de l'expérimentation* : 1h 40mn
- *Logiciel utilisé* : INTER-IREM ; imagiciel 8 (groupe II4)
- *Expériences précédentes en U.P.O.* :  
"Utilisateur avant l'existence du nanoréseau". EDS5 utilise régulièrement les outils informatique (logiciels "tout fait" et "modulables") dans son enseignement.
- *Opinion déclarée sur l'U.P.O.* :  
Opinion très favorable : "Cela permet d'appréhender des notions qui étaient complexes avec le papier-crayon". Cependant, l'E.A.O. nécessite "des moyens réels", une formation "plus intense des enseignants" et des logiciels "ouverts et performants".

### Points importants et citations tirés des réponses aux deux temps de la grille

#### Premier temps

- *Conformité de l'analyse "externe" faite par le stagiaire à notre analyse* :  
Conforme.
- *Usages possibles du logiciel (Partie I.2, question D : P2D)* :  
Usage individuel ou par petits groupes en présence de l'enseignant.  
Usage individuel en libre service.
- *Evaluation du logiciel* :  
"Assez bon support technique". Mais défaut d'instructions en cas d'erreur de l'élève.  
"Il faudrait que le logiciel prévienne l'élève d'une erreur sans jamais la corriger, l'enseignant restant maître d'oeuvre".
- *Décision adoption-rejet* : Possibilité d'adoption

#### Second temps

- *Questions qui n'ont pas eu de réponses* :  
Aucune.
- *Démarche et points importants en C.P.C. (Partie I)* :  
Démarche : "approche de la notion, prise de conscience du concept et propriétés de conservation".
- *Situation(s) C.M.O. proposée(s)* :  
Construction de pavages en papier-crayon après avoir travaillé sur ordinateur, les conservations des angles et des longueurs.
- *Accessibilité de l'analyse "interne"* :  
Accessible.
- *Prise de conscience et exploitation des différences-apports C.M.O./C.P.C.* :  
EDS5 construit une situation d'E.A.O. riche, quitte à améliorer le logiciel, pour asseoir des propriétés (conservation des longueurs et des angles) "rebutantes" dans des C.P.C.
- *Prévisions de gestion* :  
En situation de classe : coupler le travail sur machine avec un travail papier-crayon en mettant les élèves en position de recherche expérimentale, le rôle de l'enseignant étant de guider et de formuler.

### A propos de l'expérimentation

- *Remarques du stagiaire sur la grille* :  
Intéressante et "permet une approche critique approfondie".
- *Rapport à la grille* :  
EDS5 exploite la grille en tant qu'outil lui permettant une approche critique de ses pratiques d'E.A.O.
- *Attitude au cours de l'expérimentation* :  
Intéressé et décontracté.

### Commentaires et analyses conclusives

EDS5 est un habitué des environnements informatiques. Il utilise régulièrement des logiciels dans son enseignement. Il a un regard critique sur l'état actuel de l'E.A.O.

- Il est à l'aise au cours de l'expérimentation et essaye d'entrer dans la logique de la grille pour en tirer le plus de profit. L'analyse "interne" (connotée didactique) l'arrête un peu, mais il continue après avoir consulté les documents d'aide que nous proposons. Il note (à propos de l'expérimentation) : "...Prise de conscience des données subjectives qui déterminent nos choix, nos actions".

- Au cours de l'analyse externe du logiciel (Temps 1) il relève plusieurs points négatifs dans ses aspects pédagogiques, mais cela ne le conduit pas à rejeter le logiciel. Au contraire il fait des suggestions d'amélioration et construit une situation d'enseignement autour du logiciel éventuellement modifié. Dans cette situation, il aborde des concepts connus pour être difficilement assimilables (en C.P.C.) par les élèves et essaye de les rendre, à travers l'activité informatique, fonctionnels dans une activité papier-crayon relativement complexe.

## Fiche de saisie des réponses de l'enseignant stagiaire EDS6 à la grille

### Présentations

- *Durée de l'expérimentation* : 1h 50mn

- *Logiciel utilisé* : INTER-IREM ; imagiciels 4, 5 (groupe II2)

- *Expériences précédentes en U.P.O.* :

EDS6 a déjà utilisé l'outil informatique comme complément à l'enseignement papier-crayon dans des activités géométriques et algébriques. Il continue à l'utiliser quand les conditions matérielles (effectifs, locaux) le permettent, ce qui est rarement le cas.

- *Opinion déclarée sur l'U.P.O.* :

"C'est un outil intéressant, surtout pour les classes en difficulté, et pour mettre en évidence certaines notions qui sont trop abstraites ou longues sur papier".

### Points importants et citations tirés des réponses aux deux temps de la grille

#### Premier temps

- *Conformité de l'analyse "externe" faite par le stagiaire à notre analyse* :

Approximativement conforme.

- *Usages possibles du logiciel (Partie I.2, question D : P2D)* :

Néant

- *Evaluation du logiciel* :

"Clair et expressif".

- *Décision adoption-rejet* : Possibilité d'adoption

#### Second temps

- *Questions qui n'ont pas eu de réponses* :

Toutes les questions de la Partie II, A.

- *Démarche et points importants en C.P.C. (Partie I)* :

Néant

- *Situation(s) C.M.O. \* proposée(s)* :

Construction de symétriques (Imagiciel 4) et découverte des propriétés de conservation.

- *Accessibilité de l'analyse "interne"* :

Non accessible

- *Prise de conscience et exploitation des différences-apports C.M.O./C.P.C.* :

Néant

- *Prévisions de gestion* :

La situation proposée devrait se dérouler avant le cours sur la symétrie pour mettre les élèves en position de recherche en leur apportant des illustrations graphiques variées. Elle doit s'insérer dans le contenu habituel de l'enseignement sans vraies modifications de celui-ci. Le rôle de l'enseignant est d'animer et de guider.

### A propos de l'expérimentation

- *Remarques du stagiaire sur la grille* :

"Grille complète qui permet d'évaluer un logiciel". Ceci paraît indispensable pour EDS6 qui est "souvent déçu par les logiciels"

- *Rapport à la grille* :

La grille est bien acceptée comme outil d'évaluation d'un logiciel et l'analyse qu'il a faite est conforme à cet esprit (analyse externe).

*- Attitude au cours de l'expérimentation :*

Très frustré par le fait que nous lui avons demandé de regarder et d'analyser uniquement deux activités du logiciel. Il s'est appliqué à remplir la grille seulement après avoir consulté toutes les activités du logiciel.

**Commentaires et analyses conclusives**

EDS6 a une familiarité moyenne avec les logiciels éducatifs mais ne les utilise que peu faute de conditions matérielles favorables. Il voit l'E.A.O comme complément de l'enseignement papier-crayon et surtout pour des notions difficilement abordables en C.P.C.

Il cherche à connaître des produits, à les analyser et voir en gros les possibilités de leur utilisation dans l'enseignement. C'est pourquoi il souhaite voir le reste des logiciels de la disquette avant d'utiliser la grille pour en analyser uniquement deux. Il fait son analyse dans un but d'évaluation (Temps 1). L'analyse interne du logiciel (Temps 2) lui a servi à se faire une idée de toutes les possibilités d'utilisation de ce logiciel (qu'elles soient proposées ou non dans la documentation). Les situations qu'il propose sont des situations de découverte indépendamment de l'enseignement papier-crayon mais il insiste sur la complémentarité des deux types d'enseignement. Au cours d'une séance E.A.O. il se voit plutôt comme animateur.

## Fiche de saisie des réponses de l'enseignant stagiaire EDS7 à la grille

### Présentations

- *Durée de l'expérimentation* : 1h 50mn
  - *Logiciel utilisé* : INTER-IREM ; imagiciels 6, 7 (groupe II3)
  - *Expériences précédentes en U.P.O.* :
- "Utilisation pour l'arithmétique, l'algèbre et en construction géométrique".
- *Opinion déclarée sur l'U.P.O.* :
- Favorable mais "le matériel n'est pas adapté et les logiciels sont soit trop faciles soit trop compliqués".

### Points importants et citations tirés des réponses aux deux temps de la grille

#### Premier temps

- *Conformité de l'analyse "externe" faite par le stagiaire à notre analyse* :
- Conforme.
- *Usages possibles du logiciel (Partie I.2, question D : P2D)* :
- Individuel ou par petits groupes, en présence de l'enseignant.
- *Evaluation du logiciel* :
- Manque d'instructions d'utilisation, d'où la nécessité de la présence de l'enseignant pour les donner aux élèves.
- *Décision adoption-rejet* : Rejet avec doute

#### Second temps

- *Questions qui n'ont pas eu de réponses* :
- Toutes les questions de la partie II.
- *Démarche et points importants en C.P.C. (Partie I)* :
- Démarche : construction de symétriques, recherche d'axes de symétrie et propriétés de conservation.  
Point important : construction de symétriques par rapport à un axe oblique.
- *Situation(s) C.M.O. proposée(s)* :
- "Construction de symétriques, recherche d'axes de symétrie et conservation des distances et des angles".
- *Accessibilité de l'analyse "interne"* :
- Non accessible
- *Prise de conscience et exploitation des différences-apports C.M.O./C.P.C.* :
- Néant
- *Prévisions de gestion* :
- Néant

### A propos de l'expérimentation

- *Remarques du stagiaire sur la grille* :
- Utile. La question la plus pertinente est P2C : type du logiciel, partie informative.
- *Rapport à la grille* :
- La grille est utilisée comme moyen de découverte du produit informatique.
- *Attitude au cours de l'expérimentation* :
- S'intéresse plus aux aspects informatiques du logiciel : instructions de lancement à partir du serveur, instructions de sortie, moyens d'intervenir dans la programmation...Il y passe la moitié du temps de l'expérimentation.

### Commentaires et analyses conclusives

EDS7 est favorable à l'utilisation d'outils informatiques dans l'enseignement mais se plaint du "matériel non adapté".

Il veut découvrir des logiciels, leurs modes de fonctionnement et apprendre les moyens de les évaluer. Sa réflexion au cours de l'expérimentation est alors concentrée sur le logiciel en tant que produit informatique plus qu'en tant qu'outil pour l'enseignement.

Cela peut également être dû au fait qu'il rejette (avec doute) le logiciel à la fin du premier temps T1. De ce fait, le second temps T2 lui paraît lourd pour un logiciel d'enseignement qui l'intéresse moyennement. Il se contente alors de donner quelques situations d'enseignement adaptées aux logiciels qu'il a consultés.

## Fiche de saisie des réponses de l'enseignant stagiaire EDS8 à la grille

### Présentations

- *Durée de l'expérimentation* : 2h

- *Logiciel utilisé* : INTER-IREM ; imagiciels 1, 2, 3 (groupe II1)

- *Expériences précédentes en U.P.O.* :

Utilisation de manière "ponctuelle" pour des activités d'approfondissement : en calcul algébrique, pour des notions de statistique et pour les symétries.

- *Opinion déclarée sur l'U.P.O.* :

EDS8 est favorable à l'E.A.O. et pense qu'il est nécessaire de l'intégrer régulièrement au reste du travail.

### Points importants et citations tirés des réponses aux deux temps de la grille

#### Premier temps

- *Conformité de l'analyse "externe" faite par le stagiaire à notre analyse* :

Conforme

- *Usages possibles du logiciel (Partie I.2, question D : 2D)* :

Tous les types d'usages sont possibles.

- *Evaluation du logiciel* :

Logiciel de visualisation qui laisse "une autonomie intéressante à l'élève".

- *Décision adoption-rejet* : Possibilité d'adoption

#### Second temps

- *Questions qui n'ont pas eu de réponses* :

Toutes les questions de la Partie II A, sauf celle sur les variables.

- *Démarche et points importants en C.P.C. (Partie I)* :

Néant (confusion entre C.P.C et C.M.O.)

- *Situation(s) C.M.O. \* proposée(s)* :

"Situation de la figure symétrique dans le plan suivant la position de l'axe".

- *Accessibilité de l'analyse "interne"* :

une réponse uniquement aux "variables de la situation" : l'orientation de l'axe et le choix de la figure à symétriser.

- *Prise de conscience et exploitation des différences-apports C.M.O./C.P.C.* :

"Plus de diversité, traitement rapide" est sa seule réponse.

- *Prévisions de gestion* :

EDS8 prévoit de mettre les élèves en position de recherche expérimentale en alternant le travail sur machine et en papier-crayon. Son rôle sera de guider en C.M.O. et de contrôler en C.P.C.

### A propos de l'expérimentation

- *Remarques du stagiaire sur la grille* :

"Recherche intéressante qui permet de mieux comprendre comment appréhender un logiciel", essentiellement T1.

- *Rapport à la grille* :

Engagement scolaire. Répond soigneusement à toutes les questions qui lui sont accessibles.

- *Attitude au cours de l'expérimentation* :

Studieux

### **Commentaires et analyses conclusives**

EDS8 est très favorable à ce nouvel outil pédagogique qu'il utilise dans son enseignement d'une "manière ponctuelle". Il souligne la nécessité d'une bonne intégration des outils informatiques au reste de l'enseignement.

Ses réponses sont cohérentes et correspondent à une utilisation variée du logiciel, couplée avec l'enseignement papier-crayon.

A la fin du premier temps T1 les usages possibles du logiciel sont déjà précisés d'où le passage aux situations d'enseignement correspondantes et aux prévisions de gestion sans passer par l'analyse du contenu Partie II A.

## Fiche de saisie des réponses de l'enseignant stagiaire EPS1 à la grille

### Présentations

- *Durée de l'expérimentation* : 1h 30mn
- *Logiciel utilisé* : Calques Géométriques
- *Expériences précédentes en U.P.O.* :

EPS1 a déjà fait des initiations à la programmation Logo, Basic en 6ème, 5ème et CPPN. Il n'utilise plus l'informatique dans son enseignement à cause du "manque de temps pour préparer quelque chose qui ne soit pas un simple amusement sur ordinateur".

- *Points importants pour préparer une séance d'E.A.O.* :

Pour lui, la préparation d'une séance EAO nécessite une analyse du logiciel : contenu mathématique, caractéristiques informatiques, interactivité élève-machine, en plus d'une prévision de la gestion de la classe pendant la séance.

### Points importants et citations tirés des réponses aux deux temps de la grille

#### Premier temps

- *Conformité de l'analyse "externe" faite par le stagiaire à notre analyse* :

A répondu uniquement aux questions de type QCM. Ses quelques réponses sont conformes à notre analyse.

- *Usages possibles du logiciel (Partie I.2, question D : P2D)* :

Usage collectif comme support de l'activité de la classe.

Usage individuel en soutien pour des exercices d'entraînement.

- *Evaluation du logiciel* : Néant.
- *Décision adoption-rejet* : Néant

#### Second temps : Pas de réponses

### A propos de l'expérimentation

- *Remarques du stagiaire sur la grille* :

La grille doit être présentée aux enseignants en démonstration et non en stage de formation. Elle peut être utile à condition de l'alléger.

- *Rapport à la grille* :

Refus

- *Attitude au cours de l'expérimentation* :

Manifeste plusieurs fois son mécontentement de devoir remplir la grille. EPS1 préfère consulter toutes les possibilités offertes par le logiciel. Il feuillette la grille et répond à quelques questions.

### Commentaires et analyses conclusives

EPS1 a ressenti l'expérimentation comme une mise en cause de ses connaissances et a été très mal à l'aise. Le fait qu'il se soit réfugié dans la consultation détaillée du logiciel révèle, nous semble-t-il, une demande de sécurisation du côté de la compréhension du fonctionnement du logiciel.

( Il faut signaler que EPS1 n'est pas venu aux autres séances du stage)

## Fiche de saisie des réponses de l'enseignant stagiaire EPS2 à la grille

### Présentations

- *Durée de l'expérimentation* : 1h 30mn
- *Logiciel utilisé* : Calques Géométriques.
- *Expériences précédentes en U.P.O.* :

Il écrit : " Utilisation de disquettes... pas adaptées aux nouveaux programmes" .

- *Points importants pour préparer une séance d'E.A.O* :

Pour lui, la préparation nécessite une analyse du contenu mathématique du logiciel ainsi que de l'interactivité possible élève-machine.

### Points importants et citations tirés des réponses aux deux temps de la grille

#### Premier temps

- *Conformité de l'analyse "externe" faite par le stagiaire à notre analyse* :

Les réponses concernant les caractéristiques techniques sont incomplètes et moyennement conformes. Celles concernant les aspects pédagogiques sont approximativement conformes

- *Usages possibles du logiciel (P2D)* :

Usage individuel en cours, en présence de l'enseignant.

- *Evaluation du logiciel* :

Pas d'évaluation technique. Evaluation pédagogique : "Je ne peux pas répondre, ne connaissant pas assez les possibilités".

- *Décision adoption-rejet* : possibilité d'adoption.

#### Second temps

- *Questions qui n'ont pas eu de réponses* :

Les questions concernant les conceptions erronées des élèves en C.P.C. (Partie I).

Les questions concernant l'analyse du contenu du logiciel sauf celle sur les comparaisons C.P.C./C.M.O. (Partie II, A)

Les questions concernant la prévision de l'activité de l'élève devant la machine, la prévision de gestion du temps et de l'évaluation de la séance proposée. (Partie II, B)

- *Démarche et points importants en C.P.C. (Partie I)* :

Les activités proposées sont des activités de pliage débouchant sur une méthode de construction de la figure symétrique. L'objectif est de découvrir les propriétés de la symétrie orthogonale.

- *Situation(s) C.M.O. \* proposée(s)* :

"Constructions, déductions de figures. En situation de classe pour apporter des illustrations graphiques et mettre les élèves en position de recherche expérimentale. Sous forme d'exercices d'application aux leçons".

- *Accessibilité de l'analyse "interne"* :

Non accessible.

- *Prise de conscience et exploitations des différences-apports C.M.O./C.P.C.* :

"Dans les C.P.C, l'adresse de l'élève est importante, la construction a l'avantage de faire manipuler des instruments de mesure... En C.M.O, figure plus parlante, mobile ce qui est plus attrayant... Transferts intéressants"

- *Prévisions de gestion* :

Le rôle de l'enseignant est de guider "à la demande" l'élève qui ne comprend pas les consignes ou d'améliorer une figure.

"Pas de contrôle noté".

### **A propos de l'expérimentation**

#### *- Remarques du stagiaire sur la grille :*

Les questions qui lui semblent les plus pertinentes sont celles sur les aspects pédagogiques et les usages possibles du logiciel.

Il trouve que la grille doit être présentée en démonstration et sur demande mais non en stage de formation.

#### *- Rapport à la grille :*

C'est le rapport d'un "élève" à un "contrôle" qui est d'un "niveau supérieur au sien".

#### *- Attitude au cours de l'expérimentation :*

Il pose beaucoup de questions sur le fonctionnement du logiciel, le clavier pour EPS2 est "inconnu".

L'expérimentation pour lui est une "interrogation" qu'il décide à un moment d'arrêter. Cependant, EPS2 essaye de répondre à toutes les questions de la grille et il est le dernier à rendre sa grille.

### **Commentaires et analyses conclusives**

- EPS2 est un débutant en U.P.O, il n'est même pas familiarisé avec le clavier et veut avant tout savoir faire fonctionner le logiciel. De ce fait, il vit une angoisse dans un environnement informatique et se sent inférieur aux autres stagiaires.

Il essaye d'échapper à ce sentiment d'insécurité et d'angoisse en focalisant sa réflexion sur : l'élève face à la machine.

- EPS2 se contenterait d'utiliser un peu d'informatique comme support de ces pratiques usuelles. Il conclut son analyse du logiciel (du type outil ouvert de constructions géométriques) par : "Pour le moment, je ne me sens pas capable d'utiliser ce logiciel pour l'enseignement de la géométrie, mais simplement pour illustrer des leçons, présenter de façon plus attractive certaines notions".

## Fiche de saisie des réponses de l'enseignant stagiaire EPS3 à la grille

### Présentations

- *Durée de l'expérimentation* : 1h 30mn
- *Logiciel utilisé* : Calques Géométriques.
- *Expériences précédentes en U.P.O.* :

A déjà utilisé des logiciels d'algèbre (en 4ème et 3ème). N'en utilise plus car la salle informatique est monopolisée par les enseignants de technologie et que les classes sont très chargées.

- *Points importants pour préparer une séance d'E.A.O.* :

Pour lui, préparer une séance d'E.A.O. nécessite en priorité, d'analyser l'interactivité élève-machine puis les caractéristiques informatiques du logiciel.

### Points importants et citations tirés des réponses aux deux temps de la grille

#### Premier temps

- *Conformité de l'analyse "externe" faite par le stagiaire à notre analyse* :

Approximativement conforme.

- *Usages possibles du logiciel (Partie I.2, question D : P2D)* :

Usage individuel en cours ou en soutien, en présence de l'enseignant ou en libre service.

- *Evaluation du logiciel* :

Le logiciel permet de construire des figures géométriques rapidement et facilement, mais seulement après un certain temps de familiarisation pour que "l'utilisation soit fonctionnelle". Cependant, ces constructions ne sont pas plus intéressantes que celles faites en "papier-crayon". Mais "utiliser l'informatique motive les élèves".

- *Décision adoption-rejet* : Possibilité d'adoption.

#### Second temps

- *Questions qui n'ont pas eu de réponses* :

Toutes les questions concernant l'exploitation du logiciel ainsi que la prévision de gestion d'une séance l'intégrant.

- *Démarche et points importants en C.P.C. (Partie I)* :

Construction de symétries, propriétés de la symétrie puis figures ayant des éléments de symétrie.

- *Situation(s) C.M.O. proposée(s)* :

Donner une figure à tracer et construire sa symétrie.

- *Accessibilité de l'analyse "interne"* :

Non accessible.

- *Prise de conscience et exploitations des différences-apports C.M.O./C.P.C.* :

Ne voit pas de différences.

- *Prévisions de gestion* :

Pas de réponses.

### A propos de l'expérimentation

- *Remarques du stagiaire sur la grille* :

La rubrique la plus pertinente de la grille est : les aspects pédagogiques du logiciel (1er temps).

- *Rapport à la grille* :

Scolaire sérieux.

- *Attitude au cours de l'expérimentation* :

EPS3 s'est appliqué à remplir la grille et analyser le logiciel sans poser de questions à part quelques unes concernant la documentation du logiciel. A la fin de l'expérimentation, EPS3 a déclaré que "c'était trop dur à faire".

### Commentaires et analyses conclusives

- EPS3 prend tout son temps pour comprendre le fonctionnement du logiciel puis pour l'évaluer (1er temps) surtout selon ses aspects pédagogiques. Déclare à la fin de ce 1er temps que le seul intérêt du logiciel, par rapport à un "enseignement papier-crayon", c'est la rapidité de construction des figures et l'attrait que représente pour les élèves l'utilisation de l'informatique.

- En analysant ce logiciel en vue de son utilisation, EPS3 s'intéresse essentiellement à l'interactivité élève-machine. De ce fait, le logiciel ne lui semble pas d'un grand intérêt puisque, pour lui, l'activité de l'élève se limite au choix des fonctions dans les menus déroulants. De plus, EPS3 ne voit pas de différences entre les procédures de construction papier-crayon et celles permises par le logiciel.

## Fiche de saisie des réponses de l'enseignant stagiaire EPS4 à la grille

### Présentations

- *Durée de l'expérimentation* : 1h 30mn
- *Logiciel utilisé* : Calques Géométriques.
- *Expériences précédentes en U.P.O.\** :

EPS4 déclare qu'il n'a pas de formation dans ce domaine. Il se plaint des collègues de technologie qui occupent ou monopolisent la salle informatique.

Il fait faire à ses élèves de la programmation basic sur des "ordinateurs de poche".

- *Points importants pour préparer une séance d'E.A.O.* :

Pour lui, la priorité est à l'analyse du contenu mathématique du logiciel puis à celle de l'interactivité élève-machine et enfin aux caractéristiques informatiques du logiciel.

### Points importants et citations tirés des réponses aux deux temps de la grille

#### Premier temps

- *Conformité de l'analyse "externe" faite par le stagiaire à notre analyse* :

Approximativement conforme.

- *Usages possibles du logiciel (Partie I.2, question D : P2D)* :

Usage individuel ou par petits groupes, en cours et en présence de l'enseignant.

- *Evaluation du logiciel* :

Point négatif : "fait comme si le plan est vide au départ, il faut créer les points".

- *Décision adoption-rejet* : possibilité d'adoption.

#### Second temps

- *Questions qui n'ont pas eu de réponses* :

Toutes les questions concernant l'exploitation du logiciel et les prévisions de gestion d'une séance d'E.A.O.

Dans les réponses qu'il a données aux autres questions (du 2ème temps) il y a un amalgame de préparation d'une situation d'enseignement avec le logiciel et de critique de ses défauts techniques

- *Démarche et points importants en C.P.C. (Partie I)* :

Définition de la symétrie orthogonale et propriétés de conservation.

- *Situation(s) C.M.O. proposée(s)* :

La réponse donnée par EPS4 est uniquement : "Ce qu'est la symétrie orthogonale".

- *Accessibilité de l'analyse "interne"* :

Non accessible.

- *Prise de conscience et exploitation des différences-apports C.M.O./C.P.C.* :

EPS4 souligne que, dans les C.M.O., les constructions de symétries sont rapides et la figure est dynamique, elle "tourne autour de l'axe". Mais il ne donne aucune exploitation de ces aspects.

- *Prévisions de gestion* :

Néant.

### A propos de l'expérimentation

- *Remarques du stagiaire sur la grille* :

Il déclare que la partie qui l'a le plus intéressé est "Temps 2, partie I". Dans cette partie consacrée uniquement à l'enseignement de la symétrie indépendamment du logiciel, il a critiqué le logiciel, proposé des idées d'utilisation du logiciel (assez vagues) et précisé quelques points à souligner dans un cadre E.P.C.

- *Rapport à la grille* :

Il a utilisé la grille comme moyen pour se familiariser avec le logiciel. Elle lui a uniquement permis de donner une évaluation du logiciel ainsi que d'avoir des idées (non explicitées) d'utilisation.

*- Attitude au cours de l'expérimentation :*

Coopérant, il exprime sa volonté d'apprendre à faire de l'E.A.O. pour essayer d'utiliser la salle informatique (que les collègues de technologie seraient prêts à céder).

Angoissé, il pose beaucoup de questions sur le fonctionnement du logiciel.

**Commentaires et analyses conclusives**

EPS4 est un frustré. Il n'a pas de formation en E.A.O., ce qui l'empêche de "réclamer ses droits" d'utilisation de la salle informatique à ses collègues experts (collègues de technologie).

Il vient au stage acquérir les compétences nécessaires pour sortir de cette situation "d'infériorité". De ce fait, en le mettant devant un logiciel de type outil (où tout est à faire), son attention est plutôt tournée vers la découverte détaillée des différents menus du logiciel.

Il découvre des défauts du logiciel causés par la non disponibilité de "la souris" au moment de l'expérimentation (nous lui avons expliqué que c'était occasionnel), cela l'arrête et il l'interprète comme un blocage technique qui pourrait engendrer la création de conceptions erronées chez les élèves.

EPS4 est "hanté par la maîtrise du logiciel". Une fois cette maîtrise réalisée et les ennuis techniques réglés, son exploitation dans des situations d'enseignement paraît évidente à EPS4.

EPS4 a gardé cette attitude pendant toutes les séances du stage.

***ANNEXE "DOCUMENTS DE FORMATION"***

DOCUMENT 3

Compte-rendu du stage "logiciels-thème repérage":  
construction d'une séquence d'enseignement autour d'un logiciel.

1- Programme COORD-PL (1er groupe)

Niveau: classe de sixième

Prérequis: les entiers relatifs et la notion de couple

Première phase: sur machine, en présence du professeur et peut-être avec un document photocopie.

Chaque élève joue librement avec le 1er module du programme puis dans un second temps, obéit à des commandes plus précises données par le professeur ou le photocopie (ex: appuyer n fois sur la flèche horizontale et observer). But: arriver à formuler l'action des flèches et la définition des coordonnées.

Deuxième phase: sur machine

Utilisation du 2ème module du logiciel comme contrôle de la compréhension de la notion.

Troisième phase: sur machine, avec papier quadrillé pour la recherche.

Utilisation du 4ème module (figures imposées)-niveau 1. Il est demandé aux élèves de fournir une trace écrite de leur recherche et de leurs réalisations.

Remarque: la 3ème partie du logiciel (coordonnées d'un vecteur) et la fin du 4ème module ne seront pas utilisées à ce niveau.

2- Programme COORD-PL (2ème groupe)

Niveau: sixième

Première phase: initiation sur machine.

L'élève est muni d'une fiche directrice lui posant des questions relatives à l'utilisation des curseurs, au point(0,0), à la compréhension du vocabulaire employé. But: avoir compris la signification de chaque terme du couple de coordonnées.

Deuxième phase: en classe

Institutionnalisation des notions et formalisation des définitions.

Troisième phase: sur machine.

Faire beaucoup manipuler. Peut servir de contrôle. La partie "figures imposées" sera préalablement cherchée sur papier.

Prolongements envisagés:

Travailler sur d'autres formes de repérage (quadrillage oblique, par exemple).

3- Programme CIBLE-D (groupe 1)

Niveau: classe de troisième

Temps consacré: 2 séquences d'une heure

Prérequis: Pythagore. Distance dans le plan euclidien

Première phase: sur machine

L'élève joue librement plusieurs parties.

Deuxième phase: Sans machine

Travail sur papier pour étudier le jeu. But: Obtenir le dessin des couronnes successives.

Troisième phase (éventuelle): sur machine

Les élèves rejouent librement, avec une stratégie améliorée par le travail théorique.

Prolongements possibles:

Introduction de coordonnées négatives. Comparaisons des différentes distances utilisées. Découverte des propriétés d'une distance.

4- Programme CIBLE-D (2ème groupe)

Niveau: Troisième

Première phase: en classe

Travail préparatoire au jeu. Effectuer des calculs de distances dans le plan repéré. Puis, à partir d'un quadrillage où figure un point A fixé et d'autres points, faire des calculs de distance afin de situer ces points dans la catégorie de couleur correspondante. Enfin, sur un quadrillage du même type, faire marquer des points à distance imposée de A.

Deuxième phase: sur machine

Les élèves jouent. Une stimulation est introduite en faisant intervenir la rapidité des différents groupes. La phase de compréhension initiale du jeu s'est déroulée en classe. Il n'y a donc pas de perte de temps due aux tâtonnements.

L'ordinateur au service de la pédagogie différenciée : Symétrie axiale

Université d'été "Enseigner la géométrie avec l'ordinateur" - CAFIP DOUAI Juillet 1992

Anne Marie BARA - Nicole CANTELOU - Aline EYCHENNE - Georges KOSIOR - Jacques MAIRESSE

Fiche professeur 1/2

**Niveau :**

Sixième

**Pré requis :**

Droites perpendiculaires et cercles  
Utilisation des instruments de dessin géométrique

**Objectifs :**

- construction de la symétrique d'une figure par symétrie orthogonale
- découverte des propriétés de la symétrie
- être capable de construire le symétrique d'une figure en utilisant divers procédés (pliage - construction règle compas - construction équerre règle graduée - construction papier quadrillé)

**Choix pédagogique :**

Illustration à travers la symétrie orthogonale d'une différenciation "pseudo-simultanée".

Pour l'atteinte d'un même objectif de contenu, tous les élèves, dans une première approche n'ont pas à utiliser le même outil. On constitue des groupes d'élèves, soit à la suite d'une évaluation "diagnostic", soit en fonction de la connaissance qu'a le professeur des aptitudes d'un élève à utiliser un outil plutôt qu'un autre. Les élèves sont alors placés en situation d'activité qui va leur permettre de se faire une image mentale de la symétrie orthogonale.

**Matériel utilisé :**

Logiciel "LE GÉOMÈTRE 1.5"  
Document "Pédagogie différenciée et mathématiques au collège" (IREM RENNES).

**Déroulement de la séquence :**

*Activité 1 :*

La classe est répartie en quatre ateliers minimum :

- un atelier pliage
- un atelier quadrillage
- un atelier compas - règle - ordinateur
- un atelier équerre - ordinateur

Dans un atelier, chaque élève a une fiche d'activités (la même pour tous les membres de cet atelier) et une fiche de consignes.  
Les élèves d'un atelier ignorent ce qui se fait dans les autres ateliers.  
Dans les ateliers "compas", "équerre", les constructions sont visualisées sur écran grâce au "Géomètre" (utilisation de la procédure PHOTO). L'élève peut demander de l'aide à différents niveaux.

Durée : de 1h à 1h30 environ.

②

L'ordinateur au service de la pédagogie différenciée : Symétrie axiale

Université d'été "Enseigner la géométrie avec l'ordinateur" - CAFIP DOUAI Juillet 1992

*Fiche professeur 2/2*

*Activité 2 :*

A tour de rôle, chaque groupe va alors expliquer au reste de la classe ce qu'il a fait. Tous les élèves vont ainsi prendre connaissance des autres procédés de constructions.

Durée du rapport : 15 à 20 min. par atelier.

Exemple:       Atelier pliage

Un élève du groupe vient au rétroprojecteur et expose à ses camarades un exercice puis leur en propose un autre. En utilisant le pliage sur papier calque, les élèves qui n'étaient pas dans l'atelier réalisent le travail demandé tandis que les élèves de l'atelier pliage se déplacent dans la classe pour intervenir auprès d'eux afin de leur apporter des explications supplémentaires.

*Activité 3 :*

Synthèse écrite sur le cahier

*Remarque :*

Ce travail est complété par une évaluation et une remédiation (cf dossier IREM).

## CONSTRUCTION D'UN PENTAGONE REGULIER

**NIVEAU** : 6ème, 5ème.

**LOGICIEL** : Calques Géométriques.  
(Topiques Editions)

**TYPE D'UTILISATION** :  
Travaux dirigés en salle informatique.

### **OBJECTIFS**

- Observer puis décrire une figure.
- Utiliser avec précision le vocabulaire de géométrie pour écrire un programme de construction.
- Lire et interpréter un programme de construction.

### **APPORTS DU LOGICIEL**

Permet d'obtenir, par simple appui sur une touche de fonction, différentes feuilles contenant les étapes de la construction d'une figure complexe.

### **AUTEURS DE LA SEQUENCE** :

André Bailleux (Collège place de la mairie, Marquion - Académie de LILLE),  
Joël Koslowski (Collège Henri IV, Meulan - Académie de VERSAILLES),  
Marie-Thérèse Labat (Collège Henri IV, Meulan - Académie de VERSAILLES).

(Séquence mise au point lors du stage national sur les applications pédagogiques de l'ordinateur en mathématiques qui s'est déroulé à Lyon en mars 1991)

## CONSTRUCTION D'UN PENTAGONE REGULIER

### FICHE PROFESSEUR

**NIVEAU :**

6ème, 5ème.

**OBJECTIFS :**

- Observer puis décrire une figure,
- Utiliser avec précision le vocabulaire de géométrie pour écrire un programme de construction (centre d'un cercle, milieu d'un segment...),
- Lire et interpréter un programme de construction d'une figure.

**MATERIEL :**

Un ordinateur PC par groupe de deux élèves.

**LOGICIEL :**

Calques géométriques (Topiques Editions).

**PREREQUIS MATHEMATIQUES :**

Savoir construire une droite perpendiculaire à une droite donnée et passant par un point donné, un cercle.

**PREREQUIS INFORMATIQUES :**

Aucun. L'élève utilise seulement les touches F1 à F8 pour faire apparaître à l'écran les différentes étapes de la construction.

**TYPE D'ACTIVITE :**

Séance de travaux dirigés en salle informatique.

**INSERTION DE LA SEQUENCE DANS LE COURS :**

Cette séquence pédagogique peut prendre place au cours de l'année de 6ème ou en réinvestissement en classe de 5ème car elle permet d'entraîner les élèves à utiliser le vocabulaire de géométrie et à construire des figures.

**ORGANISATION ET DEROULEMENT DE LA SEANCE :****Durée et organisation de la classe :**

Environ 50 minutes. La classe est partagée en deux groupes. Chaque groupe a une figure différente à observer et à décrire. (Ce document présente une seule figure : il est donc nécessaire de prévoir une deuxième construction avant de réaliser cette séquence).

Dans chaque groupe, les élèves sont en binôme et chaque binôme dispose d'un ordinateur. Les élèves ont besoin de feuilles de papier et de leur cahier d'exercices pour écrire le programme de construction et réaliser la figure.

Consignes à donner en début de séance :

Les touches F1 à F8 correspondent aux différentes étapes de la construction : il est possible de revoir l'évolution de la figure à tout moment en tapant sur ces touches.

Documents distribués aux élèves :

Feuille de route comportant consignes et questions (voir fiche élève type 1 ou fiche élève type 2).

Fichiers utilisés :

Le fichier comportant les différentes étapes de la construction du pentagone. Ce fichier doit être préparé par le professeur avec le logiciel "Calques géométriques" et chargé au moment de la séquence (voir copies des huit écrans en annexe 1).

Déroulement de la séance :

Plusieurs utilisations sont possibles :

- chaque binôme d'un groupe répond aux différentes questions de la fiche élève, rédige un programme de construction de la figure, transmet ce programme à un binôme de l'autre groupe qui a pour tâche de réaliser la construction, de vérifier sa conformité avec la figure de l'ordinateur et de proposer en cas d'erreur des modifications.

- si on ne désire pas un échange entre groupes, on peut demander alors à chaque élève de répondre aux questions posées puis de construire sa propre figure sur son cahier.

- pour les élèves en difficulté sur cette activité, une fiche élève type 2 comportant des aides est également proposée.

Synthèse :

En classe entière, une synthèse et une mise au point avec le professeur terminent la séance. En travail à la maison, chaque élève doit réaliser la construction sur son cahier d'exercices.

**APPORT DE L'ORDINATEUR :**

Voir présentation du logiciel "Calques géométriques" en annexe.

**BILAN :**

Cette séquence a été testée dans plusieurs classes de 6ème lors de séances d'activités. Elle a permis aux professeurs de vérifier la bonne compréhension du vocabulaire de géométrie par les élèves, d'apporter une aide à ceux qui ont rencontré des difficultés et de faire travailler ensemble tous les élèves d'une même classe quel que soit leur niveau.

## LEIBNIZ

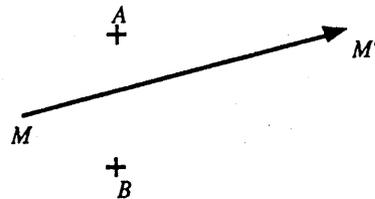
fichier BARY

Premières  
scientifiques

## I Description de la situation et de l'imagiciel

Soient deux points  $A, B$  et deux réels  $a$  et  $b$ . Pour tout point  $M$  du plan on considère le point  $M'$  défini par

$$\vec{MM'} = a\vec{MA} + b\vec{MB}.$$



Dans l'imagiciel, l'utilisateur commence par proposer des réels  $a$  et  $b$  (décimaux ou fractionnaires), puis on choisit ce que l'on veut voir tracer à l'écran (soit le vecteur  $\vec{MM'}$ , soit la droite  $(MM')$ , soit enfin seulement les points  $M$  et  $M'$ ).

Les positions des points  $A$  et  $B$  sont calculées par le logiciel pour faciliter au maximum une conjecture précise de la part des élèves (par exemple, on essaie de placer les points  $A$  et  $B$  pour que le barycentre intéressant soit dans l'écran, mais certains choix de coefficients ne le permettent pas).

On pilote le point  $M$  sur l'écran dans les quatre directions usuelles et des options permettent de :

- garder la trace de certains éléments,
- obtenir le tracé des représentants d'origine  $M$  des vecteurs  $a\vec{MA}$  et  $b\vec{MB}$ ,
- "nettoyer" l'écran,
- rappeler à l'écran les valeurs des coefficients  $a$  et  $b$ .

## II Proposition d'utilisation

## Objectifs

- Savoir faire une conjecture très précise.
- Améliorer sa pratique du calcul vectoriel.
- Savoir prouver un alignement de points en utilisant la colinéarité de deux vecteurs.

## Prérequis

- Aucune connaissance sur la notion de barycentre.*
- Calcul vectoriel.
- Savoir reconnaître la colinéarité de deux vecteurs.

## Activité élève

1°) Soit un quadrilatère  $ABCD$ . Tracer les points  $C'$  et  $D'$  définis respectivement par  $\vec{CC'} = 3\vec{CA} + 2\vec{CB}$  et  $\vec{DD'} = 3\vec{DA} + 2\vec{DB}$ . Que remarque-t-on ?

2°) Pour tout point  $M$  du plan on considère le point  $M'$  défini par  $\vec{MM'} = 3\vec{MA} + 2\vec{MB}$ . Utiliser le logiciel en proposant  $a = 3$  et  $b = 2$ , en demandant d'abord le tracé de la

droite  $(MM')$  puis le tracé des points  $M$  et  $M'$ . Quelle conjecture peut-on faire ? Prouver cette conjecture.

3°) Faire de même avec  $a = -\frac{3}{2}$  et  $b = -1$ , puis avec  $a = -3$  et  $b = 2$ , puis avec  $a = 3$  et  $b = 3$ . Prouver vos conjectures dans chaque cas.

4°) Essayer de généraliser les résultats précédents.

### Guide pour les justifications

1°) Prouver que pour tout point  $M$  du plan, la droite  $(MM')$  passe par le point  $I$  vérifiant  $3\vec{IA} + 2\vec{IB} = \vec{0}$  (on montrera que les vecteurs  $\vec{MM'}$  et  $\vec{MI}$  sont colinéaires).

## III Commentaires

### a - sur le déroulement

Avant de lancer les élèves dans une démonstration, il est indispensable qu'ils aient une conjecture précisant la position du "point fixe" de la droite  $(MM')$ . Pour cela, il est indispensable de mettre en commun les remarques des élèves, aussi bien celles suggérées par leur figure que celles suggérées par l'imagiciel.

La première question permet naturellement de s'assurer que chaque élève sait effectuer les tracés demandés, mais aussi de leur offrir un moyen de préciser la position de ce point fixe. Le logiciel ne donne en effet aucune indication sur les mesures de longueur, il est donc difficile de conjecturer la position de ce point fixe uniquement avec l'image de l'écran. Cependant, on peut lors de l'utilisation de l'option "affichage des points  $M$  et  $M'$  uniquement" demander aux élèves de remarquer ce qui se produit lorsque  $M$  est en  $I$ , point par lequel passent toutes les droites.

La première question conduit les élèves à la conjecture que les droites  $(CC')$  et  $(DD')$  se coupent sur la droite  $(AB)$ . Il faut insister sur la modification de la conjecture suggérée par l'utilisation du logiciel. L'objectif de ces deux manipulations, dessin sur papier et logiciel, est d'obtenir une conjecture comme par exemple : "Pour tout point  $M$ , les points  $M$  et  $M'$  sont alignés avec le point  $I$  défini par ....".

Bien sûr certains élèves peuvent avoir une conjecture plus précise s'ils ont remarqué l'homothétie, mais ce n'est pas indispensable pour la suite de l'activité prévue.

### b - sur l'activité élève

Cette activité est proposée en préambule à l'introduction du cours sur le barycentre.

Elle a pour objectif de faire établir la relation  $a\vec{MA} + b\vec{MB} = (a+b)\vec{MI}$  pour des valeurs particulières de  $a$  et  $b$ , puis dans le cas général. On espère ainsi qu'après une étude autant détaillée de cette relation, les élèves auront plus tendance à l'utiliser...

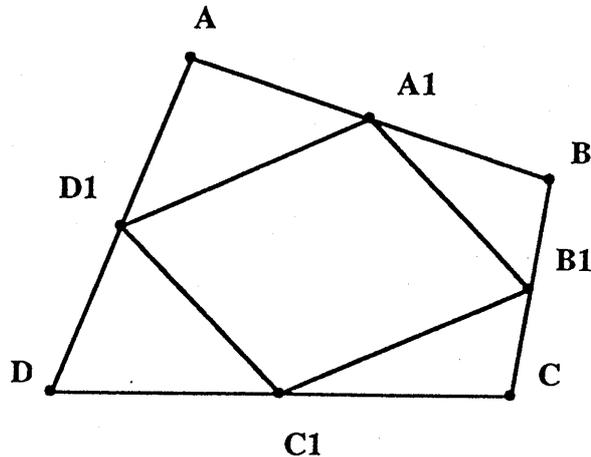
### c - sur le rôle de l'imagiciel

Le logiciel permet de mettre en évidence la quantification de la situation proposée et d'aider à la production de conjectures.

## VARIGNON - FICHE PROFESSEUR I

**Logiciel** : CALQUES GEOMETRIQUES

**Fichier** : VARIGNON



### Description de l'activité :

ABCD est un quadrilatère.  $A_1$ ,  $B_1$ ,  $C_1$  et  $D_1$  sont les milieux respectifs des côtés [AB], [BC], [CD] et [DA]. L'activité est composée de quatre parties :

- \* Dans la première partie, les élèves sont amenés à découvrir la propriété du quadrilatère  $A_1B_1C_1D_1$  et à se familiariser avec le fonctionnement du logiciel.
- \* Dans la deuxième partie, le logiciel fournit une aide à la démonstration de la conjecture établie dans la partie 1.
- \* Dans la troisième partie, les élèves doivent découvrir quelle doit être la particularité du quadrilatère ABCD pour que  $A_1B_1C_1D_1$  soit un losange.
- \* Dans la quatrième partie, le logiciel fournit une aide à la démonstration de la conjecture établie dans la partie 3.

### Déroulement de la séance :

Deux élèves par poste, ce qui permet un travail en commun. Avant le début de la séance, chaque groupe devra charger le fichier VARIGNON. Au début de chaque partie, une FICHE ÉLÈVE sera distribuée à chaque élève (FICHE ELEVE I à IV).

Dans les parties II et IV, les rédactions des démonstrations peuvent être faites individuellement. A noter que la feuille F8 correspond à la figure dans son intégralité. Il est possible et même souhaitable que les élèves consultent cette feuille lors des démonstrations qui leur sont demandées dans ces deux parties.

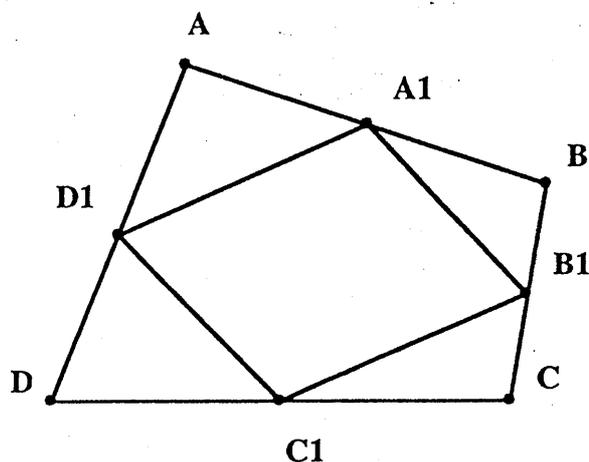
## VARIGNON - FICHE PROFESSEUR II

### Analyse de la partie I :

L'intérêt du logiciel est d'aider l'élève à conjecturer en mettant en évidence les propriétés invariantes d'une figure :  $A_1B_1C_1D_1$  est un parallélogramme quelle que soit la position des points A, B, C ou D. On utilise pour cela l'option DEPLACER UN POINT du menu MODIFIER.

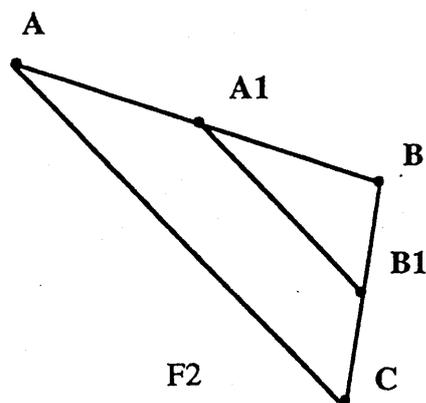
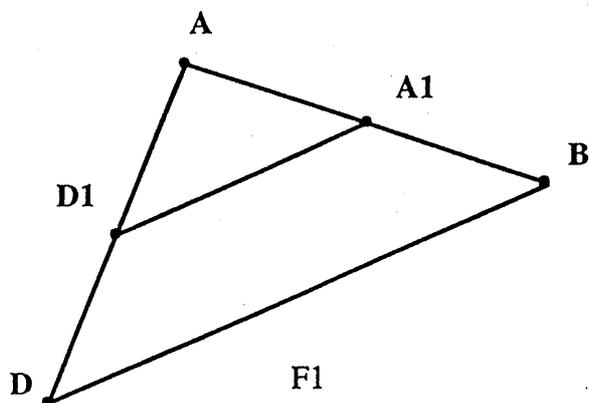
L'objectif de cette partie est double :

- \* Les élèves doivent comprendre le fonctionnement du logiciel : il modifie la figure sans changer les hypothèses de l'énoncé qui constituent des relations entre les objets définis.
- \* La dernière question peut déstabiliser certains élèves qui, obtenant dans certains cas un losange ou un rectangle, répondront que le quadrilatère n'est pas toujours un parallélogramme.

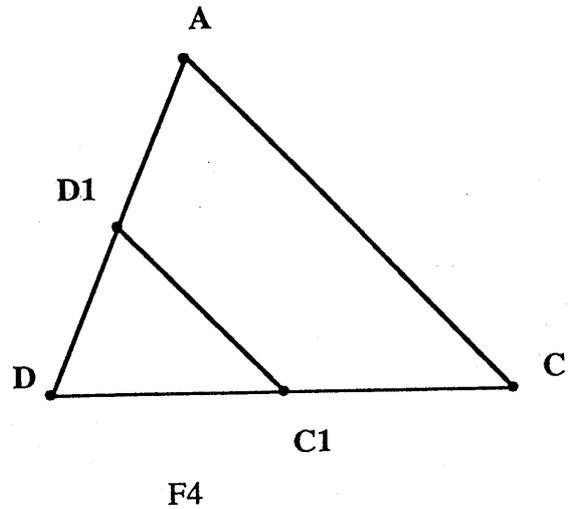
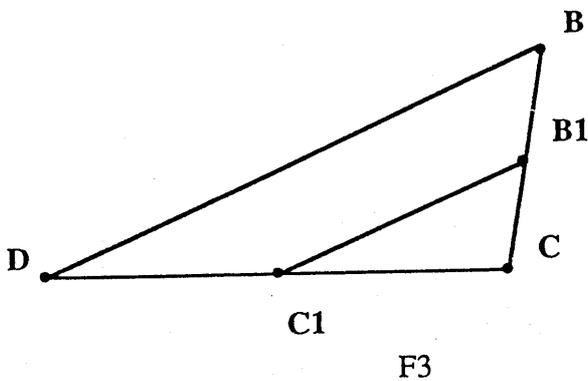


### Analyse de la partie 2 :

Cette partie exploite la possibilité qu'offre le logiciel d'isoler des sous-figures correspondant à des configurations que l'élève doit reconnaître. Cette fonctionnalité constitue une aide à l'élève en phase d'apprentissage de la démonstration en géométrie.



## VARIGNON - FICHE PROFESSEUR III



### Analyse de la partie 3:

C'est un problème "ouvert" qui est posé dans cette partie : quelle doit être la particularité du quadrilatère ABCD pour que  $A_1B_1C_1D_1$  soit un losange (une question analogue pourrait être posée en remplaçant losange par rectangle). Comme dans la partie I, le logiciel permet à l'élève de découvrir des propriétés qu'il s'agira de démontrer dans la partie IV. La même fonction DEPLACER UN POINT sera utilisée.

### Analyse de la partie 4 :

Comme dans la partie II, le logiciel va isoler des sous-figures correspondant aux différentes étapes de la démonstration. C'est en fait les mêmes feuilles F1 et F2 qui vont être utilisées dans cette partie mais il sera demandé à l'élève de disposer les points A, B, C et D pour que  $A_1B_1C_1D_1$  soit approximativement un losange. A noter une autre fonctionnalité du logiciel qui est exploitée ici : lorsque la figure est modifiée sur une feuille, les figures des autres feuilles sont aussi modifiées.

Notre site WEB

**<http://iremp7.math.jussieu.fr>**

**IREM Université Paris7  
Case 7018  
2 Place Jussieu  
75251 Paris cedex 05**

Editeur : IREM  
Directeur Responsable de la publication : R. DOUADY  
Dépôt légal : Décembre 1994  
ISBN : 2-86612-163-5  
IREM Université Paris 7 Denis Diderot  
Tour 56/55 - 3ème étage, Case 7018  
2 place Jussieu 75251 Paris Cedex 05