



HAL
open science

Analyse des ressources de logiciels tutoriels fermés dans l'enseignement pré-algébrique

Laurent Souchard

► **To cite this version:**

Laurent Souchard. Analyse des ressources de logiciels tutoriels fermés dans l'enseignement pré-algébrique. Jun 2003, Reims, France. edutice-00001363

HAL Id: edutice-00001363

<https://edutice.hal.science/edutice-00001363>

Submitted on 13 Jan 2006

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.

Analyse des ressources de logiciels tutoriels fermés dans l'enseignement pré-algébrique

Auteur : Laurent Souchard, IUFM de Versailles, Université de Paris 7.

Résumé :

L'utilisation de logiciels tutoriels fermés est une réalité au sein de l'institution scolaire qu'il n'est plus possible d'ignorer et nous avons voulu nous y intéresser en comparant trois produits dédiés à l'enseignement des mathématiques. Nous présentons dans cet article notre méthode d'analyse des ressources de ces logiciels qui veut prendre en compte à la fois l'aspect global de ces environnements de travail ainsi que l'aspect plus particulièrement lié à l'apprentissage de l'algèbre et de la gestion des parenthèses au début du collège. Avant tout, la clarification des termes utilisés pour décrire les types de logiciels employés pour l'enseignement des mathématiques nous permet de prendre conscience de la nécessité de différencier l'analyse des potentialités des logiciels du point de vue de l'enseignant et de celui de l'élève.

1. Introduction

Analyser les ressources TICE et en particulier les logiciels dédiés à l'enseignement est une question complexe et classique. Elle au cœur des préoccupations d'un certain nombre de chercheurs en EIAH [A. Tricot, 2003]. Que faut-il évaluer ? Le contenu ou la façon dont il est présenté ? Comment évaluer ? Qui doit évaluer ? Toutes ces questions nous emmènent dans un monde où de nombreuses disciplines sont nécessaires. Notre approche est, pour l'instant, didactique et mathématique et s'est passée dans le cadre d'un DEA de didactique des mathématiques. Elle se poursuit en thèse. Elle veut donc utiliser les outils d'analyse didactique mais ne veut pas se centrer exclusivement sur les contenus et essaie de prendre en compte les autres dimensions qui conditionnent l'activité possible des élèves et donc les potentialités des logiciels pour l'apprentissage. Notre analyse se passe donc en deux temps : une analyse globale qui prend en compte l'organisation du produit par rapport aux enseignants et aux élèves ; puis, une analyse didactique qui se centre sur la description des tâches demandées aux élèves. Le questionnement général de l'analyse globale est indépendant du thème, tandis que le questionnement didactique prend en compte le thème, ici l'algèbre, et les connaissances didactiques sur ce thème. La définition des termes utilisés pour parler de logiciels dédiés à l'enseignement va nous permettre de décrire plus clairement notre cadre d'analyse.

2. Classification et vocabulaire

La mécanisation de l'enseignement à travers l'utilisation de machines pour simplifier et faire évoluer le rôle de l'enseignant, ainsi que démocratiser l'enseignement tout en faisant travailler plus efficacement les élèves, est une problématique ancienne datant, au moins, du 19^{ème} siècle [E. Bruillard, 1997, p. 34]. Il a fallu attendre l'apparition de la micro informatique au début des années 80 pour avoir un outil au service de cette démocratisation et de nombreux pays ont cru que la révolution dans l'enseignement était en marche. Nous trouvons régulièrement à partir de

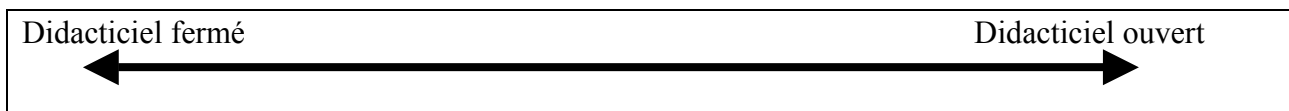
cette date, dans les publications officielles du ministère de l'Éducation Nationale, des encouragements au développement de l'utilisation de l'informatique dans l'enseignement. « (...) *s'il (l'enseignant) participe au changement, sa compétence professionnelle permettra de tirer le meilleur parti pédagogique de la révolution informatique* » [L'école et l'informatique, 1979, p. 67]. Le plan « Informatique pour tous » de 1985 s'était donné comme premier but d'installer définitivement l'ordinateur au sein de l'École. Vingt ans plus tard, nous en sommes encore à essayer de trouver des solutions pour ancrer les nouvelles pratiques liées à l'utilisation des nouvelles technologies dans le monde éducatif. Mais cette lente évolution n'empêche pas l'édition scolaire et parascolaire de logiciels dédiés à l'enseignement d'être en forte croissance, en particulier au niveau des tutoriels. Les logiciels utilisés dans l'enseignement sont divers et il est nécessaire de les situer parmi l'ensemble des produits existants. La recherche didactique s'est surtout intéressée à des logiciels « ouverts » du type micromonde. Dans cette communication, nous aborderons une autre catégorie de produit : celle du tutoriel de type « fermé ».

2.1. Les logiciels ouverts et fermés

Une première distinction généralement effectuée est entre didacticiels ouverts et didacticiels fermés. Maha Abboud Blanchard fait le point en 1994 sur l'utilisation de ces termes [M. Abboud Blanchard, 1994, p.54 et 78]. La classification à laquelle elle arrive, prend exclusivement en compte « le degré d'ouverture du contenu du logiciel ». Elle s'oppose ainsi à d'autres classifications qui se concentrent avant tout sur la structure informatique du logiciel [M. Abboud Blanchard, 1994, p.22]. Nous savons maintenant, avec les travaux d'André Tricot [A. Tricot, 2003], qu'il n'est pas possible d'aborder l'évaluation d'un logiciel en oubliant une des trois composantes : l'utilité, l'utilisabilité et l'acceptabilité. Le contenu d'un logiciel ne peut donc pas suffire, pas plus que sa structure seule.

Dans notre travail, nous considérons qu'un didacticiel est ouvert s'il laisse suffisamment d'initiative au professeur, s'il lui permet de mettre en place une pédagogie personnelle. A l'inverse, un didacticiel est fermé si la structure du programme ou les exercices programmés dans le logiciel ne laissent que peu de place à l'esprit créateur du professeur et à l'expression de sa propre pédagogie ; le logiciel est fermé si l'enseignant doit s'adapter totalement à l'organisation pédagogique du produit. .

Le cadre de la théorie anthropologique du didactique d'Yves Chevallard nous permet de dire qu'un logiciel est fermé s'il définit une organisation mathématique précise. Il est ouvert s'il laisse libre l'enseignant de créer ses propres organisations mathématiques et didactiques. Cette première différenciation entre les didacticiels se situe donc au niveau du rôle de l'enseignant dans l'utilisation du logiciel. Nous obtenons un premier axe de classification qui va du didacticiel entièrement fermé au didacticiel totalement ouvert.



Mais cet axe, dédié à la relation du professeur au logiciel, ne suffit pas et nous devons bien entendu nous concentrer maintenant sur la relation entre l'élève et la machine.

2.2. Les systèmes tuteurs et les micromondes

L'Intelligence Artificielle a donné beaucoup d'espoir aux pionniers de l'enseignement assisté par ordinateur, dans les années soixante. De nombreux chercheurs ont rapidement cru pouvoir mettre

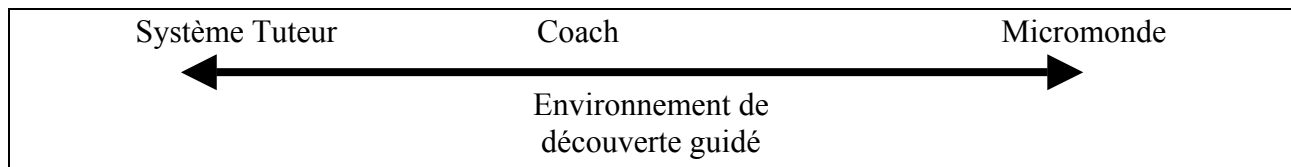
en place des agents intelligents dans les didacticiels qui allaient prendre en compte, individuellement, chaque élève. Des recherches actuelles [B. Grugeon, 2000, p. 29, à propos du logiciel PEPITE, <http://pepите.univ-lemans.fr/> consulté en mai 2003 ; le projet Mentoniez, <http://www.irisa.fr/aida/Dominique.Py/> consulté en mai 2003 ; le projet Baghera dont on trouve une description à l'adresse : <http://www.baghera.imag.fr/> consulté en mai 2003] essaient de mettre en place des systèmes prenant en compte l'apprenant et ses réponses. Mais le développement de ces logiciels demande d'importants investissements financiers et humains et nous n'en sommes pas encore à pouvoir utiliser ces produits de façon généralisés dans les écoles. En vingt ans, nous sommes passé des EIAO c'est-à-dire, des Environnements Interactifs d'Apprentissage par Ordinateur aux EIAH, Environnements Interactifs d'Apprentissage Humain, en passant par l'EAO, Enseignement Assisté par Ordinateur, ainsi que l'EIAO, pour Enseignement Intelligent Assisté par Ordinateur.

Aujourd'hui, EIAH signifie : Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain. L'évolution terminologique nous montre les difficultés à mener une interaction intelligente.

La prise en compte de l'apprenant et son accompagnement sont donc des préoccupations majeures pour l'évaluation d'un logiciel dédié à l'enseignement. Le terme de tuteur apparaît très tôt et il y a vite confusion avec les termes de didacticiel et de logiciel fermé [M. Abboud Blanchard, 1994, p. 12].

Nous utilisons l'approche de Nicolas Balacheff [1994] et son modèle de l'apprenant pour modéliser l'interaction entre l'élève et la machine et nous reprenons sa présentation ainsi que les définitions des termes « tuteur », « micromonde » et « coaching » :

« Du point de vue de l'initiative de l'apprenant, les systèmes se disposent sur un continuum qui va de l'absence d'initiative à la liberté totale :



- **Tuteur** : il se base sur le dialogue tutoriel qui est un accompagnement directif d'une résolution de problème qui ne tolère pas les erreurs. Les critiques à ce modèle se basent sur le fait que l'apprentissage est réduit à une sorte de dressage aux réactions du tuteur.
- **Micromonde**: ce système laisse toute l'initiative à l'élève; sa seule contrainte est l'utilisation d'une syntaxe et d'un lexique précis. Les critiques insistent sur le manque évident de buts et de contrôle de l'activité.
- **Coach**: il laisse une liberté apparente ; il n'y a pas de feed back systématique aux erreurs de l'élève, toutefois certaines règles permettent au système de planifier l'interaction, en fonction des comportements de l'apprenant, pour rejoindre des buts » [Balacheff, Vivet, 1994].

Cette deuxième différenciation entre les didacticiels se situe cette fois au niveau de l'utilisation du logiciel par l'élève et nous obtenons un deuxième axe de classification qui va du didacticiel totalement directif au système qui laisse une entière liberté à l'initiative de l'élève.

Le logiciel Logo ainsi que les logiciels de géométrie dynamique, comme Cabri, GéoPlan ou Geonext, peuvent être considérés comme des micromondes ouverts car ils laissent toute l'initiative à l'élève tout en laissant l'enseignant relativement maître de sa pédagogie. Cette

relativité vient du fait que la mise en place d'une organisation mathématique par l'enseignant, dans le cadre d'un logiciel de géométrie dynamique par exemple, doit prendre en compte la conception du logiciel et les phénomènes de transposition informatique. La liberté ne peut donc pas être totale. Ils possèdent des niveaux différents de coaching car les informations qui sont indiquées à chaque action ne sont pas du même type pour chacun des logiciels et l'élève n'est donc pas guidé dans ses actions de la même façon. Une graduation précise et détaillée nous permettrait d'aller plus loin dans la différenciation de ces micromondes ouverts mais ce ne sont pas ces types de didacticiels qui sont l'objet de notre travail mais plutôt les didacticiels tutoriels fermés.

2.3. Les logiciels tutoriels fermés

La prise en compte de l'élève dans la gestion de son apprentissage (voir, par exemple, dans les nouveaux programmes de l'école élémentaire la prise en compte des « solutions personnelles » des élèves dans la résolution de problèmes, p. 7, CNDP 2002) et la liberté pédagogique de l'enseignant (nous en avons une illustration toujours dans les programmes de l'école élémentaire où l'enseignant doit « créer les conditions d'une réelle activité intellectuelle des élèves », p. 8, CNDP 2002), sont deux notions qui sont à la base de l'évolution pédagogique en France depuis les années soixante dix. Ces nouveaux programmes de l'enseignement primaire sont le résultat de cette évolution pédagogique. La recherche didactique universitaire a suivi la même évolution et a beaucoup travaillé sur les micromondes ouverts, Cabri et Logo surtout. Elle a laissé de côté la recherche sur les logiciels tutoriels fermés qui ne permettent pas plus à l'élève ses solutions personnelles, qu'à l'enseignant de créer.

En parallèle à l'univers de la recherche et des équipes universitaires, de nombreux logiciels sont cependant conçus « clés en main » pour que les élèves s'entraînent grâce à l'ordinateur. Ces didacticiels sont souvent appelés « exercices » car ils sont constitués d'exercices classiques adaptés à l'environnement informatique. Ils sont totalement fermés car les exercices sont déjà totalement programmés et le professeur ne peut même pas les choisir à l'avance comme il le ferait avec un livre. Toute l'évolution de l'élève dans le logiciel est programmée et chaque erreur de celui-ci est automatiquement répertoriée. Ce type de logiciel d'entraînement peut donc être considéré comme tuteur : l'accompagnement est directif et le logiciel ne tolère pas les erreurs ; il se base sur le dialogue tutoriel car c'est l'élève qui est maître de ses réponses sous la conduite du logiciel. La pauvreté de l'interaction didactique proposée dans les modèles des logiciels fermés est depuis longtemps analysée : « Aujourd'hui, on ne peut considérer, vu les outils disponibles, qu'il s'agisse là de logiciels performants dans l'ensemble » [M. Abboud Blanchard, 1994, p.207]. La situation a-t-elle changée ? La recherche doit s'intéresser à ces pratiques car l'utilisation et la diffusion de ce type de logiciel ne faiblit pas, loin de là.

3. Le choix des logiciels

Le premier questionnement auquel il a fallu répondre a été de savoir s'il fallait choisir des didacticiels tutoriels fermés exclusivement, des logiciels parascolaires exclusivement ou s'il fallait travailler avec un mélange des deux. Nous avons considéré que dans une première étude, il ne fallait pas prendre en compte en même temps les deux types de logiciels car nous ne savons pas encore si le même référentiel peut leur être adapté. Les logiciels scolaires sont déjà dans de nombreuses écoles et l'origine de notre questionnement provient de leur utilisation. Nous avons

donc choisi de commencer par cette catégorie. Une étude englobant les deux catégories suivra et nous apportera de nouveaux outils de vérification de la validité de notre travail.

Notre choix s'est porté sur les trois logiciels suivants : SMAO 5 de chez Chrysis ; LiliMath de P. A. Carron, de l'IREM de Lille ; TDmaths Algèbre, de chez Odile Jacob Multimédia.

Le premier, Smao5, est celui qui est le plus répandu dans les établissements. Il semble que le tiers des collèges français ait acquis au moins un niveau de la série Smao. La collection commence en CE2 et se termine en seconde, avec un logiciel par niveau. Tous les logiciels de la collection sont indépendants les uns des autres. La première version est sortie en 89, pour la sixième, puis l'éditeur a sorti, à peu près, un niveau par an. De nouvelles versions pour le collège et le lycée, seconde exclusivement, sous Windows, sont parues depuis six ans. Deux nouveaux produits dédiés à l'enseignement primaire, SmaoCM1 et SmaoCM2, sont sortis en 2000/2001. Le dernier, SmaoCE2, vient de sortir. Le développement de chaque logiciel est confié à une équipe constituée de professeurs de mathématiques et d'informaticiens, une douzaine de personnes. Chaque logiciel couvre l'ensemble des programmes de chaque niveau et il est conçu pour une utilisation hebdomadaire tout au long de l'année scolaire.

Le deuxième, LiliMath, est un logiciel, gratuit, réalisé par un professeur de mathématiques de Lille qui date de 1997. De même que Smao, tout le programme de mathématiques du collège est présent dans le logiciel, mais dans un produit unique. La gratuité de ce produit a encouragé de nombreux professeurs et établissements scolaires à l'utiliser et il est présent dans de très nombreuses salles d'informatique de collège.

Le troisième, TDmaths, est un nouveau produit. La première version commercialisée, numérotée 1.5, est sortie en 2001 et une deuxième version, 1.8, est apparue en juin 2002. Pour l'instant, il n'y a que l'algèbre qui soit disponible, ou plutôt, tout ce qui n'est pas géométrie. La version géométrie doit sortir en 2003. Tous les programmes du collège, de la sixième à la troisième, sont présents dans le logiciel et il n'est pas possible de l'acquérir pour un seul niveau.

Ces trois logiciels sont bien fermés car tous les exercices proposés sont totalement programmés à l'avance. Ils peuvent être considérés comme tuteurs car dans les trois logiciels, l'accompagnement est directif et l'élève ne peut pas avancer sans que ses erreurs ne soient prises en compte. Ils portent sur une grande partie du programme de collège et peuvent être ainsi vus comme de véritables environnements de travail. Ces trois produits sont aussi scolaires car ils sont utilisés presque exclusivement dans l'institution scolaire qu'est l'école. Smao, LiliMath et TDmaths font donc bien partie de la même catégorie des didacticiels tuteurs fermés. En même temps, ils présentent des différences évidentes et il nous a semblé nécessaire de déceler les caractéristiques de chacun des ces produits.

4. Analyse globale

L'analyse globale comporte tout ce qui concerne l'inscription, la navigation, les modes d'évaluation des élèves et les formes d'aide proposées. Nous présentons, en exemple, la comparaison des trois logiciels en ce qui concerne l'inscription dans le logiciel.

4.1. Inscription dans le logiciel Smao6

Le logiciel peut être installé en réseau et le professeur, à partir du serveur, peut inscrire les élèves de ses classes ou importer les listes des fichiers d'élèves de l'école. Chaque élève en début d'année peut prendre en charge sa propre inscription. Il suffit qu'il entre le code « ins » et qu'il donne son nom, sa classe et un code d'accès personnel. Le professeur peut toujours retrouver ce code sur le gestionnaire professeur qui n'est installé que sur le poste serveur. L'élève peut entrer

dans le logiciel à partir de n'importe quel poste du réseau en tapant son code. Le logiciel peut donc être utilisé en dehors des directives de l'enseignant puisque l'élève n'a pas besoin de celui-ci pour s'inscrire. Mais le professeur peut bloquer les inscriptions et ne prévoir l'utilisation du logiciel qu'à travers des « contrats » adaptés à chaque élève. Un contrat est la liste des exercices qui sont accessibles par l'élève. « Pas de contrat » signifie que tous les exercices sont accessibles à l'élève. Cette liberté laissée au professeur montre une certaine ouverture au niveau de l'organisation pédagogique. Le professeur, s'il le souhaite, reste maître du travail de ses élèves. Les tâches du professeur sont du type : choisir les élèves pour lesquels il vaut mieux créer un contrat, définir les exercices à faire dans le contrat, définir l'ordre des exercices, adapter le niveau de réussite demandé aux élèves. Le moment de l'inscription permet donc à l'enseignant de gérer, en partie, le travail de ses élèves. A ce niveau là, ce logiciel n'est donc pas totalement fermé.

4.2. Inscription dans le logiciel LiliMath

Quand l'élève lance le logiciel, la première fenêtre qu'il voit apparaître comporte le « contrôle d'indentification LiliMath ». Deux possibilités s'offrent à lui : il tape son propre code car il est inscrit, ou bien, il tape un nouveau code, inconnu de la machine, et le logiciel lui propose alors de s'inscrire. Si l'élève clique sur « lister », il voit alors apparaître tous les codes des autres élèves qui ont déjà travaillé sur la même machine. Tous les codes sont apparents. Il suffit donc de choisir un code dans la liste pour entrer sous le nom du propriétaire du code.

L'enseignant n'a pas de partie du logiciel qui lui est réservée pour gérer les élèves.

Il n'y a aucune tâche particulière de gestion des élèves par le professeur. A ce niveau, ce logiciel n'offre aucune ouverture à l'enseignant.

4.3. Inscription dans le logiciel TDmaths

Avec un espace administrateur et un espace enseignant, le logiciel se place tout de suite dans une logique de logiciel réseau avec un responsable et plusieurs niveaux d'utilisateurs : administrateur, enseignant et élève. Chaque professeur peut être aussi l'administrateur ; il suffit qu'il possède le code de l'administrateur. Les enseignants et les élèves doivent être inscrits par l'administrateur, ce qui n'est pas toujours une procédure très souple pour peu qu'un enseignant n'ait pas aussi le rôle d'administrateur. L'administrateur peut vérifier et modifier le mot de passe de l'élève et des professeurs. Il peut aussi importer le fichier GEP (Gestion des Elèves et du Personnel de l'Education Nationale) de l'école. L'administrateur doit commencer par créer des classes d'un niveau déterminé : 6^{ième}, 5^{ième}, 4^{ième}, 3^{ième} ou Navigation Libre. Si la classe est une classe de sixième, les élèves ne pourront pas faire les exercices dans un ordre différent de celui que demande le logiciel. Si la classe est inscrite en cinquième, les élèves pourront faire tous les exercices de sixième et ceux de cinquième dans l'ordre prédéterminé du logiciel. Il en est de même pour les classes de quatrième et de troisième. Si une classe est inscrite en navigation libre, les élèves de cette classe pourront faire les exercices qu'ils souhaitent à tous les niveaux. Ce niveau d'administrateur qui gère l'ensemble des classes d'un établissement scolaire crée un environnement de travail et peut permettre au logiciel de devenir une institution virtuelle au sens où c'est une structure organisée qui, de par l'utilisation généralisée à toutes les classes d'un collège, tend à se perpétuer dans la vie de l'établissement scolaire. Un tel logiciel peut devenir, au fur et à mesure que les élèves et les professeurs utiliseront cet outil d'apprentissage, une institution virtuelle au sein de l'institution scolaire. Les tâches de l'enseignant/administrateur sont du type : inscription des élèves ; répartition par classe ou par groupe de travail ; choix du type de

navigation dans le logiciel : libre ou imposée. Comme Smao, nous avons un logiciel qui possède un niveau d'ouverture non négligeable par rapport à la gestion des élèves par l'enseignant.

Cette analyse de chaque produit au niveau de l'inscription, nous montre déjà des différences, non négligeables, pour la gestion de la classe et des élèves par le professeur. Chacun des logiciels ne se situe pas au même niveau d'ouverture dans la gestion des élèves. Le rôle de l'enseignant dépend du logiciel et est à définir précisément en fonction du logiciel.

5. Quelques pistes pour une analyse didactique

5.1. Analyse d'un exercice de Smao5

« Les quatre expressions numériques suivantes qu'il faut calculer sont :

$$B = ((15 + 8) \times 10) - 10 ; C = 3 \times ((97 - 10) : 3) ;$$

$D = 18 + (10 \times (28 - 10)) ; E = (30 - (121 : 11)) + 25$ ». Les élèves doivent cliquer sur l'opération à effectuer, puis inscrire le résultat de celle-ci.

Points communs de ces cinq expressions :

Quatre nombres. Trois opérations. Une addition, une soustraction. Une multiplication ou une division. Deux rangs de parenthèses. Deux rangs de parenthèses imbriquées.

Les variables didactiques de l'exercice dans son ensemble :

La valeur des nombres. La taille des nombres : un, deux ou trois chiffres. La place de l'addition et celle de la soustraction. La place des parenthèses.

Par contre, si on considère chaque expression comme un exercice, il n'y a plus qu'une seule variable didactique : la valeur des nombres ; car la forme générale de B, C, D et E est toujours la même lorsque nous recommençons l'exercice.

Nous pourrions considérer que cet exercice fait travailler les élèves sur des expressions numériques et sur leurs écritures. L'élève travaillerait alors dans un cadre algébrique sur la forme des expressions et donc sur les objets algébriques représentés par ces expressions. Dans un environnement papier/crayon, nous pourrions faire travailler les élèves sur la différence de ces expressions par rapport à l'ordre des opérations : en quoi la position des parenthèses donne-t-elle des indications sur l'ordre des opérations ? Quelle est la différence entre des parenthèses imbriquées et des parenthèses non imbriquées ? Le travail sur l'écriture pourrait déboucher sur des règles d'utilisation des parenthèses dans des expressions numériques. L'activité de l'élève serait alors dans le cadre algébrique car l'analyse des expressions porterait sur les symboles et le langage et non sur le calcul de la valeur numérique, exclusivement. La façon dont est organisée l'exercice ne pousse pas l'élève à cette analyse. Depuis le début du chapitre, il ne lui est demandé que de cliquer sur des opérations. Maintenant, une autre tâche l'attend : effectuer un calcul. Il clique pour effectuer ce calcul. Il recommence trois fois et obtient le résultat. Ce schéma se reproduit cinq fois pour les cinq expressions numériques. Il a finalement cliqué 15 fois pour effectuer 15 opérations.

Il n'y a aucun travail sur la forme de chacune des expressions. Les parenthèses sont là pour indiquer l'opération qu'il doit effectuer en premier. Le rôle des parenthèses est exclusivement lié au calcul. Il est difficile dans ces conditions de faire sortir l'élève d'un cadre purement arithmétique.

Nous pouvons imaginer la même activité dans un environnement papier/crayon.

Le professeur écrit ce calcul au tableau : $D = 18 + (10 \times (28 - 10))$; et les élèves expliquent comment ils effectuent ce calcul : j'effectue en premier $28 - 10$ et je trouve 18 ; je multiplie 18 par 10 et je trouve 180 ; j'ajoute 18 à 180 et je trouve finalement 198.

L'élève est avant tout centré sur le résultat du calcul et la façon de l'obtenir. L'écriture et l'utilisation des symboles ne sont pas au centre de ses préoccupations.

5.2. Analyse d'un exercice de LiliMath

« Place les parenthèses pour retrouver le bon résultat. Il peut y en avoir plusieurs, ou aucune à toi de juger. Attention, il faut qu'elles soient vraiment utiles. Si tu en ouvres une, n'oublie pas de la refermer : $1 + 6 - 7 + 4 + 3 = 7$ »

La première phrase, « *Place les parenthèses pour retrouver le bon résultat.* », place l'élève dans un cadre arithmétique car il doit avant tout retrouver le bon résultat.

Deux tâches sont proposées à l'élève : placer des parenthèses, et, retrouver le bon résultat.

La tâche, *placer les parenthèses*, est une tâche algébrique car ce sont « des symboles écrits qui ont du sens par eux-mêmes [Combiér, G, Pressiat, A., 1996, p. 10] et c'est l'écriture des ces symboles, « (» et «) », dans une expression numérique qui permettra de répondre correctement.

Mais il peut penser que le cadre arithmétique lui suffit car l'autre tâche, *retrouver le bon résultat*, le concentre sur le résultat du calcul qu'il va effectuer. Cette deuxième tâche qui est proposée à l'élève le pousse à voir le signe « = » comme une annonce de résultat : la suite des calculs qu'il va effectuer doit déboucher sur la valeur inscrite à droite du symbole « = ».

La première tâche est centrée sur l'utilisation du symbole « = » comme classe d'équivalence. Et, c'est une autre écriture de « 7 » qui est recherchée au moment du choix de la place des parenthèses. La valeur de l'expression vient après. Ces deux instants sont peut-être très rapprochés mais ils sont distincts. Il y a l'écriture, puis le calcul. Il nous semble que la réponse à cette tâche nécessite des outils différents : savoir effectuer des calculs, puis associer un résultat à la forme de l'expression.

Cet instant utilisé à l'écriture, et qui est dans le cadre algébrique, est nécessaire pour effectuer l'ensemble des tâches. Un élève qui sera plus naturellement dans le cadre arithmétique aura de grandes difficultés à abandonner ce cadre pour en changer et utiliser le cadre algébrique car il semble bien, d'après toutes les recherches, que le passage entre les deux cadres n'est jamais aisé pour les élèves.

5.3. Analyse d'un exercice de TDmaths

« Calcule le résultat de l'opération par laquelle on doit commencer :

$5 \times 24 - 3$; $3 \times 12 + 11$; $5 \times 16 - 6$; $6 \times 7 - 10$; $33 - 23 + 5$; $45 - 13 \times 3$; $2 - 8 - 9$ ».

Pour la majorité des exercices, il suffit à l'élève de reconnaître la multiplication et de calculer le résultat de cette multiplication pour répondre correctement ; ou bien, d'effectuer la première des opérations. Les cinq premiers exercices sont alors corrects. Le cadre de travail est toujours exclusivement arithmétique. Mais, de temps en temps, comme dans l'exercice précédent, un autre type d'exercice est proposé : $2 - 8 - 9$.

Si l'élève donne la réponse : $- 8 - 9 = - 17$;

la machine va lui indiquer que sa réponse est fautive ; et l'explication proposée sera la suivante : « Dans l'opération, $2 - 8$ est prioritaire, on a donc : $2 - 8 = - 6$ ».

Dans le cadre arithmétique, l'élève ne peut pas commencer par effectuer l'opération « $- 8 - 9$ » car l'opération n'est pas présente ; en revanche, dans le cadre algébrique, cette opération ne pose

aucun problème et conduit à un résultat juste. Dans le cadre arithmétique, l'élève ne peut pas non plus comprendre le calcul : $2 - 8 = -6$. Le cadre algébrique est nécessaire.

La rupture arithmétique/algèbre est présente dans ces deux derniers exercices, mais rien n'est fait pour que l'élève soulève cette difficulté. Les réponses données par la machine dès la première erreur ne lui permette pas de revenir sur sa démarche.

Comme dans de nombreuses analyses concernant ces types de logiciel, nous constatons que de nombreux exercices ne présentent pratiquement aucune amélioration par rapport à un environnement papier/crayon. Les différences entre les trois logiciels existent malgré tout et notre travail s'attache avant tout à découvrir ces différences. Smao propose deux type de tâches distinctes : trouver la bonne opération à effectuer, puis faire le calcul correspondant à cette opération. Chacun des tâches nécessaires, pour que le calcul soit correct, est définie. TDmaths ne propose qu'une seule tâche à l'élève : calcul le résultat de l'opération par laquelle on doit commencer. C'est à l'élève de choisir la bonne opération puis d'effectuer le calcul. Dans ce cas, si l'élève fait une erreur, il ne sait pas si celle-ci provient d'un mauvais choix d'opération ou d'une erreur de calcul. Dans Smao, cette confusion est moins possible. Dans le cas de LiliMath, la tâche proposée va demander à l'élève de mettre en place de multiples activités avant de répondre correctement à la question. Ces trois exercices nous montrent que l'élève est plus guidé dans Smao car il a plus de possibilité de savoir, grâce au logiciel, l'origine de ses erreurs ; le doute est un peu plus important dans TDmaths ; il est par contre très difficile à l'élève d'imaginer l'origine de son erreur dans le cas de LiliMath. Le niveau de coaching, pour l'élève, n'est donc pas le même pour chacun des trois produits.

Il s'agit, pour l'instant, d'une analyse a priori qui est destinée à faire des hypothèses et poser des questions afin de définir des scénarios didactiques d'utilisation en fonction des potentialités des différents produits.

L'analyse didactique approfondie se poursuit et paraîtra dans le cadre de ma thèse.

6. Expérimentation

L'expérimentation s'est elle aussi effectuée en deux temps : une première observation fut centrée sur l'utilisation du logiciel par les élèves. Il y a eu confirmation de l'analyse a priori notamment au niveau de la difficulté à utiliser seul LiliMath et la rapidité d'utilisation de TDmaths. La deuxième série d'observations a été consacrée à l'analyse didactique de la réalisation des exercices par les élèves. Et là aussi, en général, l'analyse a priori a été confirmée ; par exemple dans l'utilisation, par l'élève, des réponses du logiciel à ces erreurs dans le cas de Smao, pour corriger son travail. Le niveau de coaching est donc légèrement plus développé dans ce logiciel que dans les deux autres.

7. Conclusion

L'analyse globale, dans laquelle interviennent des aspects pédagogiques et informatiques, alliée à une analyse didactique détaillée nous permettent de cerner les potentialités relatives de logiciels tutoriels fermés dédiés à l'enseignement. Les analyses des ressources de ces produits doivent, ensuite, être accompagnées de scénarios didactiques d'utilisation propres à chaque logiciel. Notre travail de thèse se poursuit dans cette direction en cherchant à améliorer le modèle d'analyse qui va utiliser beaucoup plus systématiquement la théorie anthropologique du didactique afin de décrire avec précision toutes les actions de l'enseignant et de l'élève dans le cadre de l'utilisation scolaire de logiciels tutoriels fermés.

8. Bibliographie

Abboud Blanchard, M., 1994, *L'intégration de l'outil informatique à l'enseignement secondaire des mathématiques : symptôme d'un malaise*, Thèse de doctorat, Didactique des mathématiques et de l'informatique, Université de Paris 7.

Balacheff N. , 1994, La transposition informatique, un nouveau problème pour la didactique. Vingt ans de didactique des mathématiques en France Artigue M. Grenoble : La Pensée Sauvage éditions, p. 364

Balacheff N., Vivet M., 1994, *Didactique et intelligence artificielle*. La pensée sauvage, p.302

Brun J., sous la direction de, 1996, *Didactiques des mathématiques*, Textes de bases en pédagogie, Delachaux et Niestlé

Bruillard, E., 1997, *Les machines à enseigner*, Hermes

Chevallard, Y. , 1984 *Le passage de l'arithmétique à l'algèbre dans l'enseignement des mathématiques au collège*, L'évolution de la transposition didactique, Petit x n° 5, Irem de Grenoble, p. 51-94.

Chevallard, Y., 1997, *Les savoirs enseignés et leurs formes scolaires de transmission : un point de vue didactique*, YC_1997_Savoirs_scolaires – IUFM d'Aix Marseille.

CNDP, 2002, *Documents d'application des programmes, Mathématiques, Cycle 3*, CNDP.

Combiér, G, Pressiat, A., 1996, *Les débuts de l'algèbre au collège*, Didactiques des disciplines, INRP.

Tricot, André, 2003, *Utilité, Utilisabilité, Acceptabilité*, EIAH, Strasbourg 2003