

# Le logiciel « Tigre » en formation PLC

J. Vincent

Le logiciel TIGRE a été conçu initialement par l'IRISA pour aider les élèves à résoudre des problèmes de géométrie, et pour les assister dans la production de solution rédigée.

Nous avons analysé ce logiciel, et nous avons pensé qu'il serait un bon outil de formation pour les enseignants.

Dans cet article nous présentons d'abord (section 1) le fonctionnement du logiciel, puis nous décrivons (section 2) une expérience d'utilisation du logiciel avec une stagiaire d'IUFM. L'analyse de cette expérience nous a conduit à formuler des hypothèses décrites dans la troisième section.

## 1. Présentation du logiciel

Le logiciel TIGRE se présente comme un logiciel d'aide à la démonstration en géométrie. Il propose trois étapes de résolution : **lecture, démonstration et rédaction**. Il est possible de choisir de commencer par l'une quelconque de ces étapes. Il est fourni avec 34 exercices et il est possible d'en ajouter d'autres.

Nous allons étudier l'un des exercices proposés par le logiciel. Nous allons suivre pas à pas les trois étapes dans l'ordre qu'un enseignant imposerait.

Le texte de l'exercice :

*Soit ABC un triangle. T et R sont deux points situés sur le segment [AC], tel que  $AR=RT$  et  $RT=TC$ . Le point P est tel que B est le milieu de [CP]. La droite (PR) coupe la droite (AB) en M.  
Montre que M est le milieu de [AB].*

La résolution rapide de cet exercice :

Dans le triangle RPC, T est le milieu de [RC] et B celui de [PC] donc la droite (BT) est la droite des milieux, elle donc parallèle à (RP).

Dans le triangle ABT, R est le milieu de [AT] et la droite (BT) est parallèle à la droite (MR) donc elle coupe le segment [AB] en son milieu M.

conclusion : M est le milieu de [AB];

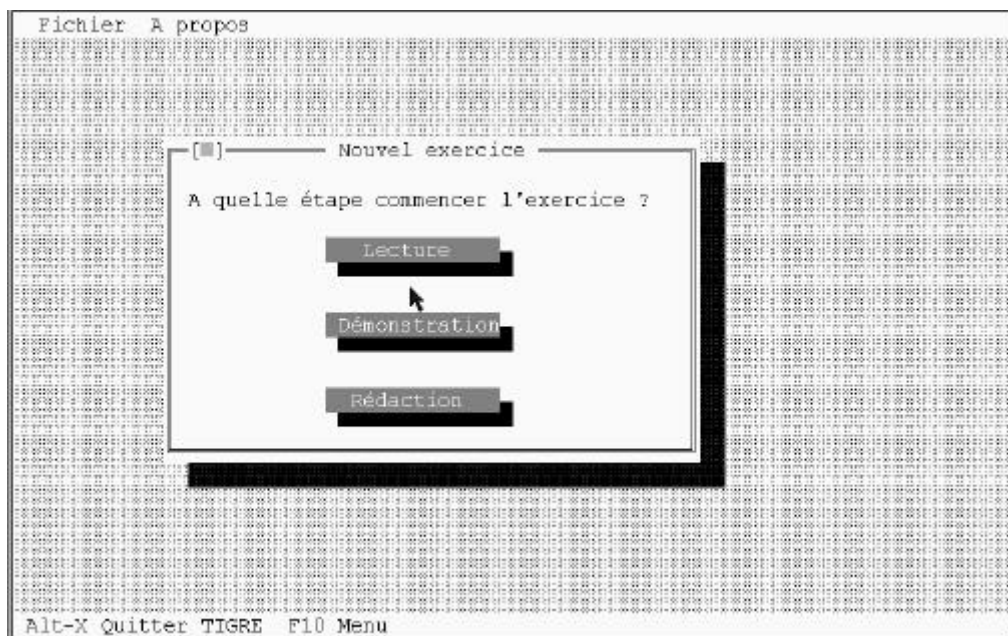


Figure 1

Dans cette partie nous allons examiner le fonctionnement de chacune des étapes :

## 1.1. La lecture

Voici l'écran d'ouverture de l'étape **lecture**



**Figure 2**

Dans cette étape, on utilise surtout les menus ajouter, effacer et à la fin supposée valider.

Après lecture de l'énoncé, la tâche attendue de l'élève est qu'il réécrive dans le cadre *données* celles qui lui paraissent utiles.

Pour chaque donnée, une liste de 14 propriétés est proposées par le logiciel, l'élève doit en sélectionner une et compléter la phrase à trous écrite sur l'écran.

Lorsque l'élève estime avoir terminée la réécriture des données, il doit, suivant le même principe, inscrire une conclusion.

Après ces deux opérations, il utilise le menu valider ; deux possibilités existent:

- Le logiciel accepte la réécriture de l'élève qui est invité à passer à la phase **démonstration**
- Le logiciel envoie un message d'erreur. L'élève doit continuer jusqu'à l'acceptation par le logiciel

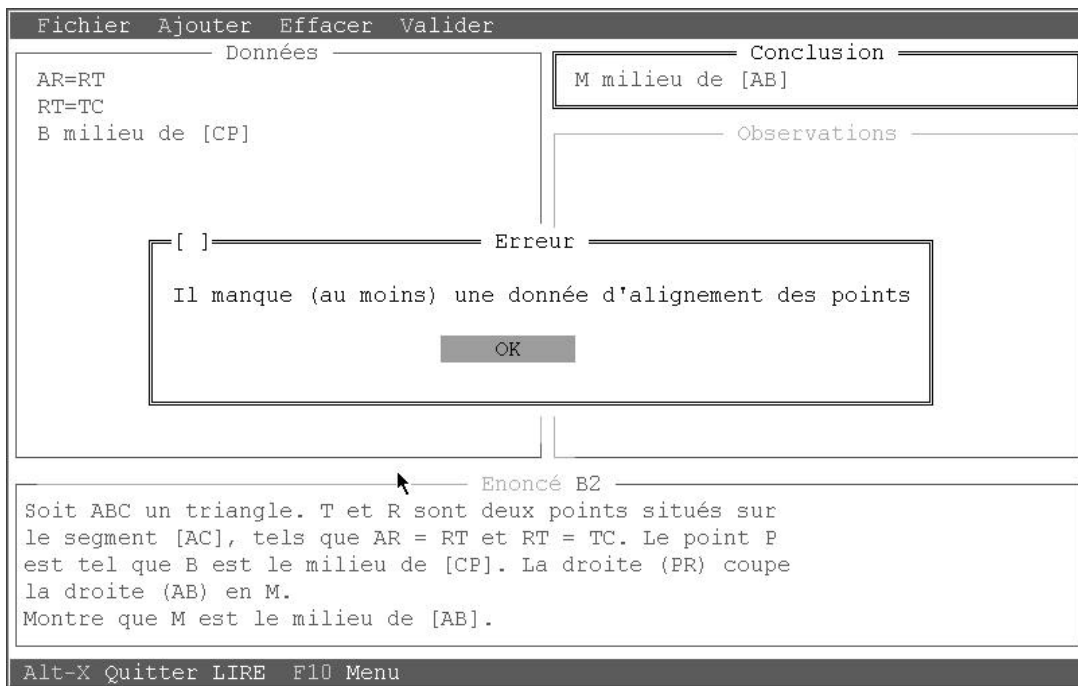


Figure 3

## 1.2. La démonstration

Voici l'écran d'ouverture de l'étape **démonstration**



Figure 4

Dans cette nouvelle étape, l'élève doit démontrer chacune des assertions suivantes :

- T est le milieu de [RC]
- R est le milieu de [AT]
- (BT) et (PR) sont parallèles
- M est le milieu de [AB]

Dans la suite, nous appellerons pas de démonstration chacune de ces étapes. Pour démontrer, par exemple que T est le milieu de [RC], l'élève inscrit dans le cadre *hypothèses* celles qui parmi les données sont nécessaires, dans le cadre *conclusion* l'objectif à atteindre puis il doit compléter le cadre *théorème ou définition*. Pour réaliser cette dernière tâche, le logiciel lui propose une liste de théorèmes. L'accès à ceux-ci peut se faire à partir de la conclusion ou de l'hypothèse, lorsque l'élève a choisi pour l'un des deux modes d'accès, dans la fenêtre, apparaît 14 propositions .

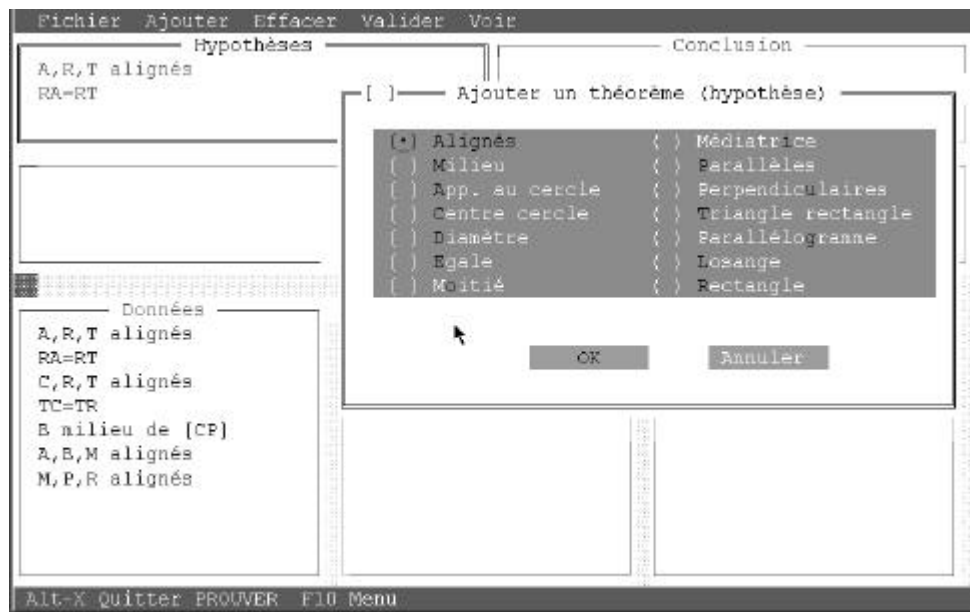


Figure 5

Par exemple, pour faire le premier pas T milieu de [RC], il doit cliquer sur *égale*, le logiciel lui propose alors 10 théorèmes relatifs à l'égalité, il lui faut choisir celui qui lui paraît adapté puis valider, comme précédemment il peut y avoir soit un message d'erreur soit validation.

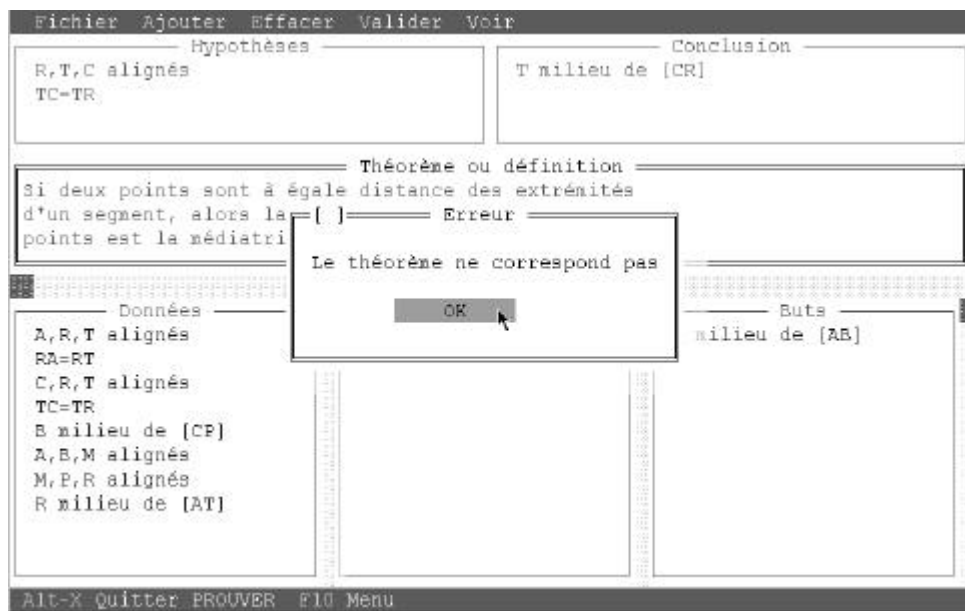


Figure 6

Après validation le résultat devient une donnée et le logiciel l'ajoute dans la fenêtre *données*

Lorsque les quatre pas attendus par le logiciel ont été réalisés et que l'élève clique sur valider, un message de confirmation est affiché à l'écran.

Que se passe-t-il lorsque l'élève n'a pas répondu aux attentes prévues dans le logiciel ? Voici trois copies d'écran qui seront commentées dans la seconde partie.

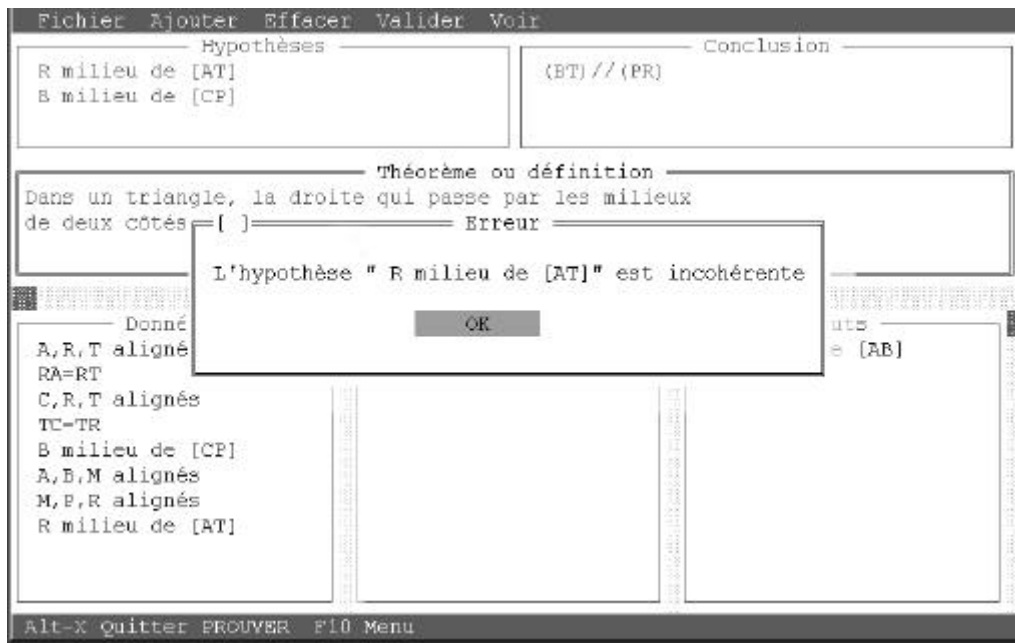


Figure 7

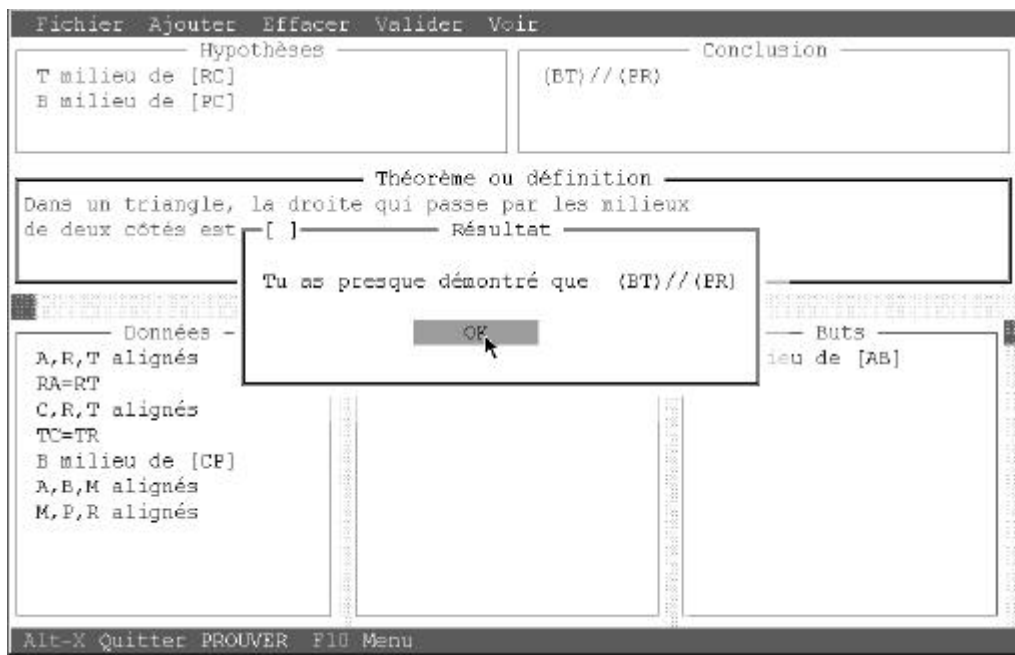


Figure 8



Figure 9

Quand l'élève a surmonté tous les obstacles il vérifie la validation de son travail.

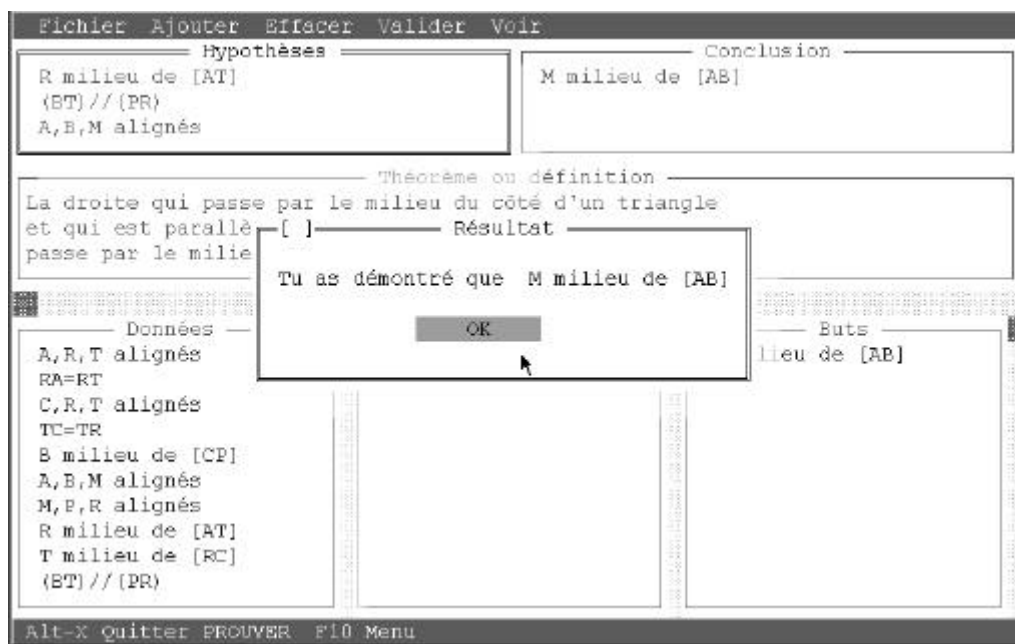


Figure 10

### 1.3. La rédaction

A l'ouverture de l'écran de **rédaction** on obtient un cadre plein écran appelé *phrase* surmonté de quatre menus : fichier, ordonner, rédiger et voir .

Si l'élève, lors de sa construction de démonstration a fait les pas dans le désordre il doit ouvrir le menu ordonner pour s'en apercevoir, il peut ne pas faire cette étape et passer directement au menu suivant.

A partir d'un langage fait d'implications mathématiques, le logiciel va conduire l'élève à construire une démonstration faite de phrases.

La copie d'écran ci-dessous apparaît, après avoir ouvert le menu rédiger

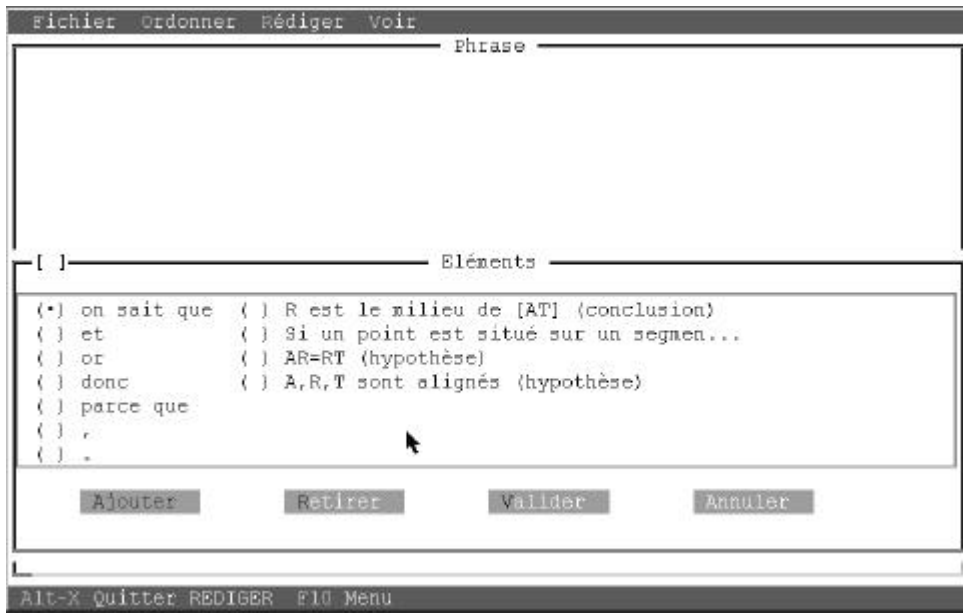


Figure 11

La partie *éléments* se présente sous forme de deux colonnes à gauche les éléments de syntaxe utilisés par le logiciel et à droite les éléments mathématiques. La commande ajouter permet de choisir l'un des éléments pour constituer une phrase syntaxiquement et mathématiquement correcte. Il faut noter que cette partie se fait de manière automatique : on clique sur *on sait que* puis sur les hypothèses en veillant à intercaler *et* entre chacune d'elles, le logiciel ne reconnaît pas la virgule dans le cas où il y a trois hypothèses, on continue par *or* et on cite le théorème proposé dans la colonne de gauche enfin on donne la conclusion en la faisant précéder de *donc* et il faut terminer par un point.



Figure 12

Une autre possibilité, tout aussi algorithmique, est acceptée par le logiciel : écrire la conclusion suivi de *parce que* puis les hypothèses séparées par *et* enfin le théorème précédé de *or* .  
( confère partie III )

En raison de la conception du module **rediger** l'élève ne peut commettre que des erreurs de syntaxe, sinon il y a ignorance du sens vocabulaire mathématique : hypothèse, conclusion et théorème .  
Par exemple si le logiciel affiche le messages message suivant : *un théorème ne peut pas suivre une hypothèse* ceci signifie qu'il y a eu oubli du *or* .  
Cette situation n'est pas envisagée et, sans doute, dévolue à l'enseignant .

Lorsqu'une phrase est validée le logiciel propose un écran similaire pour la phrase suivante, l'algorithme est le même. Le travail de rédaction est fractionné en sous tâches, chacune correspondant à une phrase. A la fin de la dernière phrase le logiciel valide la rédaction sans redonner l'intégralité de celle-ci .

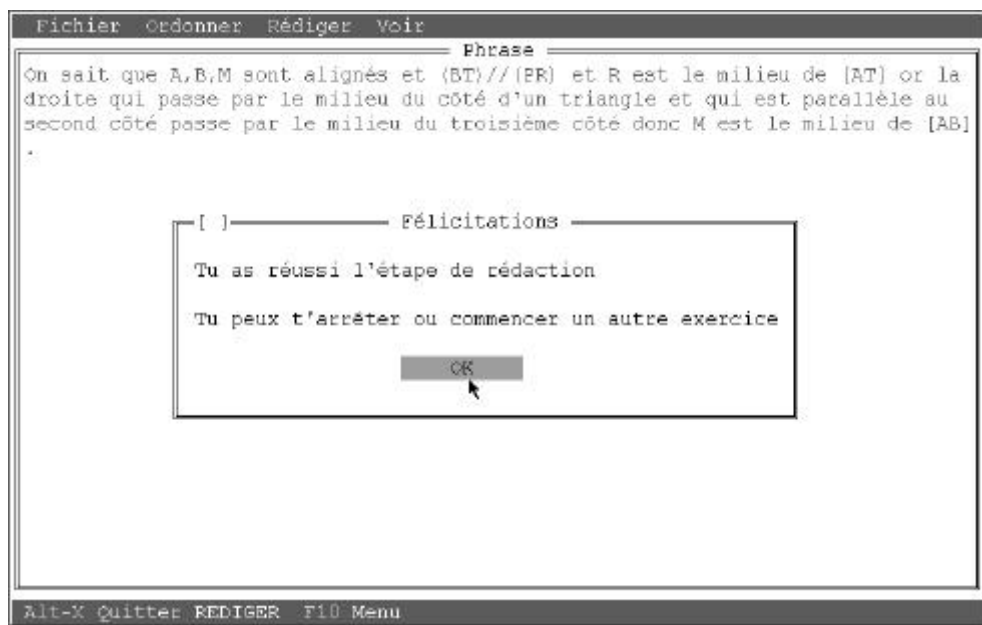


Figure 13

L'utilisateur a la possibilité de sauvegarder l'intégralité de la rédaction dans un fichier texte qu'il peut par la suite imprimer à l'aide d'un logiciel de traitement de texte.

## 2. Une première expérimentation

### 2.1. Introduction

Avant d'utiliser le logiciel Tigre avec les élèves, nous nous sommes confrontés à son utilisation. Au cours de ce travail, nous avons observé et analysé nos propres réactions. Cela nous a conduit à envisager une autre voie : nous nous sommes rapidement rendu compte qu'un certain nombre de nos difficultés étaient dues à notre habitude de considérer certaines données comme des évidences que le logiciel nous obligeait à expliciter.

Nous avons imaginé que le logiciel pourrait constituer un outil de formation pour des stagiaires qui seraient obligés d'analyser ce qu'ils attendent des élèves en opposition avec ce que le logiciel oblige à expliciter. Nous avons pensé que cela leur permettrait de prendre une conscience plus clairement de ce qu'est le contrat didactique et de sa gestion en classe.

Afin de nous fournir des éléments d'analyse plus précis, nous avons décidé de nous livrer à une première expérimentation. Une future enseignante (PLC2), en stage depuis le début de l'année dans une classe de seconde dans un lycée s'est portée volontaire pour le travail que nous lui proposons. Elle ne connaissait pas bien le niveau de quatrième auquel est destiné le logiciel et n'avait pas beaucoup d'expérience de l'enseignement.



La stagiaire a accepté, après une journée de formation sur ordinateur, de se prêter à l'expérimentation. Son état de fatigue était visible. Par ailleurs, l'expérimentateur était son tuteur et elle savait qu'elle serait suivie et évaluée par lui au cours de l'année, ce qui a induit obligatoirement un stress supplémentaire et un effet de contrat.

L'expérimentation s'est déroulée dans une salle isolée, la stagiaire n'a eu pratiquement aucun renseignement préalable sur le logiciel. L'ensemble des échanges verbaux a été enregistré.

## **2.2. Analyse a priori.**

Nous avons fait les hypothèses préalables suivantes : La stagiaire a des idées précises de ce qu'elle attend des élèves. Elle a des attentes du point de vue du fonctionnement de l'élève pour la recherche des données, pour leur traitement et pour la rédaction du problème. Mais ces attentes ne sont pas toutes explicites. Nous voulons montrer que le logiciel Tigre va aider la stagiaire à l'explicitation de ses attentes et à l'analyse comparative de situations d'apprentissage.

Nous allons placer la stagiaire en condition de résolution de problème avec le logiciel et l'inciter à s'exprimer. A travers son discours, nous postulons qu'elle établira des comparaisons selon deux grands axes :

**Axe 1 :** la stagiaire va faire des comparaisons entre les situations d'enseignement : celle des élèves avec le professeur et celle de l'élève avec le logiciel Tigre.

**Axe 2 :** la stagiaire va faire des comparaisons entre ce qu'elle fait avec le logiciel et ce qu'elle pense qu'un élève ferait.

Lorsque la stagiaire comparera la situation où l'élève utilise le logiciel à la situation de classe traditionnelle (axe 1) elle sera amenée à expliciter des différences qui sont de l'ordre de la relation pédagogique. Cela devra la conduire à expliciter les termes du contrat didactique qu'elle établit, explicitement ou implicitement, avec les élèves.

Lorsque la stagiaire s'exprimera en comparant ce qu'elle fait avec ce qu'un élève ferait (axe 2), elle explicitera les représentations qu'elle a des élèves.

### **Nous pensons que ces deux prises de conscience provoqueront chez la stagiaire un effet de formation.**

Nous avons mis en œuvre le dispositif expérimental suivant : la stagiaire était invitée à prendre place devant un ordinateur où Tigre était chargé. Le formateur se situait légèrement en retrait.

L'expérimentateur propose : « Je fais partie d'une équipe de recherche qui s'intéresse à ce logiciel en cours d'élaboration. » Description rapide du logiciel : il est destiné à apprendre aux élèves à réaliser et à rédiger des démonstrations de géométrie. Il comporte trois parties : une de lecture, une de démonstration et une de rédaction. « Je te propose de faire le problème B2 et te demande de faire des commentaires de ce que tu fais à haute voix. Je souhaiterais par ailleurs que tu fasses des remarques sur la différence qu'il peut y avoir entre ce travail et ce que tu réaliserais en classe avec un élève sur le même problème »

L'expérimentateur n'intervient que pour rappeler le "contrat" ou aider à faire expliciter des remarques, notamment en posant des questions du type "quelle question poserais-tu ?", "comment aiderais-tu l'élève ?"... en évitant les "pourquoi" qui amènent des justifications.

Cette expérience s'est déroulée au mois de Septembre 1998, nous en donnons ci-dessous les éléments les plus significatifs.

## **2.3. Déroulement et première analyse**

Dans ce qui suit, des extraits de l'enregistrement sont retranscrits dans la partie gauche et des commentaires à droite. La stagiaire est nommée S. et le formateur F.

Le premier extrait suit immédiatement la mise en situation de la stagiaire par le formateur.

### 2.3.1. Une première surprise

- S. - ... et est-ce qu'on a moyen de faire un dessin ?  
F. - non, on ne peut pas faire de dessin  
*et vers la fin de la phase de lecture :*  
S.- là ce qui me gêne un peu c'est de travailler sans dessin  
F.- tu ne peux pas dans le logiciel, mais si tu as besoin d'un dessin, tu peux en faire un...

S. demande dès le début s'il est possible de faire un dessin **dans le logiciel**. On voit ici une représentation a priori de S. de ce que doit faire un logiciel. Après une réponse négative, elle ne fait pas de dessin et commence directement à remplir les cases du logiciel. Elle n'a donc à ce moment aucune représentation graphique du problème et elle « traduit », selon ses propres termes, l'énoncé. Elle n'a pas non plus d'idées sur la démonstration : la suite le montrera. Il y a inhibition par l'ordinateur du comportement habituel de l'expert : alors que dans une situation classique S. aurait immédiatement fait un dessin, le fait que l'ordinateur ne le permette pas semble lui interdire d'en faire.

Il y a aussi le poids du contrat didactique implicite que S. s'impose : je n'ai le droit de faire que ce que le logiciel me permet de faire.

### 2.3.2. Une traduction ordonnée par le promptage !

- S. – je vois pas trop le rapport avec mon exercice... ah, voilà égal donc je pourrais éventuellement l'utiliser pour traduire  $AR = RT$  et  $RT = TC$ ... (1)

Après avoir lu le problème, S. ouvre le menu *Ajouter Données*. Elle lit les termes proposés et elle s'aperçoit que ce qu'elle voulait commencer à écrire (le début du problème), n'y figure pas. Elle trouve, par contre, le mot « égale » et commence par traduire les égalités de longueurs. On peut émettre l'hypothèse que la plupart des élèves auraient la même attitude. En effet, ceux-ci hiérarchisent les données et celles portant sur les longueurs sont parmi les plus « fortes ». Cette phrase (1) n'aurait pas été prononcée si le mot « triangle » avait figuré dans le choix proposé par le logiciel.

Dans cette première partie, S. se situe dans l'axe 2, c'est à dire comme professeur expertisant un outil pédagogique à destination des élèves.

- S.- ... alors je vais mettre hum... milieu...

La découverte du mot « milieu » déclenche la suite du travail de la phase de lecture. On voit nettement que cette phase n'est pas réalisée de manière logiquement ordonnée par le problème lui-même mais par le promptage du logiciel.

- S.- donc je voudrais traduire la droite (PR) coupe la droite (AB) en M... J'essaie de chercher un mot qui pourrait m'aider pour traduire euh... deux droites sécantes... donc je peux mettre éventuellement aligné... que MPR sont alignés et que AMB sont alignés... c'est pas vraiment ce que je voudrais trouver...

Un autre problème surgit : S. ne trouve pas à traduire l'intersection de deux droites, et c'est vraiment sans conviction qu'elle traduit la phrase avec des alignements. **Et pourtant elle n'a pas le dessin sous les yeux**. En effet nous pensons que le fait de voir les alignements sur le dessin créerait un obstacle, mais cet obstacle existe même sans le dessin !

- F.- n'attends pas que je réponde  
S.- bon je vais essayer aligné, tant pis...

- S.- il manque au moins une donnée d'alignement des points... (lu sur l'écran)

D'autres alignements seront oubliés et le logiciel se charge de le lui rappeler.

### 2.3.3. Un dessin difficile

#### S. passe dans la phase de démonstration du logiciel

- S.- je vais peut-être me faire un petit dessin quand même  
....  
S.- ... et puis on a euh... on a aussi que le point M est...  
...  
S.- avec l'énoncé ce serait plus facile, c'est vrai... d'un côté cela fait travailler différentes choses aussi... c'est pas mal

Lorsque S. désire se forger une idée de la démonstration, elle trace un dessin à main levée, mais elle le fait en sollicitant l'approbation de F.. On voit ici le poids du contrat didactique qu'elle s'est fixé en tant que stagiaire. **Pour réaliser le dessin, elle n'a plus l'énoncé sous les yeux.** Elle le trace donc à partir des données, ce qui lui complique la tâche ! Elle a notamment du mal à traduire les alignements en « sens inverse ».  
La dernière remarque montre qu'elle a bien en tête l'aspect pédagogique de l'objet. Elle se situe bien alors dans l'axe 1 défini précédemment.

### 2.3.4. Les implicites sont oubliés et le contrat didactique est explicité

- S.- ah ! j'ai toujours oublié dans mes hypothèses que R,T et C sont alignés, donc il me le rappelle...

S. fournit à l'ordinateur des données, un théorème, une conclusion puis elle valide. Le logiciel affiche qu'une partie des hypothèses n'est pas démontrée et invite à le faire. Il s'agit à nouveau d'un alignement que S. voit maintenant sur son dessin mais qu'elle ne pense pas à fournir au logiciel.

- F.- est-ce que tu peux faire un commentaire par rapport à ce qui ce serait passé dans une classe ?  
S.- en fait c'est pas mal parce que dès qu'on oublie quelque chose, on va dans valide et puis finalement il nous dit ce qui manque. Cela permet de laisser les élèves travailler seuls sur ordinateur...

S. prend conscience du caractère individuel de ce type de travail et de la validation dynamique qui en est faite. Le commentaire se situe dans l'axe 1 : S. explicite un des termes du contrat didactique portant sur la validation d'hypothèses formulées par les élèves. L'expression « il nous dit » est significative de sa décentration.

- F.- ... qu'est-ce qui se passe dans une classe si un élève oublie de montrer que les 3 points sont alignés ?  
S.- ... il va dire que c'est pas important...  
**F.- si un élève oublie de mettre ça, tu ne vas pas lui en tenir rigueur ?**  
**S.- eh bien a priori si, si j'ai bien préparé mes petites choses... mais là sur le vif... j'ai un peu...**  
S.- j'ai mon dessin je le vois, on le voit... c'est vrai que ça ne paraît pas essentiel... et pourtant, ça l'est...  
S.- je trouve... c'est bien précis... c'est bien

S. oublie l'alignement dans sa démonstration car **F. ne lui avait pas dit qu'il fallait tout traduire** (le contrat didactique implicite habituel ne l'impose pas). Or elle dit qu'elle va l'exiger des élèves **si elle l'a prévu.** Il y a là un effet de formation didactique, c'est grâce au logiciel qu'elle se rend compte que certains éléments ont l'importance que le professeur et non la rigueur mathématique leur accorde.

### 2.3.5. Une situation de rupture

- Un peu plus avant dans la démonstration :*  
S.- C'est peut-être ce que j'aurais dû faire en premier, mais ça fait rien... je vais conjecturer que le point R est le milieu de AT et je pense que l'ordinateur me rappellera à l'ordre par la suite...  
S.- Il me dit que l'hypothèse P, M, R alignés est incohé-

De peur d'oublier un alignement, S. inscrit trop d'hypothèses et donne un alignement qui ne correspond pas à la conclusion. **Elle émet une hypothèse sur le fonctionnement du logiciel et suppose qu'il va lui simplifier la tâche.** Et cette fois la sentence est dure (car incompréhensible).

rente... parce qu'on l'avait déjà dans les données, alors c'est pas la peine de le rappeler, je suppose...  
 S.- c'est peut-être... que les points A, R, T sont alignés ?  
 ....  
 S.- alors là, je ne vois pas du tout ce qu'il veut...

Ce commentaire non justifié, qui pourrait être celui d'un professeur, provoque une rupture du contrat qui va l'entraîner vers plus de difficultés : **elle émet une nouvelle hypothèse encore plus fautive que la première sur le fonctionnement du logiciel...**  
 S. va ensuite se comporter comme un élève en essayant les différents alignements proposés. Elle essaie aussi d'obtenir une aide de la part de F. Elle va essayer de nouveaux commentaires désagréables du logiciel qui l'agacent ! **On voit bien combien on peut revenir à des stratégies rustiques en cas d'échec non compris.** (Cf. G. Brousseau)  
 Il y a à ce moment **une rupture du contrat didactique formateur stagiaire** : un glissement d'une tâche de démonstration d'un problème vers un combat contre le logiciel rétif ! Elle finit par chercher le fonctionnement du logiciel de manière irrationnelle en oubliant le but premier.  
 S. joue un rôle comparable à celui de l'élève en difficulté et se situe nettement dans l'axe 2.

### 2.3.6. Une bonne analyse

F.- ... que se passerait-il si c'était en classe avec un élève, ... ?  
 S.- si je dis à un élève qu'il manque un alignement, il va me demander lequel  
  
 F.- en supposant qu'il ait écrit sur sa feuille tout ce que tu as écrit, que se passerait-il pour lui ?  
 S.- et bien là, pour lui la démonstration est terminée... il a réussi  
  
 F.- cette situation ne se produit pas en classe, sur le papier. Qu'est-ce qui se passe en classe ?  
 S.- je pense, en classe, on aurait tendance à mettre plus d'hypothèses qu'il n'en faut, ... ou moins...  
 F.- si un élève écrivait AR=RT au lieu de R milieu de AT, qu'est-ce que tu ferais ? (3)  
 S.- je lui donnerais un contre-exemple... (4)

S. est bloquée : elle pense avoir sélectionné la bonne hypothèse à un moment alors qu'elle ne l'a pas fait. Cette situation se prête à une analyse d'une situation similaire en classe.  
 Première hypothèse, S. sous-entend qu'elle aiderait l'élève  
  
 Autre hypothèse : si je ne lui dis pas qu'il manque un alignement il va conclure et penser avoir terminé. S. prend conscience que seule l'intervention du professeur va valider ou non la solution.  
  
 Une discussion avec F. permet à S. de se situer comme professeur. Les phases 3 et 4 permettent d'engager un processus de formation.

### 2.3.7. Une rédaction laborieuse

#### S. passe dans la phase de rédaction du logiciel

S.- j'ai cliqué sur ordonner... en fait il marque toutes les étapes dans le désordre et c'est à moi d'ordonner tout ça.  
 ...  
 S.- On sait que si la droite etc..... c'est toujours pareil...  
 F.- qu'est-ce que tu étais en train de faire là ?  
 S.- je voulais aller vite pour terminer... et j'ai pas lu ce

Le début de la rédaction commence bien, S. ordonne les données puis rédige. Mais elle se rend rapidement compte qu'elle peut le faire de manière automatique, et pressée d'en finir, elle se trompe. Elle met aussi le doigt sur certains défauts du logiciel.  
 Cette difficulté provoque à nouveau une déstabilisation

<p>que j'écrivais. Je l'ai fait de manière automatique...</p> <p>F.- ...par rapport à la rédaction que tu pourrais attendre d'un élève ?</p> <p>S.- là, comme il y a beaucoup de données, je pense que je ferais faire plusieurs phrases alors que l'ordinateur veut tout dans une seule phrase.</p> <p>S.- ... ça demande une grande rigueur , mais sur la fin, ça énerve un petit peu...</p>	<p>qui rend la dernière étape laborieuse.</p>
--	---

## 2.4. Premières conclusions

### 2.4.1. Rôle des implicites

Dans les démonstrations de géométrie, l'alignement de points peut être pratiquement donné par l'énoncé (par exemple : « AB coupe CD en E » implique que ABE sont alignés) ou être le résultat d'une construction complexe. Dans le second cas, elle donne presque toujours lieu à une démonstration. Par contre, dans le premier cas, cette propriété est fréquemment passée sous silence. Cela se justifie par le fait que la démonstration est considérablement alourdie lorsque l'on veut tout écrire.

Dans le paragraphe 2.3.4 on voit S. prendre conscience de l'importance de préciser à l'avance ce que l'on attend des élèves. Elle se rend compte que l'on ne peut exiger d'eux, si on ne le leur précise pas, qu'ils explicitent des notions qu'elle-même passe sous silence. Elle voit apparaître ainsi la nécessité du contrat didactique qui pose les règles de la relation entre le professeur et ses élèves.

L'effet de formation est obtenu par la nécessité dans laquelle le logiciel a mis S. d'explicitier un élément habituellement implicite dans cette circonstance. Elle prend conscience que les implicites admis sont variables d'une situation à l'autre mais qu'ils sont cachés à l'élève et que celui-ci doit les deviner.

### 2.4.2. L'impossibilité de négocier

Dans le paragraphe 2.3.6, nous voyons S. prendre conscience que le contrat avec l'élève est fluctuant, que des négociations ont lieu, et qu'en définitive c'est le professeur seul qui valide. La validation n'est pas faite uniquement en fonction des savoirs mais aussi en fonction des attentes du professeur qui peut les faire varier selon les circonstances, les élèves, le problème, etc.. Face au logiciel, il n'y a pas moyen de négocier, les attentes sont figées.

La fin de la séance va montrer à quel point la rigidité de ce qui est attendu par le logiciel est perturbante. Cela peut aller jusqu'à un état de quasi rupture lorsque les messages renvoyés par l'ordinateur ne sont pas clairs pour S.. Elle se rend compte alors que l'impossibilité de négocier peut être lourde et que, a contrario, le professeur dans sa classe est en permanence en situation de négociation.

## 3. Et si on pouvait utiliser le logiciel en formation ?

La première expérimentation nous a paru encourageante du point de vue de la formation. Nous avons donc fait une analyse a priori des différences qui peuvent exister entre une situation d'enseignement traditionnelle et une situation d'enseignement avec un logiciel comme Tigre.

### 3.1. Comparaison des termes du contrat didactique professeur/élève

	sans utilisation du logiciel Tigre	avec utilisation du logiciel Tigre
Termes explicites du contrat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- l'élève doit résoudre le problème et rédiger une solution validée par le professeur</li> <li>- des compromis sont possibles, le professeur peut être plus ou moins bienveillant et accepter l'implicite</li> <li>- des dialogues s'ouvrent, des explications orales peuvent suppléer un écrit imparfait</li> <li>- l'élève peut noter les données de l'énoncé et mentionner les théorèmes qu'il utilise sous la forme qui lui convient</li> <li>- le professeur adapte son discours aux élèves</li> <li>- la rédaction peut prendre différentes formes, une certaine souplesse est admise<sup>1</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- l'élève doit résoudre le problème et rédiger une solution telle que prévue par les concepteurs du logiciel</li> <li>- aucun compromis n'est possible, tout élément non prévu est rejeté</li> <li>- il n'y a pas de dialogue, le résultat doit être conforme</li> <li>- l'élève n'a que peu de choix, il doit se conformer à la forme prévue</li> <li>- aucune adaptation du logiciel n'est faite en fonction de l'élève</li> <li>- la rédaction ne peut prendre que peu de formes, celles-ci sont très contraignantes et parfois syntaxiquement non satisfaisantes</li> </ul>
Termes implicites du contrat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- le professeur doit s'être assuré que les élèves ont les outils nécessaires et suffisants à la résolution du problème</li> <li>- toutes les données fournies sont nécessaires à la résolution du problème</li> <li>- le professeur fournit des aides par des mimiques, des regards, des gestes à l'élève qui le sollicite<sup>2</sup></li> <li>- le professeur va aiguiller l'élève en difficulté en lui fournissant des éléments de réponses adaptés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- le professeur doit s'assurer que les élèves savent manipuler le logiciel</li> <li>- il peut y avoir des données inutiles, mais l'élève doit toutes les noter</li> <li>- le logiciel ne peut fournir aucune aide de type informel</li> <li>- il ne peut obtenir aucune aide du logiciel qui ne soit prévue par les concepteurs, les aides sont succinctes et normalisées</li> </ul>
Ruptures possibles du contrat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- l'élève ne connaît pas les théorèmes nécessaires à la résolution du problème</li> <li>- l'élève ne s'investit pas dans la tâche</li> <li>- le professeur ne répond pas à ses sollicitations</li> <li>- le professeur ne veille pas à la détresse de l'élève en échec</li> <li>- fréquemment, le professeur a une baisse d'exigence vis à vis du savoir (effet Topaze) ou interprète des réponses anodines comme étant des réponses performantes (effet Jourdain)</li> <li>- l'élève copie la solution sur son voisin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- l'élève a tous les théorèmes nécessaires à la résolution du problème</li> <li>- l'élève ne s'investit pas dans la tâche</li> <li>- des aides existent mais ne sont pas nécessairement conformes aux besoins</li> <li>- le logiciel ne détecte aucun signe de détresse : il n'y a ni contrôle du temps passé ni du nombre de réponses erronées données</li> <li>- l'élève peut aller chercher auprès d'autres personnes des réponses</li> <li>- l'élève ne comprend pas les messages du logiciel et ne peut progresser</li> </ul>

Une donnée spécifique du logiciel : l'élève doit "interpréter" des données (par exemple transformer une intersection en deux alignements).

### 3.2. En quoi le contrat didactique est mis en évidence avec le logiciel

Un retour sur la notion de contrat didactique ainsi que sur les problèmes qui se posent en formation est nécessaire pour bien comprendre les objectifs que nous avons poursuivis avec cette expérimentation.

<sup>1</sup> Il y a une possibilité pour l'élève de négocier la rigueur de son discours.

<sup>2</sup> Cet ensemble de comportements du professeur constitue en réalité une aide informelle

### **3.2.1. Le contrat didactique**

“ C’est le résultat de la négociation des rapports établis explicitement et/ou implicitement entre un élève ou un groupe d’élèves, un certain milieu et un système éducatif, aux fins de faire approprier aux élèves un savoir constitué ou en voie de constitution ”

“ Le contrat didactique est, en fait, souvent intenable. Il met le professeur devant une véritable injonction paradoxale : tout ce qu’il fait pour faire produire, par les élèves, les comportements qu’il attend tend à priver ces derniers des conditions nécessaires à la compréhension et à l’apprentissage de la notion visée : si le maître dit ce qu’il veut, il ne peut plus l’obtenir ! ”

(G. Brousseau 1984) Voir aussi les effets Topaze et Jourdain

L’élève est lui aussi confronté à un paradoxe : il n’élaborera le plus efficacement son savoir qu’à la condition d’avoir le moins possible recours au maître. Donc l’apprentissage va reposer non pas sur le bon fonctionnement du contrat didactique, mais sur ses ruptures.

### **3.2.2. En formation**

Le problème du formateur est de faire prendre conscience au stagiaire de ce paradoxe et de le former à le prendre en charge.

Or, le formateur se trouve, vis à vis du stagiaire, dans une situation comparable à celle du stagiaire vis à vis de l’élève : il doit faire construire son savoir au stagiaire. Une démonstration de ce qui est énoncé ci-dessus sur le contrat didactique a été donnée dans le scénario de formation élaboré ci-dessus : si on donne au stagiaire le but que l’on souhaite atteindre (prise de conscience des subtilités du contrat établi lors de la résolution d’un problème de géométrie), il n’y a plus aucune chance que l’entreprise aboutisse.

### **3.2.3. Quel est l’intérêt du logiciel en formation ?**

Il est très difficile de faire expliciter au stagiaire les problèmes de contrat lors d’un entretien à la suite d’une séquence : le bruit informationnel est trop important pour permettre d’isoler ce qui relève du contrat didactique du reste (gestion de classe, relations affectives, complexité de la situation de classe, etc.)

Lorsque le jeune stagiaire est plongé dans la situation d’enseignement, il doit gérer au moins trois aspects de son activité :

- La gestion du groupe classe.
- La gestion du contrat didactique dans sa composante individuelle.
- Le discours mathématique (ou spécifique à sa matière).

Quelle que soit la qualité de la formation qu’il a reçue, les deux derniers aspects ne peuvent être rencontrés que lorsqu’il y a eu mise en situation en présence d’élèves.

Une fois que la situation pédagogique réelle a eu lieu, le stagiaire revient voir son tuteur pour analyser son vécu et expliciter ses sensations.

Au cours de ces entretiens, le stagiaire arrive à distinguer ces trois aspects, même (et surtout) si dans la pratique ils sont étroitement imbriqués. Il nous semble qu’au cours de ce travail d’explicitation, l’utilisation d’un logiciel comme TIGRE permet de faciliter l’émergence, la mise en évidence des termes du contrat didactique et du discours mathématique.

- Soit parce que dans certains cas le logiciel contraint à expliciter des aspects du contrat.
- Soit parce que dans d’autres cas, le logiciel ne dispose pas des capacités de l’enseignant (non verbal, affectif, émotion). Dans ce cas ce sont les manques du logiciel qui mettent en évidence les activités de l’enseignant, liées au contrat didactique.

Or, il nous est apparu que cette variable serait facilement extraite lors de la mise en situation du stagiaire qui va comparer l’activité à laquelle il se livre avec le logiciel et les représentations qu’il a de la même activité faite en classe avec des élèves. Notons qu’il s’agit bien de ses représentations et non du contrat didactique lui-même.

## 4. Conclusion

L'intérêt majeur de TIGRE réside dans la possibilité de placer le professeur dans une situation originale : la simulation pédagogique.

A la suite de cette première expérience, nous faisons l'hypothèse que l'utilisation de ce logiciel par les formateurs de formateurs permettra de mettre en évidence trois aspects de la pratique pédagogique ultérieure :

### **Le logiciel révèle les termes du contrat didactique**

Autrement que dans ses transgressions (donc possibilité de confronter l'enseignant au contrat didactique en l'absence d'élèves)

Révèle le poids des implicites (alignement et intersection)

### **Le logiciel permet au professeur d'anticiper sur le comportement des élèves faibles dans la matière enseignée.**

Usuellement le prof de math est un ancien bon en math, le prof de hautbois est un ancien bon en hautbois (pour ne pas écrire doué). Il n'a donc jamais vécu les difficultés que peut rencontrer un élève moyen voire faible en math ou en hautbois. La simulation avec le logiciel permet d'être confronté à une situation de faiblesse « sans risque » (c'est l'intérêt d'une simulation) en révélant au moins un précepte de Brousseau : l'incompréhension de ce qui est demandé par le logiciel (et peut être plus tard par le professeur) conduit le cherchant à avoir des comportements totalement irrationnels.

### **Le logiciel révèle le rôle de l'affectif et du non verbal dans la communication pédagogique.**

Révèle l'aspect négociation du discours dans la recherche de solution. (cf. note 1 section 3.1)

Révèle l'importance des aides informelles (cf. note 2 section 3.1).

Certes la simulation pédagogique ne remplacera jamais les cours de didactique et les situations de classes, mais elle peut se placer entre les deux. La simulation pédagogique n'évitera pas au professeur de faire des erreurs que commet tout enseignant débutant. Mais, nous faisons l'hypothèse qu'elle lui permettra peut être d'y faire face plus rapidement et de façon plus efficace.

Des scénarios expérimentaux permettant de valider ces hypothèses sont en cours d'élaboration, c'est la phase suivante du travail qui nous reste à réaliser.