



**HAL**  
open science

# Élaboration de situations d'apprentissage : une proposition de mise en œuvre dans le cadre d'une approche pluridisciplinaire

Jean-François Hérold

## ► To cite this version:

Jean-François Hérold. Élaboration de situations d'apprentissage : une proposition de mise en œuvre dans le cadre d'une approche pluridisciplinaire . Colloque International "Les didactiques et leurs rapports à l'enseignement et à la formation", Sep 2008, Bordeaux, France. hal-01780927

**HAL Id: hal-01780927**

**<https://hal.science/hal-01780927>**

Submitted on 28 Apr 2018

**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.

1. Légitimité empirique, légitimité théorique.

## **Élaboration de situations d'apprentissage : une proposition de mise en œuvre dans le cadre d'une approche pluridisciplinaire**

**Jean-François HÉROLD**

EA 4671 ADEF  
Aix Marseille Université

[jean-francois.herold@univ-amu.fr](mailto:jean-francois.herold@univ-amu.fr)

*RÉSUMÉ : Ce texte présente une proposition d'élaboration d'une situation d'apprentissage, proposition qui s'appuie sur une approche pluri-disciplinaire et différentes hypothèses d'apprentissage. Nous décrivons d'abord le cadre théorique de référence à notre proposition, puis un exemple de tâche. Notre proposition s'inscrit pleinement sur l'axe praxéologique décrit, notre objectif étant d'apporter un éclairage utile pour mieux comprendre les élèves et par suite adapter les activités d'enseignement ou de formation.*

**MOTS-CLÉS :** situation d'apprentissage, conception, charge cognitive, activité mentale.

*ABSTRACT : This article presents a proposal to elaborate learning situations on basis of a multi-disciplinary approach and different learning hypotheses. First, we describe the theoretical framework that introduces our proposal, second an example of an activity. Our proposal is fully on the axis described (axis B). Our goal is to bring useful in sights to better understand the students ant then align the activities of education.*

**KEYWORDS :** learning situation, conception, cognitive load, mental activities.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES MAJEURES :

Bastien C, Bastien-Toniazzo M. (2004). *Apprendre à l'école*. Paris : Armand Colin.

Giordan A. (1998). *Apprendre !* Paris : Belin.

Johsua S., Dupin J.J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Collection Premier Cycle. Paris : Presses Universitaires de France.

Tricot A. (2003). *Apprentissage et recherche d'information avec des documents électroniques*. Mémoire HDR. Toulouse : Université de Toulouse le Mirail, 198 p.

## 1. Introduction

Actuellement, le travail de l'enseignant dans sa classe apparaît essentiellement comme une activité adressée et instrumentée, qui consiste à organiser la classe comme un milieu de travail qui mobilise un collectif d'élèves (Saujat, 2002), activité principalement consacrée à la transmission de connaissances. Mais, le modèle transmissif des connaissances de l'enseignant vers l'élève est trop restrictif et ne profite ainsi qu'à peu d'élèves. Le système éducatif en voulant maintenir le modèle d'une excellence scolaire longtemps réservée à une élite se doit de s'ouvrir à tous les élèves (Rayou & Van Zanten, 2004).

De plus, on peut faire aujourd'hui le constat d'un savoir scolaire qui s'est fortement désolidarisé du savoir des élèves, ces derniers étant assaillis dans notre société par de nombreuses et diverses sources de savoirs, mais de nature totalement différente du savoir scolaire : pour les élèves, ce qu'ils apprennent à l'école n'est pas ce qu'ils voient dans la société (Papert, 2003).

Alors, l'enseignant ne peut plus se contenter de distribuer la connaissance. Il doit créer des situations qui favorisent les conditions de l'apprendre, les facilitent, et ce non plus en détenteur du savoir, mais en jouant le rôle de « catalyseur », de « déclencheur » de processus (Giordan, 1998).

Pour cela, il est nécessaire d'apporter à l'enseignant les éléments qui lui permettront de caractériser précisément les situations d'apprentissage qu'il cherchera à mettre en œuvre. Or, de nombreux travaux permettent effectivement de donner une légitimité théorique aux didactiques et de fournir suffisamment d'éléments de caractérisation des situations d'apprentissage. Mais si ces travaux trouvent une certaine légitimité au sein de la communauté scientifique, les obstacles sont encore nombreux pour que l'enseignant, dans sa pratique quotidienne, puisse s'approprier ces multiples ressources. Ce en raison du fait que trop souvent les résultats présentés par ces disciplines sont peu compréhensibles, souvent peu accessibles matériellement, peu diffusés auprès des enseignants donc peu connus de ces derniers. Néanmoins les enseignants sont en attente de solutions, de ressources pour élaborer leurs situations d'enseignement<sup>1</sup>. Il s'avère alors nécessaire de faire converger l'un vers l'autre, le chercheur et ses modèles théoriques, l'enseignant qui doit préparer son cours en pensant à ses élèves. Car si les enseignants sont loin de partager l'idée qu'ils font fonctionner un système didactique complexe qui se noue certes autour des savoirs, mais qui comprend aussi de multiples logiques d'action parfois antagonistes (Perrenoud, 1999), les articles de recherche présentent, trop souvent, le défaut de décrire des généralités qui ne vont guère aider les enseignants dans l'élaboration de leurs situations d'apprentissage (Giordan, 1998).

Nous posons qu'il existe une littérature importante sur la description et la catégorisation des situations d'apprentissage (Tricot, 2003), et nous reprenons la proposition de Linard (2001) à savoir qu'il est impossible de médiatiser efficacement l'acte d'apprendre sans un cadre de référence qui intègre en un système global cohérent les acteurs et leur activité, la nature des contenus et des savoirs à acquérir, les circonstances de la tâche. On ne peut en effet prétendre aider les élèves à apprendre sans tenir compte des caractères spécifiques de l'apprentissage scolaire (Lagrange, 2000), et on ne peut aider vraiment les élèves sans une bonne compréhension des fondamentaux de leur démarche d'apprentissage (Bastien & Bastien-Toniazzo, 2004).

Il est donc nécessaire de connecter les résultats des travaux de recherche aux « savoirs d'expérience » établis par les enseignants dans leurs situations d'enseignement.

Nous faisons alors une proposition pour élaborer une situation d'apprentissage, proposition que nous souhaitons accessible. Nous présenterons ensuite un exemple de mise en œuvre

---

<sup>1</sup> L'auteur anime dans son lycée un atelier de réflexion pédagogique pour lequel il a présenté un certain nombre de résultats de travaux de didactique, de psychologie cognitive. Les collègues enseignants qui participent à ces rencontres ont tous fortement exprimé le besoin d'accéder à de « nouvelles ressources » pour pouvoir enseigner autrement ...

expérimentale de cette proposition auprès d'élèves de cinquième de collège dans le cadre de leur cours de mathématiques.

## 2. Élaborer une situation d'apprentissage : proposition.

Traditionnellement, la situation didactique se structure autour de trois composantes que sont les élèves avec une structure cognitive particulière, l'enseignant avec son idéologie privée, le savoir soumis à la transposition didactique (Johsua & Dupin, 1993).

Si on privilégie une approche pluridisciplinaire de la situation didactique (Vergnaud & Plaisance, 2001 ; Lebeaume, 2004; Lebahar, 2007), une situation d'apprentissage est un ensemble d'interactions entre plusieurs éléments, à savoir un élève avec son profil cognitif, d'autres élèves, des connaissances à faire acquérir, le matériel qui sera support à l'apprentissage, un enseignant, un environnement (social et/ou matériel). Il y a donc nécessité d'une meilleure convergence, pour reprendre les termes de Brousseau (2007), entre la psychologie cognitive, la didactique et la sociologie dans la conception de situations d'apprentissage.

Certains éléments ou certaines de ces interactions peuvent être caractérisés par la psychologie cognitive (théories d'apprentissage à orientation constructiviste), la psychologie du développement (principe du fonctionnement inhibiteur de la mémoire dans le processus d'apprentissage), la psychologie sociale. D'autres, par la didactique ou les sciences de l'éducation. De ces tentatives de caractérisation par ces différentes disciplines, on peut faire le constat que l'apprentissage est facilité si la situation donne du sens aux apprentissages, permet la confrontation avec les idées des autres, fournit du savoir sur le savoir, fournit les « aides à penser » nécessaires (formulations, analogies, modèles ...), permet de mobiliser, de réutiliser les connaissances (Giordan, 1998).

Ainsi, une des voies possibles pour l'élaboration d'une situation d'apprentissage est de développer un point de vue de psychologie cognitive à l'analyse du travail de l'élève (Bastien & Bastien-Toniazzo, 2004). Pour cela, le point de départ sera alors l'élève, avec la prise en compte de son profil cognitif, de ses « conceptions<sup>2</sup> » (Joshua & Dupin, 1993; Giordan, 1998). En effet, les théories de l'apprentissage issues des travaux en psychologie cognitive insistent sur la nécessité d'un recentrage sur l'apprenant et sur son parcours d'apprentissage, donc le rôle joué dans l'acte d'apprendre par ses connaissances antérieures, ses « conceptions » (Bastien, 1997 ; Mallet, 2000 ; Tiberghien & Séjourné, 2001). Apprendre ne revient pas à entasser les informations, à accumuler les données; apprendre, c'est intégrer une nouvelle connaissance dans une structure de pensée existante (Giordan, 1998). Car, il y a, à ce jour, un consensus pour affirmer que l'on apprend à partir de ce que l'on sait déjà (Tiberghien, 2003). De ce fait, un point de départ possible pour la conception d'une situation d'apprentissage sera de partir d'une analyse du fonctionnement cognitif de l'élève afin d'identifier les connaissances pertinentes à activer qui serviront d'ancrage à la connaissance nouvelle (Bastien & Bastien-Toniazzo, 2004). Mais si il est nécessaire de prendre en compte l'élève et ses connaissances antérieures, il faut aussi définir dans quelle situation la connaissance pourra être médiatisée.

Classiquement, on peut dire qu'il existe trois grands types de situation d'apprentissage à l'école (Tricot, 2003) : l'apprentissage par instruction (cours magistral, lecture de textes ...), l'apprentissage par l'action (exercices, travaux pratiques ...) et l'apprentissage par la découverte (travaux personnels encadrés, exposés ...). Pour chacune de ces situations, l'élève sera amené à produire des activités mentales différentes : compréhension d'un discours, d'un texte ; répétition d'une action pour la rendre plus efficace, voire l'automatiser ; explorer un espace-problème en élaborant des hypothèses. Toutes ces activités mentales sont plus ou moins coûteuses cognitivement, c'est-à-dire qu'elles demandent, à l'élève, de s'adapter, de modifier ses conceptions, de traiter parfois des sources d'information multiples. On peut donc dire que toute activité cognitive a un coût qui va limiter la capacité de traitement de la situation par l'élève (Sweller & Van Merriënboer, 2005). Ainsi, parfois, la réalisation d'une tâche

<sup>2</sup> Voir Tiberghien (2004) pour une proposition de définition.

d'apprentissage, le traitement du matériel qui la compose, sont tellement coûteux cognitivement, que celui qui doit apprendre consacre toutes ces ressources à la réalisation de la tâche, il ne lui en reste plus pour apprendre donc, il n'apprend pas (Tricot, 2003) .

Il faut alors analyser la tâche d'apprentissage proposée à l'élève dans le cadre de la situation retenue (nécessité ou non de produire de nombreux raisonnements, d'avoir ou pas à maintenir en focus attentionnel de nombreux éléments, d'avoir ou pas à traiter des sources d'informations disparates ...), afin d'en réduire le coût cognitif soit par une modification de la tâche, soit par une modification du matériel. On peut ainsi libérer des ressources cognitives et donc permettre l'apprentissage (Tricot, 2003).

L'élaboration de raisonnements est très coûteuse cognitivement. Pour certains élèves en difficulté, le recours à une procédure plus ou moins bien apprise peut l'être également. Il y a donc nécessité de guider l'élève dans ses actions, dans les différentes étapes de l'élaboration de son raisonnement ou de l'exécution de sa procédure. Ce guidage dans l'aide à la planification ira en diminuant afin que l'élève puisse apprendre (Hoc, 1987 ; Renkl, Atkinson & Maier, 2000). Car si l'élève est « auteur » de son apprentissage, si on peut jamais apprendre à sa place, néanmoins il ne peut apprendre seul (Giordan, 1998). Il faut ainsi lui fournir un feed-back immédiat à la remise en cause de ses conceptions, à ses actions, mais il ne faut pas non plus l'empêcher d'apprendre par un guidage trop « soutenu » et le laisser « auteur » de son apprentissage.

En résumé, pour élaborer une situation d'apprentissage à l'école, il faudrait pouvoir :

- partir d'une analyse du fonctionnement de l'élève afin d'identifier ses ressources cognitives (connaissances antérieures, « conceptions » ...)
- définir une situation d'apprentissage par rapport à la connaissance visée (tâche à réaliser, matériels à traiter)
- tenter de cerner les démarches intellectuelles relatives aux processus d'apprentissage sous-tendus par la situation retenue (Weil-Barais & Lemeignan, 1993)
- élaborer les aides et les guidages possibles en allégeant la charge cognitive de la tâche d'apprentissage ou du matériel associé (documents, outils, nature des interventions de l'enseignant ou du formateur ...)
- fournir un feed-back immédiat à l'élève.

### **3. Un exemple de mise en oeuvre : l'apprentissage du traitement arithmétique des nombres relatifs en classe de cinquième de collège.**

#### **3.1 Analyse du fonctionnement de l'élève**

C'est par un travail de recueil d'observables au moyen d'un dispositif papier-crayon que cette première phase a été réalisée. Cette expérimentation a été faite auprès de 50 élèves de cinquième de Collège, répartis en deux classes ayant toute les deux le même professeur de mathématiques. Le dispositif comportait 30 exercices différents portant sur le traitement arithmétique des nombres relatifs (opérations d'addition ou de soustraction sur des valeurs entières de faible valeur). Présentés en quatre séries distinctes, la charge cognitive engendrée par les énoncés est de plus en plus importante à chaque changement de série. Sur les 1500 réponses recueillies, nous avons recensé 496 erreurs qui ont donc été analysées. Car, en effet l'erreur est un indice précieux pour analyser le fonctionnement de l'élève, contrairement à la bonne réponse qui, d'une part n'est pas nécessairement significative du fait que l'élève a effectivement acquis la connaissance visée, et d'autre part ne fournit aucune information sur la façon dont il a procédé (Bastien & Bastien-Toniazzo, 2004). Quelques exemples de résultats sont donnés en Tableau 1.

| Type de calculs proposés  | Exemple d'énoncé | Erreur la plus fréquente | Taux d'erreurs global |
|---|------------------|--------------------------|-----------------------|
| Addition de 2 nombres relatifs  | $-5 + 8$         | -13                      | 33 %                  |
| Soustraction de 2 nombres relatifs  | $14 - (-8)$      | 6                        | 48 %                  |
| Combinaison d'additions et de soustractions                                 | $-15 + 3 - 4$    | -14                      | 56 %                  |
| Combinaison d'additions et de soustractions avec parfois notion de priorité | $5 - (-3) + 2$   | 4                        | 70 %                  |

- Tableau 1 : Exemples d'erreurs.

A titre illustratif, nous proposons deux exemples d'analyse de fonctionnement de l'élève à partir des réponses erronées proposées.

A l'énoncé «  $-5 + 8$  » (exercice de la première série), un tiers des élèves répondent faux. L'erreur la plus fréquente consiste à donner le résultat « -13 » (environ 60 % des erreurs) ou « 13 » (environ 40 % des erreurs). On peut donc proposer l'interprétation suivante : à la lecture de cet énoncé, le système cognitif de l'élève interprète et mémorise dans un premier temps le symbole « - » comme étant représentatif d'un nombre négatif. Puis, dans un deuxième temps, le système cognitif de l'élève réinterprète ce qui est pour lui de l'inintelligible, le traitement arithmétique de deux nombres relatifs. Cette réinterprétation engendre un déplacement de son focus attentionnel (ensemble des connaissances directement disponibles) dans l'espace-mémoire de ses connaissances, déplacement qui peut être plus conséquent qu'un déplacement de proche en proche dans l'interprétation d'une situation. Le système cognitif, dans sa réinterprétation de la situation, retient alors le schème de l'addition, meilleur candidat car étant bien plus familier. Dans l'élaboration de la réponse, l'élève effectue donc l'addition de 5 avec 8 ce qui donne bien 13. S'il a gardé la trace de la première représentation il ajoute un signe « - » devant son résultat. Dans le cas contraire, il répond simplement 13. Le traitement statistique des données a permis de mettre en évidence deux groupes d'élèves en difficulté : un premier groupe qui maîtrisait l'addition de deux nombres relatifs et « gardait » la trace de la représentation du signe moins, un deuxième groupe qui ne maîtrisait pas l'addition de deux nombres relatifs et « perdait » la trace de la représentation du signe moins.

Le deuxième exemple proposé correspond à l'énoncé «  $5 - (-3) + 2$  » (exercice de la quatrième série) pour lequel 70 % des élèves répondent faux, l'erreur la plus fréquente consistant à répondre « 4 ». Dans ce cas, il s'agissait d'une opération à deux opérateurs différents et trois opérands pas toutes du même signe. La charge cognitive supportée par le système cognitif de l'élève à la lecture de l'énoncé est donc bien plus grande que pour l'exemple précédent. Ici, la réinterprétation par le système cognitif de l'élève l'amène, ainsi, à proposer le schème du regroupement, traditionnellement très « ancien », donc très familier. La procédure mise en place consiste alors, dans un premier temps, à regrouper les termes positifs, à savoir 5 et 2 ce qui donne 7, puis prendre l'opérande -3 et faire la soustraction  $7 - 3$  ce qui donne comme résultat 4.

En résumé, on peut établir que :

- dans le cas de réponses fausses, l'élève privilégie des connaissances « familières » (par exemple, l'addition) ; c'est donc une activité de récupération de connaissances en mémoire, mécanisme essentiel de toute activité cognitive (Bastien, 1997) qui est alors effectuée ; pour respecter la consigne (faire l'opération demandée), l'élève applique une connaissance antérieure, certes inappropriée, mais qui lui permet de répondre
- si la charge cognitive induite par l'énoncé est très importante alors le système cognitif de l'élève a recours à des connaissances « très familières », donc traditionnellement plus « anciennes » (par exemple, regrouper des « termes identiques »)

- plus globalement, on peut constater que le taux d'erreurs augmente avec la charge cognitive induite par la nature de l'énoncé (voir Tableau 1).

L'analyse des réponses des élèves nous a donc permis de comprendre quel était le fonctionnement des élèves lorsqu'ils étaient confrontés à des problèmes de traitement arithmétique de nombres relatifs : n'ayant pas construit la connaissance fonctionnelle adéquate, ils ont recours à des connaissances antérieures, pas toujours appropriées, mais qui leur permettent de répondre (procédure qu'il faudra donc inhiber en leur proposant de construire la connaissance fonctionnelle adéquate). Le recueil d'observables nous a également permis d'identifier les connaissances antérieures valides pour la mise en œuvre de notre outil informatisé d'aide à l'apprentissage comme la connaissance de l'ordre des nombres, l'utilisation d'un axe gradué, la maîtrise de l'addition sur des opérands de faible valeur<sup>3</sup>.

## **3.2 Situation d'apprentissage retenue : apprentissage par l'action avec utilisation d'un outil informatique (mise en œuvre du guidage, des aides ; mise en œuvre du feed-back).**

### ***3.2.1 Élaboration de la situation.***

L'analyse du fonctionnement de l'élève confronté à une situation de traitement arithmétique des nombres relatifs a montré que pour l'élève la fonctionnalité de l'opérateur «-» n'est pas perçue comme elle devrait l'être, à savoir la relativisation d'un nombre par rapport à un autre nombre. Nous allons essayer de donner à l'élève les outils nécessaires à la construction de cette fonctionnalité (construction de la connaissance fonctionnelle). Pour cela, un outil informatisé d'aide à l'apprentissage a été conçu et réalisé spécifiquement. Il s'agit de tenter d'opérationnaliser la fonctionnalisation du signe devant un nombre, c'est-à-dire, apprendre aux élèves à relativiser ce nombre par rapport à un autre nombre selon la valeur du ou des signes le précédent. Il s'agit donc là, à travers une manipulation expérimentale (l'utilisation de notre outil informatisé) de modifier la « conception » des élèves qu'ils ont sur la sémantique du signe moins (symbole de l'opération de soustraction ou symbole d'un nombre négatif ?). Cet obstacle sur l'interprétation symbolique de l'opérateur moins est laissé à la charge de l'élève dans l'enseignement, ce qui peut expliquer en partie pourquoi l'apprentissage des nombres relatifs au collège pose problème (APMEP, 1990). La didactique se donnant comme projet, non d'éliminer toute les difficultés, mais de permettre un choix raisonné de celles qu'on va traiter (Johsua & Dupin, 1993), la stratégie que l'on met en place est alors de dépasser l'obstacle.

Pour cela, nous proposons à l'élève une situation avec outil informatique qui consiste à effectuer des opérations arithmétiques simples (additions ou soustractions) sur des nombres relatifs, en s'appuyant sur le déplacement d'un curseur sur un axe gradué : à une valeur numérique donnée d'une opérande correspond un certain déplacement du curseur sur l'axe gradué, le sens de déplacement étant fonction du ou des signes précédent ce nombre.

L'outil d'aide comporte plusieurs fenêtres. La première est une fenêtre de présentation du pourquoi de l'outil dont l'objectif est d'expliquer à l'élève, par l'intermédiaire d'un texte court l'intérêt et le pourquoi de ce nouvel outil qu'on lui propose d'utiliser : appréhender de façon différente la notion de nombres relatifs qu'il a déjà vue en cours avec son professeur. Le deuxième écran a pour but d'acquérir des informations concernant l'élève, de façon à renseigner la table « élèves » de la base de données du dispositif. De plus, le fait de « s'identifier » à la machine en donnant son nom, son prénom et sa classe, peut amener l'élève à s'impliquer plus fortement dans l'utilisation de l'outil (notion de modification du « contrat didactique » (Chevallard, 1991), passé ici implicitement entre l'élève et l'enseignant. La troisième fenêtre correspond à une séquence de pré-évaluation des connaissances de l'élève sur le traitement des nombres relatifs. L'élève est amené à faire une série d'exercices à faible niveau de difficulté (un

<sup>3</sup> Pour de plus amples détails, on pourra consulter Hérold (2006).

seul opérateur et deux opérandes) avec la possibilité de choisir l'énoncé de l'exercice parmi ceux proposés, de revenir en arrière, de donner plusieurs réponses à un même exercice. Les seules contraintes imposées ici par le « tuteur » du logiciel sont l'obligation d'une réponse à chaque exercice et la validation d'un nombre minimal d'exercices. Chaque réponse de l'élève est sauvegardée dans la table « élève » qui lui correspond. Une fois sa série d'exercices terminée, une fenêtre d'analyse de ses résultats s'ouvre et lui donne le nombre de bonnes réponses accompagné d'un message toujours positif (mise en œuvre du feed-back). La fenêtre suivante correspond à la phase d'apprentissage. L'interface de cette fenêtre propose à l'élève un énoncé d'exercice, un texte informatif situé dans une bulle, correspondant à un message court et directif propre à l'action à accomplir par l'élève à un instant donné de la procédure de mise en œuvre. Le « tuteur » n'autorise qu'une seule action possible au niveau de l'interface (faible charge cognitive). De ce fait, chaque étape de la procédure à réaliser par l'élève pour déterminer la réponse à l'exercice est guidée par le « tuteur » qui affiche la bulle de message adéquat à l'instant donné et à l'endroit de l'interface-utilisateur concerné, valide les boutons de l'interface nécessaires à la mise en œuvre de l'action tout en interdisant ceux qui n'entrent pas dans cette mise en œuvre (aide à la planification). La durée de la phase d'apprentissage dépend des résultats de l'élève en pré-évaluation et est déterminée par le diagnostic effectué par l'outil informatique. Enfin, une fois le travail d'apprentissage effectué par l'élève, le tuteur propose à l'élève un travail d'évaluation qui s'appuie sur une fenêtre identique à la pré-évaluation et qui reprend les principes de fonctionnement. De la même façon, une fenêtre d'analyse de ses résultats en post-évaluation est affichée.

En résumé, la situation proposée doit pouvoir modifier la conception des élèves sur la sémantique du signe moins en leur permettant de construire une connaissance fonctionnelle sur la relativisation d'un nombre par rapport à un autre nombre suivant la nature du signe qui précède ce nombre, situation qui s'appuie sur un outil informatisé proposant une activité d'apprentissage à faible charge cognitive et permettant la mise en œuvre d'une aide à la planification de la tâche d'apprentissage. La situation, grâce à l'outil informatisé, permet également de fournir un feed-back à l'élève tant au niveau de ses actions qu'au niveau de ses réponses, ce qui permet à l'élève de recevoir une information pertinente alors qu'il est encore engagé dans sa procédure de résolution.

### **3.2.2 Principaux résultats, discussion.**

24 élèves d'une classe de cinquième de collège ont expérimenté notre outil informatisé d'aide à l'apprentissage du traitement arithmétique des nombres relatifs. L'expérience a été réalisée après le cours de leur professeur de mathématique. Les élèves ont travaillé en salle informatique, 1 élève par poste, pendant une durée de 40 minutes. La séquence se déroule en trois phases : une phase de pré-évaluation pendant laquelle l'élève effectue des exercices sur les relatifs en essayant d'appliquer les règles enseignées par leur professeur, une phase d'apprentissage de durée variable en fonction des résultats obtenus lors de la phase précédente, et une phase de post-évaluation. Tous les résultats des exercices sont saisis informatiquement et mémorisés sur la machine.

Le taux d'erreurs moyen en pré-évaluation est de 56 %, ce qui correspond à un niveau de classe relativement faible mais en accord avec la propre évaluation de leur professeur : ce n'est donc pas l'activité en elle-même qui les pénalise. Le taux d'erreurs moyen en post-évaluation est de 37 % : on peut donc dire que l'utilisation de l'outil informatisé a permis aux élèves de bien progresser dans le traitement arithmétique des nombres relatifs, d'autant que la durée d'utilisation de l'outil a été finalement relativement courte (la durée de l'apprentissage a en fait duré entre 10 et 15 minutes suivant le résultat des élèves en pré-évaluation).

L'analyse des résultats-élèves montre que pour 67 % d'entre eux leur réussite est bien meilleure en post-évaluation et sont donc en progression parfois très nette comme par exemple l'élève qui fait 12 fautes en pré-évaluation et 1 faute en post-évaluation. Ils sont 9 élèves à doubler ou plus



que doubler leur nombre de bonnes réponses en post-évaluation. 2 élèves seulement ont une performance moins bonne en post-évaluation.

#### 4. Conclusion

Une situation d'apprentissage constitue un système dynamique, à la plasticité changeante, qui présente peu d'invariants, où les relations sont multiples, changeantes. Il ne peut alors y avoir une méthode d'enseignement qui soit universelle, applicable à tous les élèves, viable à tout moment, quelle que soit la situation (Giordan, 1998).

Néanmoins, les résultats des travaux en didactiques, en psychologie cognitive, en science de l'éducation sont suffisamment nombreux pour aider à l'amélioration des pratiques d'enseignement. Nous avons ainsi fait une proposition de conception de situations d'apprentissage qui s'appuie entre autres sur deux postulats de base qui sont d'une part le fait que l'élève est le propre acteur de son apprentissage, d'autre part le fait que les connaissances initiales de l'élève jouent un rôle fondamental dans son apprentissage (Tiberghien & Séjourné, 2001). La mise en œuvre se décline en plusieurs étapes : analyse du fonctionnement de l'élève, définition d'une situation d'apprentissage, description des processus cognitifs mis en œuvre par l'élève pour intégrer la ou les nouvelle(s) connaissance(s) visée(s), conception des moyens d'apprentissage afin qu'ils soient le moins coûteux cognitivement.

Pour chacune de ces étapes, la littérature peut fournir un certain nombre d'éléments à leur mise en œuvre ; nous en avons présenté quelques uns. D'autres sont encore à découvrir, comme par exemple le rôle joué par les facteurs conatifs dans l'apprentissage à l'école, domaine encore peu exploré par la recherche même si il y a consensus pour admettre le lien entre cognition et émotion.

Les ressources existent, même si elles sont à développer. Nous l'avons montré. Encore faut-il faire l'effort pour lever les obstacles de leur diffusion auprès des enseignants et sous une forme qui leur permettent une réelle capitalisation afin d'améliorer véritablement leurs pratiques d'enseignement.

#### 5. Bibliographie.

- APMEP (1990). Evaluation du programme de mathématiques. IREM de Besançon. Publication n° 84. Université de Franche-Comté.
- Bastien C. (1997). *Les connaissances de l'enfant à l'adulte*. Paris : Armand Colin.
- Bastien C., Bastien-Toniazzo M. (2004). *Apprendre à l'école*. Paris : Armand Colin.
- Brousseau G. (2007). Introduction à une étude des situations et des champs conceptuels. In M. Merri (Ed). *Activité humaine et conceptualisation : questions à Gérard Vergnaud*. Toulouse : Presses Universitaires du Mirail.
- Chevallard Y. (1991). *La transposition didactique*. Editions La Pensée Sauvage.
- Giordan A. (1998). *Apprendre!*. Collection Débats. Paris : Belin.
- Hérolf J.F. (2006). *Fonctionnalisation des connaissances et EIAO : conception et validation d'un logiciel d'aide à l'apprentissage des mathématiques au collège*. Thèse de doctorat. Université de Provence. 210 p.
- Hoc J. M. (1987). *Psychologie cognitive de la planification*. Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.
- Johsua S., Dupin J.J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Collection Premier Cycle. Paris : Presses Universitaires de France.
- Lagrange J.B. (2000). *Approches didactique et cognitive d'un instrument technologique dans l'enseignement. Le cas du calcul formel au lycée*. Document pour l'Habilitation à Diriger des Recherches. Université de Paris VII, 158 p.

- Lebeaume J. (2004). Evaluer, certes, mais que faire apprendre ? Le cas des compétences notionnelles en technologie au collège. *Actes du colloque Finalité(s) et Evaluation (s) en Education Technologique*. Paris : AEET/STEF/IUFM Paris.
- Lebahar J.C. (2007). *La conception en design industriel et en architecture : désir, pertinence, coopération et cognition*. Paris : Hermès.
- Linard M. (2001). Concevoir des environnements pour apprendre : l'interaction humaine, cadre de référence. *Sciences et Techniques Educatives*. Volume 8, n° 3-4.
- Mallet J. (2000). Globalisation et nouvelles technologies : de nouveaux enjeux pour les universités. *5° Biennale, avril*.
- Papert S. (2003). Vingt-cinq ans d'EIAH. Entretien. *Colloque EIAH, Strasbourg*, Paris : INRP/EPI, 21-30.
- Perrenoud P. (1999). *Du concret avant toute chose ... ou comment faire réfléchir un enseignant qui veut agir*. Document [http. Téléchargé le 14 avril 2007.](http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/textes.html)
- Rayou P., Van Zanten A. (2004). *Enquête sur les nouveaux enseignants*. Paris : Bayard.
- Renkl A., Atkinson R., Maier U. (2000). From studying examples to solving problems : fading worked-out solution steps helps learning. *Proceedings of the 22<sup>nd</sup> Annual Conference of Cognitive Science Society*. 393-398
- Saujat F. (2002). *Ergonomie de l'activité enseignante et développement de l'expérience professionnelle : une approche clinique du travail de professeur*. Thèse de doctorat. Université de Provence.
- Sweller J., Van Merreinboer J.G. (2005). Cognitive load theory and complex learning : recent developments and future directions. *Educational Psychology Review*. Volume 17, n°2, juin.
- Tiberghien A., Séjourné A. (2001). Conception d'un hypermédia en physique et étude des activités des élèves du point de vue de l'apprentissage. *Hypermédiat et Apprentissage, Actes du 5° colloque, Grenoble*. Paris : INRP/EPI, 103-118.
- Tiberghien A. (2003). Des connaissances naïves au savoir scientifique. In *Les sciences cognitives et l'école*, M. Kail et M. Fayol (eds). Paris : Presses Universitaires de France.
- Tiberghien A. (2004). Causalité dans l'apprentissage des sciences. *Intellectica*. 69-102.
- Tricot A. (2003). *Apprentissage et recherche d'information avec des documents électroniques*. Mémoire HDR. Université de Toulouse, 198 p.
- Vergnaud G., Plaisance E. (2001). *Les sciences de l'éducation*. Editions La Découverte.
- Weill-Barais A., Lemeignan G. (1993). *Construire des concepts en physique*. Collection Hachette Education. Paris : Hachette.