

## **La modélisation : l'apport des logiciels éducatifs<sup>1</sup>**

### **Introduction**

La question de la place des logiciels éducatifs dans les activités d'enseignement constitue un enjeu important. Les logiciels éducatifs destinés à l'enseignement de la physique sont étudiés du point de vue de leur apport, pour la formation des élèves de l'enseignement secondaire, aux démarches de modélisation.

Un certain nombre d'auteurs défendent l'idée que l'animation virtuelle ne se substitue jamais à la réalité, mais la supporte, l'enrichit et la rend plus visuelle (Nonnon, 1998). L'ordinateur constitue aussi un outil pour construire un monde entre l'approche expérimentale et l'approche théorique (Séjourné & Tiberghien, 2001). Nous considérons que la réalisation d'expériences avec un logiciel est complémentaire à la réalisation d'expériences « réelles » dans l'enseignement de la physique (Smyrnaio, Ferret, Weil-Barais, 2003). Néanmoins, il reste à préciser comment l'enseignant doit combiner expériences « réelles » et expériences avec un logiciel. Compte tenu de la place centrale des expériences réelles dans l'enseignement de la physique et du fait que les logiciels peuvent aider à mettre en relation la réalité et la théorie, quelle peut être la place de l'utilisation du logiciel par rapport aux expériences réelles? Cette recherche propose des éléments empiriques pour éclairer cette question.

### **Objectifs et méthode**

La place des expériences avec ordinateur par rapport aux expériences « réelles » est étudiée à partir de trois questions.

-Pour une même situation, dans laquelle l'élève peut réaliser une expérience « réelle » (avec des objets) et une expérience avec un logiciel, quel ordre d'utilisation de ces deux types de dispositif sera le plus favorable à l'apprentissage ?

-Cet ordre diffère-t-il en fonction du niveau scolaire des élèves ?

---

<sup>1</sup> Remerciement. Le travail rapporté a été effectué dans l'armature de l'IST-School du projet IST-2000-25385 "ModellingSpace" de demain, directeur A. Dimitracopoulou de projet de l'université Aegean. À ce projet participent l'université de l'Aegean, (GR), l'université de Patras (GR), l'université de Mons-Hainaut (b), la nouvelle université de Lisbonne (PT), l'université d'Angers et SchlumbergerSema (PS).

-Cet ordre est-il influencé par le statut des représentations (formelles ou figuratives) ?

Dans la mesure où nous considérons que la modélisation est fondamentale dans les sciences physiques, cette recherche porte sur des logiciels de modélisation (cf. Lemeignan & Weil-Barais, 1993 ; Dimitracopoulou et al., 1999 ; Komis et al., 2001). La situation expérimentale choisie est le plan incliné car il s'agit d'une situation facile à concevoir par les élèves les moins âgés et pouvant être réalisée avec les objets réels et les logiciels.

Afin de déterminer l'ordre d'utilisation des dispositifs le plus favorable, les élèves sont invités d'une part à réaliser des expériences avec des objets et d'autre part, à travailler sur ces mêmes expériences avec le logiciel. La moitié des élèves observés, travaillent d'abord avec les objets (des objets de forme et de masse variable, des supports plus ou moins lisse), puis avec les logiciels. Pour l'autre moitié des élèves, cet ordre est inversé. Des élèves de collège et lycée ont été rencontrés afin de pouvoir étudier le rôle du niveau scolaire. Nous avons choisi deux logiciels très contrastés du point de vue des représentations impliquées. L'un est *la Physique par l'image* fondé sur la modélisation quantitative et contient des modèles formels. L'autre logiciel est *ModelsCreator* fondé sur différentes modélisations quantitatives, semi-quantitatives et qualitatives. Il présente différents modèles figuratifs et plusieurs systèmes symboliques.

Nous avons construit un protocole d'entretien individuel permettant de guider l'élève pour chaque expérience et de cerner la conceptualisation que font les élèves de l'expérience. 93 élèves des classes de collège et lycée ont été interrogés individuellement. Les questions posées ont été élaborées en référence aux deux fonctions d'un modèle qui nous semblent essentielles : les fonctions épistémiques (expliquer, comprendre) et les fonctions pragmatiques (le contrôle des expériences en termes de prédiction : que va-t-il se passer ?, de calcul et de conception : comment faire pour ?). Les questions sont un peu différentes selon le type de matériel employé (les élèves doivent manipuler, expliquer, décrire des manipulations, décrire leurs connaissances, etc.). Toutefois l'objectif est le même, cerner la conceptualisation que font les élèves de l'expérience.

## **Resultats**

Cette recherche s'intéresse à l'apport de l'utilisation de logiciels dans l'enseignement des sciences physiques. Elle porte spécifiquement sur l'apprentissage de la modélisation puisqu'il s'agit d'un processus au cœur des sciences physiques.

Avec le logiciel *La physique par image*, nous avons constaté que l'ordre d'utilisation du logiciel influence les réponses des élèves (logiciel en premier ou en second). Toutefois, cela n'est pas valable pour toutes les questions et dépend du niveau scolaire.

Peu de différences apparaissent quand la question posée concerne la connaissance (expliquer le mouvement). Cependant, les réponses diffèrent dans le cas des manipulations (faire en sorte que l'objet puisse déplacer). En effet, les actions des élèves sont plus précises avec le logiciel (augmenter l'angle, augmenter la force, modifier la masse, etc.) qu'avec les objets (description des manipulations, des constats, conceptualisation de la situation, etc.). Ceci semble cohérent par rapport au dispositif de la recherche. Les questions de connaissances sont moins influencées par le matériel à disposition des élèves que les questions impliquant une action directe sur le matériel.

L'utilisation préalable du logiciel ne semble pas avoir le même effet sur les élèves de section scientifique et sur les élèves de collège et seconde. La plupart des élèves de section scientifique fournissent des descriptions plus riches (précises et évoquant les concepts et les principes de la physique) lorsqu'ils ont préalablement utilisé le logiciel et qu'ils doivent réaliser une action. Ce résultat peut être expliqué par la maîtrise du système de formalisation implanté dans le logiciel. Il semble ainsi que lorsque les élèves maîtrisent préalablement le système de formalisation implanté dans le logiciel, l'utilisation du logiciel les incite à faire usage de ce système, ce qu'ils font moins lorsqu'ils sont confrontés d'emblée avec le matériel. En somme, pour ces élèves déjà avancés dans l'apprentissage de la physique, l'usage du logiciel leur permet de mobiliser leurs connaissances pour appréhender les situations expérimentales. Pour les autres élèves, le système formel qu'ils sont invités à utiliser ne leur permet pas de modifier leur description des phénomènes.

L'utilisation du logiciel *ModelsCreator* influence les réponses des élèves lorsqu'ils sont ensuite confrontés aux objets. En effet, la plupart des élèves qui ont préalablement expérimenté avec *ModelsCreator* utilisent ensuite les propriétés des entités présentes dans le logiciel comme le type de route, l'angle, la masse (etc.) lorsqu'ils réalisent l'expérience avec les objets. Ces notions apparaissent « en toute lettre » dans le logiciel. A l'inverse, les élèves qui n'ont pas encore réalisé l'expérience avec le logiciel décrivent phénoménologiquement les manipulations et les événements perçus. Le logiciel a des effets bénéfiques. On peut l'expliquer par la visualisation des entités, des propriétés et des relations. Dans le logiciel, les entités sont sous une forme imagée et les propriétés sont désignées par des mots et non pas de manière formelle. La visualisation des entités (variables), des propriétés et des relations

proposée dans le logiciel 'ModelsCreator' aide les élèves à conceptualiser de manière analytique les situations, et ceci dès le collège. On peut penser que le logiciel permet aux élèves de passer d'une représentation phénoménologique à une représentation en termes de concepts physiques. Le rôle de la visualisation a été déjà signalé par Teodoro (1997) ainsi que par Komis et al. (2001).

### **Conclusion**

La comparaison des conduites des élèves avec les deux logiciels met en évidence la nécessité d'une mise en relation entre les aspects de la réalité, leur conceptualisation et les représentations symboliques de celles-ci. L'apprentissage de la physique repose de fait sur ce type de mise en relation. L'usage des logiciels peut faciliter ces mises en relation, à condition qu'il intervienne conjointement avec la réalisation concrète d'expériences surtout pour les élèves de collège qui ne maîtrisent pas encore les outils de formalisation.

### **Bibliographie**

Dimitracopoulou A., Komis V., Apostolopoulos P., Politis P. (1999). Design principles of new modelling environment for young students, supporting various types of reasoning and interdisciplinary approaches, in S. Lajoie & M. Vivet (Eds), *Artificial Intelligence In Education, Open Learning Environments: New Computational Technologies to Support Learning Exploration and Collaboration, Proceedings 9<sup>th</sup> International Conference on Artificial Intelligence in Education*, Le Mans, France, IOS Press, p. 109-120.

Komis V., Dimitracopoulou A., Politis P., Avouris N. (2001). Expérimentations sur l'utilisation d'un logiciel de modélisation par petits groupes d'élèves, *Sciences et techniques éducatives*, 8, 1-2, p.75-86.

Lemeignan G., Weil-Barais A. (1993). *Construire des concepts en physique; l'enseignement de la mécanique*, Paris: Hachette.

Nonnon P. (1998). Intégration du réel et du virtuel en science expérimentale, *Huitièmes Journées nationales informatique et pédagogie des sciences physiques*, UDP-INRP, p. 133-138.

Séjourné A., Tiberghien A. (2001). Conception d'un hypermédia en physique et étude des activités des élèves du point de vue de l'apprentissage, *Pré-actes du 5e Colloque Hypermédias et apprentissages*, p.45-56.

Smyrnaioi Z., Ferret S., Weil-Barais A. (2003). « L'enseignement scientifique ne peut-il être que virtuel ? ». In *Les Technologies de l'information et de la communication : mutations dans la formation scientifique universitaire (CIRUISEF)*, Colloque, Dakar, 17-21 Mars.