

Intégration des simulations dans un cours de physique

L'utilisation des outils informatiques dans le domaine de l'enseignement, et même dans tout domaine professionnel, est de plus en plus importante et les connaissances scientifiques divulguées sur Internet deviennent accessibles à tous. Des cours en ligne, des exercices interactifs, des tests d'autoévaluation et surtout des laboratoires virtuels sont à la disposition du grand public. Dans certains de ces laboratoires virtuels nous retrouvons des représentations de dispositifs expérimentaux, avec une certaine simplification parfois, permettant à l'utilisateur de travailler sur ce modèle virtuel qu'on appellera simulation¹, d'en modifier certains paramètres et de faire des mesures comme il le ferait dans une manipulation réelle, et sans aucune assistance spécialisée.

Les questions qui se posent sont sur la réelle efficacité de l'intégration de tels outils dans l'apprentissage : qu'est ce qu'un laboratoire virtuel pourrait apporter de plus à un apprentissage ? Pourrait-il améliorer la compréhension des étudiants de certains phénomènes ? Et surtout comment devrait se faire l'intégration de tels outils en classe et/ou dans le travail personnel pour optimiser l'apprentissage ?

Voilà les questions auxquelles nous tentons de répondre par une étude faite au Liban sur un cours de physique (optique ondulatoire).

Mode d'intégration des simulations

Des simulations de phénomènes relatifs à l'optique ondulatoire (*interférences, diffractions, interféromètres...*) ont été proposées à des étudiants suivant un cours d'optique ondulatoire plus ou moins avancé en 1^{ère} et 2^{ème} année de physique, maths, ou en classes préparatoires. Ces simulations ont été proposées au cours ou à la fin de l'enseignement, en travaux dirigés ou en travail personnel.

Méthode de préparation des compléments de cours simulés

En respectant le plan des différents cours proposés, nous avons fait des recherches sur Internet afin de trouver des simulations présentant des illustrations aux contenus. Le choix final des applets a été fait avec l'enseignant du cours, en prenant en compte :

- La validité du modèle proposé ;
- La correspondance entre le modèle informatisé et le modèle proposé en cours ;
- La richesse de la simulation (paramètres variables, modèles proposés) mais tout en cherchant la simplicité de représentation et de manipulation ;
- La proximité du matériel expérimental au modèle informatisé ;

Nous avons ensuite regroupé ces applets sur une page html mis en réseaux (sur le Web ou sur WebCT) selon le plan des chapitres proposés par le cours, avec de petites explications concernant chaque applet. Lors de la visite de ces pages, les étudiants étaient guidés par des fiches que nous avons préparées et attirant leur attention sur les points importants, sur la correspondance entre les paramètres, les observations à ne pas rater. Ces visites étaient proposées en tant que travail personnel ou dans le cadre d'une séance de TD.

Avantages des simulations

Ces simulations présenteraient plusieurs avantages :

- Une aide à la modélisation ;

¹ Animations informatisées et Appliquettes Java ou Flash interactives

- une aide au passage d'un registre sémiotique à un autre (*D. Beaufiles*) :
 - Langage naturel ;
 - Formalisme mathématique ;
 - Représentation figurative ;
 - Représentation symbolique / schématique ;
 - Valeurs numériques ;
 - Courbes (graphiques) ;
 - Image ;
 - Simulation du temps.
- Des représentations de concepts inobservables en sciences :
 - trop rapides / trop lents ;
 - trop petits / trop grands ;
 - indétectable par l'œil...
- Une aide à la manipulation du matériel du matériel réel du laboratoire grâce à un entraînement à la manipulation d'un matériel virtuel ;
- Possibilité d'être responsable de la construction de ses connaissances (*constructivisme*) en ayant la possibilité d'« expérimenter » virtuellement.

Etude faite sur l'efficacité de l'intégration des simulations dans un cours

Afin d'étudier l'efficacité de l'intégration de simulations dans l'apprentissage nous avons divisé les classes concernées en 2 groupes :

- Un groupe ayant complété son cours en utilisant les simulations avec des fiches de guidage pour l'utilisation des simulations
- Un groupe témoin ayant suivi le cours sans intégration des simulations.

Après enseignement, nous avons fait un test commun (QCM + questions courtes et qualitatives) pour les 2 groupes ciblant :

- Le passage entre les registres sémiotiques ;
- La compréhension qualitative de certains phénomènes ;
- La capacité de lier les paramètres les uns avec les autres.

Il est à noter que toute étude mathématique était exclue.

Résultats :

L'exploitation des résultats des tests et la comparaison des résultats des 2 groupes nous a donné les résultats suivants :

■ Amélioration :

Une augmentation de réussite de 20 % à été constatée pour les étudiants ayant utilisé les simulations concernant les phénomènes mettant en évidence :

- L'évolution des phénomènes dans le temps
- Les phénomènes complexes (*ne se référant pas directement à une loi*)
- Les applications directes de lois ne présentant pas de proportionnalité ;

■ Pas d'amélioration :

Aucune amélioration n'a été constaté dans les application direct des lois (*exemple : $i = \lambda \cdot D / a$*)

L'introduction des simulations à un cours n'a pas, contrairement à ce qu'on pourrait le croire, un effet automatique sur la compréhension des phénomènes par les étudiants. Ce travail doit bien être encadré par l'enseignant pour que l'étudiant puisse analyser chaque activité qu'il entreprend et en tirer profit, sinon, ce travail s'arrêtera à son aspect ludique.