

HYPERMÉDIAS ET APPRENTISSAGE EN PHYSIQUE

Serge AGOSTINELLI, René AMIGUES

Le but de cet article est de présenter l'utilisation des hypermédias dans l'apprentissage de connaissances en physique. Nous présenterons une analyse qui se situe à l'articulation des recherches en didactique de la physique et de la psychologie cognitive, et nous formulerons des propositions quant à l'opérativité des hypermédias.

INTRODUCTION

Dans l'apprentissage de la physique où les élèves doivent élaborer la représentation de la situation simultanément à la construction des concepts qu'ils doivent utiliser, les hypermédias peuvent jouer un rôle déterminant. Ils autorisent différentes formes de représentations et d'actions. Celles-ci sont mises en jeu dans des situations ouvertes qui permettent une complexification de l'activité en maintenant une charge cognitive constante. Toutefois, les environnements informatiques proposés se sont rapidement développés indépendamment de l'analyse des situations réelles de formation pour lesquelles ils sont utilisés. Dès lors rares sont les réalisations informatiques qui associent conjointement l'analyse didactique et l'utilisation des hypermédias à des fins d'apprentissage. Ces problèmes s'inscrivent à la fois dans les champs de l'informatique, de la psychologie et de la didactique.

DIDACTIQUE ET PSYCHOLOGIE : UNE ARTICULATION NÉCESSAIRE

L'approche didactique étudie le processus de transmission-appropriation de connaissances spécifiques et les caractéristiques (conditions, contraintes...) des situations dans lesquelles ce processus est mis en jeu. Elle détermine le "savoir-enseigné" mis en jeu dans une situation pédagogique donnée; distingue le savoir-enseigné défini par la réalité des pratiques d'enseignement, du "savoir-savant" produit par les

spécialistes du domaine. Dès lors, l'étude des connaissances mises en jeu dans la classe ne peut se mener indépendamment de l'étude des conditions qui règlent ce jeu à travers une analyse des tâches proposées et une analyse de l'activité de l'élève. Elle nous fournit ainsi un moyen de définir : (a) les fonctions que ces différentes connaissances sont amenées à remplir selon les situations ; (b) les connaissances qui peuvent être transmises et celles que l'élève doit (re)construire.

LA TRANSMISSION-APPROPRIATION DE CONNAISSANCES SPÉCIFIQUES

L'apprentissage de la physique requiert l'utilisation de différents registres symboliques, ou langages (formules, schémas explicatifs, calculs...). Par exemple en électrocinétique, ces langages présentent les composants d'un circuit électrique et leurs relations du point de vue des lois de l'électricité. Ils permettent ainsi de déterminer les relations qu'entretiennent les concepts inscrits dans un champ conceptuel (cf: Vergnaud, 1982). Pour les élèves, la difficulté majeure consiste à coordonner ces divers registres dans une représentation fonctionnelle. Par exemple, comprendre un schéma électrique c'est relever des informations pertinentes du code graphique afin de se représenter mentalement les propriétés spatiales et non spatiales du phénomène considéré. Dès lors la difficulté pour les élèves est de construire des règles qui permettent de traduire des informations spatialement et temporellement représentées dans des relations dimensionnelles a-temporelles et non linéaires. Le passage du signifiant au signifié demeure un problème crucial pour l'apprentissage des concepts électriques. Cependant, dans l'enseignement de l'électricité ces schémas ne font pas l'objet d'un apprentissage spécifique et l'utilisation massive de schémas "prototypiques" (Amigues & Caillot, 1990) favorise chez les élèves l'élaboration de règles implicites qui guident leurs stratégies et constituent des obstacles à l'apprentissage de connaissances en électricité.

L'ANALYSE DE LA TÂCHE ET L' ANALYSE DE L'ACTIVITÉ

L'activité cognitive n'est pas directement observable. Elle est inférée à partir des traces pour réaliser la tâche (le comportement). L'analyse de la tâche définit le but et les conditions nécessaires à l'action tandis que l'analyse de l'activité décrit comment les élèves prennent en

compte les contenus pour réaliser le but. Cette distinction tâche-activité est couramment utilisée chez les ergonomes et les psychologues pour analyser les situations de travail. L'analyse de la tâche ne se réduit pas à l'analyse de l'activité, l'une n'est pas réductible à l'autre et elles ne peuvent se mener indépendamment l'une de l'autre. Cette distinction et le rapport entre ces deux types d'analyse permettent de prendre en compte les contenus qui sont effectivement traités par l'élève et ceux qui sont supposés être traités par ce dernier. Si bien que l'analyse de la tâche ne constitue pas un modèle prescriptif de l'activité et n'autorise pas la formulation d'hypothèses concernant les stratégies des élèves. En revanche elle donne l'ensemble des possibilités, et peut même permettre de prévoir le niveau de difficulté de la tâche.

Les recherches en didactique et en psychologie cognitive se rejoignent pour étudier des modèles locaux de fonctionnement cognitif d'élèves engagés dans telle ou telle activité. La psychologie nous apprend deux choses : (a) l'apprentissage dépend des contenus sur lesquels portent l'activité (par exemple, l'analyse qualitative d'une situation en physique est différente d'un raisonnement quantitatif ou calculatoire) ; (b) en sciences et particulièrement en physique, on n'apprend pas un concept indépendamment des autres concepts. L'élève doit donc apprendre le champ conceptuel dans lequel le concept est interconnecté avec les autres.

Dans cette perspective, la situation d'apprentissage présentée à l'aide d' hypermédias sera donc organisée à partir de l'analyse du contenu de la discipline considérée, et de l'analyse psychologique de l'activité de l'élève face à ce contenu.

HYPERMÉDIAS ET ACTIVITÉ DE L'ÉLÈVE

Les hypermédias peuvent constituer des outils extrêmement puissants dont il faut pouvoir contrôler et préciser les fonctions qu'ils assurent dans l'apprentissage. Ils permettent de présenter une situation dans sa complexité. Les liens entre les "cartes" ou écrans peuvent être exprimés par l'analyse didactique que l'on a pu faire du domaine. L'intérêt de tels outils dans une résolution de problème en physique réside donc dans les diverses formes de représentations et d'actions qu'ils peuvent susciter : (a) explorer différentes situations ou exemples et consulter simultanément des documents ; (b) effectuer des mesures, contrôler des résultats, les stocker... ; (c) créer et visualiser différents

modèles de simulation et évaluer leur impact, etc. Ils facilitent la navigation entre différentes situations et laissent aux élèves la possibilité de tisser des liens entre celles-ci. L'apprentissage dépend des liens conceptuels que les élèves sont capables de (re)construire mentalement et sur lesquels ils doivent travailler.

L'activité de l'élève est, dans ce contexte, constamment soutenue par la transition inter-situations. Elle offre à l'élève la possibilité de construire des outils cognitifs lui permettant d'établir des liens fonctionnels entre ces situations. Cette situation est particulièrement intéressante en sciences physiques où nous l'avons vu, l'élève doit articuler simultanément les concepts qu'il construit et la situation problème. La situation proposée lui permet ainsi de gérer, de structurer des connaissances favorisant ainsi la planification et le contrôle de l'action.

C'est de cette façon que nous avons opérationnaliser une recherche en didactique de la physique. Un logiciel conçu avec hyperCard présentait à des élèves de classe de seconde une situation de recherche de pannes dans un circuit électrique. Dans cette situation ils pouvaient réaliser des expériences, contrôler des résultats, tester leurs hypothèses, demander de l'aide à la machine ou à d'autres utilisateurs du réseau...

Cependant, si les outils hypermédias favorisent l'articulation "psycho-didactique" et permettent d'envisager les liens entre les situations selon le réseau relationnel constitutif du champ conceptuel, il reste à définir : (a) comment présenter les situations et les liens à l'élève ? (b) à quel niveau de l'activité de l'élève ces outils interviennent ils ? (c) quels sont les liens que les élèves sont susceptibles de construire compte tenu des problèmes qu'ils se posent, et de l'état d'avancement de la résolution du problème ?

CONCLUSION

L'étude de ces fonctions suppose qu'une recherche fondamentale de terrain soit menée. Cette entreprise suppose également que cette recherche soit à la fois inter-disciplinaire - qui regroupe sur un projet de recherche différents spécialistes : des informaticiens, des psychologues, des didacticiens et des praticiens - et fondée notamment sur une validation expérimentale des prototypes, sur le terrain qui permettraient de dégager et de préciser les conditions d'utilisation de cette technologie éducative. Dans cette perspective, si on veut concevoir des outils

hypermédias pertinents par rapport aux situations pour lesquelles ils ont été conçus, il faut pouvoir : (a) analyser la situation réelle dans laquelle ils seront utilisés ; (b) contrôler et préciser les fonctions qu'ils assurent dans l'apprentissage. Il convient donc de mener une analyse didactique sur l'organisation et l'utilisation des connaissances parallèlement aux analyses de la tâche et de l'activité.

Ces analyses constituent un préalable indispensable pour concevoir des outils qui permettraient aux élèves d'élaborer du sens et de nouvelles significations. Mais notre présentation propose également une autre perspective relative à ce que nous appellerons ici l'opérativité des hypermédias. En effet, le plus souvent, les hypermédias sont utilisés pour présenter des situations aux élèves et constituent une aide à l'exécution de ce que les élèves savent déjà faire. Alors que dans la perspective qui est proposée ici, les hypermédias sont utilisés comme une aide à la construction et à la dévolution de connaissances. Cette opérativité consiste précisément à articuler deux domaines de recherche : la didactique d'une discipline et la psychologie cognitive. En effet, ces outils permettent d'une part la construction de situations représentatives d'un champ conceptuel donné et, d'autre part, l'assistance à la mise en oeuvre d'une activité généralisable à une classe de problèmes. Dans cette perspective, les hypermédias ne sont pas utilisés comme une base de données mais comme des outils dont l'opérativité est définie par l'objet de recherche.

Serge Agostinelli, René Amigues

Centre Interdisciplinaire de Recherche
Apprentissage, Didactique, Evaluation (CIRADE).

29 Avenue Robert SCHUMAN
13621 Aix-en-Provence cedex 1

RÉFÉRENCES

- AMIGUES R., CAILLOT M., « Les représentations graphiques dans l'enseignement et l'apprentissage de l'électricité », *European Journal of Psychology of Education*, vol. 5, n°4, 1990, pp. 477-488.
- VERGNAUD G., « Cognitive and developmental psychology in research in mathematics education », *For the learning of mathematics*, n°32, 1982, p. 31-41.