

# Un modèle pédagogique pour le développement des compétences

*Les compétences sont des capacités de niveau supérieur, nécessaires à l'accomplissement de tâches complexes et globales. Leur développement exige notamment un aller-retour rapide et fréquent entre le général et le particulier, entre la théorie et la pratique, de même qu'un enrichissement par raffinements successifs.*

**Mario Désilets**

Formateur et consultant à PERFORMA

**Jacques Tardif**

Professeur à la faculté d'éducation

Université de Sherbrooke

**N**otre modèle pédagogique se situe à l'intérieur des paradigmes systémique et constructiviste tels que décrits par Tardif *et al.*<sup>1</sup>. Il s'inspire largement des théories cognitivistes de l'apprentissage et en particulier des travaux sur le « compagnonnage cognitif »<sup>2</sup> et l'apprentissage par problèmes<sup>3</sup>, ainsi que des réflexions sur l'enseignement stratégique<sup>4</sup> qui prennent de plus en plus d'importance au collégial.

L'enseignement stratégique se caractérise par une préoccupation centrée sur le développement des habiletés cognitives de haut niveau telles que l'analyse, la créativité et la critique. Il met également l'accent sur la modélisation des stratégies métacognitives qui aident l'apprenant à mieux gérer son propre processus d'apprentissage grâce à des activités conscientes de planification, d'évaluation et de correction de ses actions. Finalement, l'enseignement stratégique accorde une grande importance aux aspects affectifs de l'apprentissage et préconise, notamment, la mise en évidence de l'utilité des apprentissages pour entretenir la motivation des élèves.

Tous ces principes ont orienté le développement du modèle pédagogique que nous avons élaboré dans le cadre d'une recherche<sup>5</sup> visant à favoriser le développement des compétences en diagnostic et réparation chez les étudiants en électronique au niveau collégial. Bien qu'ayant été mis à l'essai dans un contexte restreint, nous croyons que ce modèle est potentiellement applicable à toutes les situations d'enseignement où il s'agit de faire

## LES PARADIGMES SYSTÉMIQUE ET CONSTRUCTIVISTE

On peut définir un paradigme comme étant un ensemble cohérent de valeurs et de croyances à propos de la réalité ou d'un domaine de la réalité. Un paradigme est un cadre très général qui oriente la vision qu'on peut avoir de certains phénomènes et qui fournit des critères de référence à l'action et au jugement. Selon Legendre<sup>6</sup>, les énoncés qui définissent un paradigme ont le rôle de prémisses. Dans la même lignée, Ouellet<sup>7</sup> précise qu'un paradigme fournit des postulats qui servent de point de départ à l'élaboration d'hypothèses, de théories et de modèles. Un paradigme englobe généralement plus d'une théorie et peut donner naissance à plusieurs modèles, descriptifs ou prescriptifs.

Les modèles prescriptifs sont des regroupements de principes, préceptes ou règles, issus d'une ou plusieurs théories, organisés en un tout cohérent et qui servent à orienter l'action dans une classe de situations déterminée. Le modèle pédagogique que nous décrivons ici propose des principes inspirés de deux paradigmes (systémique et constructiviste) en s'appuyant notamment sur les résultats de recherches en psychologie cognitive.

L'une des assises du modèle, le paradigme systémique, est une approche très générale des systèmes complexes caractérisée par trois principes majeurs : la finalité, la globalité et la pertinence.

- Le principe de finalité : pour comprendre un système il faut d'abord en saisir le but ou la fonction. Ce principe implique que la compréhension des relations fonctionnelles d'un système avec d'autres systèmes ou avec un système plus englobant est antérieure à la connaissance de l'ensemble de ses composants, à la connaissance de sa structure interne.

- Le principe de globalité : pour connaître un tout, la connaissance des relations entre les parties est plus importante que la connaissance des parties. Ce principe s'oppose au principe réductionniste de l'approche mécaniste, selon lequel il suffirait de connaître les parties pour connaître le tout.

- Le principe de pertinence : pour aborder un système complexe, il est nécessaire d'adopter une perspective et de négliger certains aspects. Ce principe s'oppose au principe d'exhaustivité de l'approche mécaniste, selon lequel il faudrait connaître toutes les parties pour connaître un tout.

Quant au paradigme constructiviste, il s'agit essentiellement d'une vision de l'apprentissage en tant que processus de construction de structures abstraites (concepts et capacités interreliés) par opposition à un processus de mémorisation de connaissances. Les principes qui caractérisent une pédagogie constructiviste sont :

- la prise en compte explicite des connaissances antérieures de l'apprenant (le déjà construit), autant dans leurs effets facilitateurs qu'inhibiteurs de l'apprentissage ;

- la nécessité pour l'apprenant de traiter les informations qui lui sont présentées afin de les transformer en connaissances personnelles et, donc,

- la nécessité pour les enseignants de placer les élèves en situation-problème pour les amener à traiter ces informations.

On peut également caractériser une pédagogie constructiviste par la démarche de contextualisation-décontextualisation-recontextualisation telle que décrite par Philippe Meirieu et Michel Develay dans leur récent ouvrage<sup>8</sup>.

comprendre le fonctionnement de dispositifs techniques en vue de développer des stratégies de diagnostic et de réparation. Nous estimons également que les grands principes du modèle peuvent être transférés dans d'autres situations d'enseignement tant pour ce qui concerne les programmes techniques que les programmes préuniversitaires.

Le modèle repose sur quatre principes :

- ❑ Contextualiser avant de décontextualiser ;
- ❑ Provoquer l'interaction entre théorie et pratique ;
- ❑ Procéder par raffinements successifs, du fonctionnel au rationnel ;
- ❑ Analyser des prototypes de fonctionnement anormal.

Même s'ils sont présentés séparément pour la clarté de l'exposé, ces principes ne sont pas totalement étanches l'un par rapport à l'autre. Il faut garder présent à l'esprit le fait que, dans la pratique de l'enseignement, ces quatre principes se supportent et se renforcent mutuellement pour favoriser l'apprentissage des élèves et le développement graduel de leurs compétences.

### **Contextualiser avant de décontextualiser**

Les courants traditionnels en pédagogie préconisent l'enseignement des connaissances en dehors de tout contexte de façon à en assurer la plus grande généralité possible. Par exemple, on considère habituellement que les habiletés à manipuler des équations algébriques sont un préalable à leur application dans la résolution de problèmes reliés à un domaine particulier. On demande donc aux professeurs de mathématiques de développer ces habiletés « purement intellectuelles » chez les élèves de façon à ce que ces derniers soient bien outillés lorsque viendra le temps, parfois beaucoup plus tard, de traduire des problèmes concrets sous forme algébrique pour mieux les résoudre. Dans la même optique, on pourrait penser qu'il vaut mieux enseigner les méthodes formelles du raisonnement (la logique) avant d'enseigner aux élèves à exprimer leurs opinions dans des textes argumentatifs. Cette vision traditionnelle de l'enseignement, qu'on pourrait qualifier de déductive, procède donc du général (hors contexte) au particulier (en contexte).

che, qui est aujourd'hui mise en évidence par la psychologie cognitive, est qu'elle ne favorise par la réutilisation des connaissances par les élèves lorsqu'ils sont en situation de tâche réelle. En effet, les connaissances apprises hors contexte ont tendance à demeurer inertes, comme si elles étaient enfermées dans un tiroir portant une étiquette non pertinente (« pour l'examen du 18 novembre » par exemple). Les enseignants du secteur technique observent souvent que les élèves ne pensent pas, par exemple, à utiliser les modèles mathématiques vus en première année pour résoudre les problèmes concrets qu'ils peuvent rencontrer par la suite. L'enseignant de troisième année doit parfois refaire une partie de l'enseignement des cours de première année pour rendre les connaissances utilisables en contexte.

À l'opposé de cette approche traditionnelle, notre modèle pédagogique, d'inspiration constructiviste, accorde une très grande importance à la contextualisation initiale des connaissances, tout en insistant sur l'interaction entre le général et le particulier. La contextualisation peut se faire en s'efforçant de présenter les concepts, les lois ou les principes comme étant des moyens de résoudre des tâches professionnelles ou comme étant des réponses possibles à des questions pratiques. On s'assure ainsi que les élèves placent une étiquette utile sur leur tiroir mental (« pour représenter un signal électrique » par exemple, sur le tiroir de la fonction sinus).

Il faut reconnaître cependant qu'une connaissance contextualisée n'a pas le caractère général qui lui permet d'être transférée à des contextes différents de celui dans lequel elle a été apprise. C'est pourquoi notre modèle préconise la multi-contextualisation des connaissances (il faut placer plusieurs exemplaires de la fonction sinus dans plusieurs tiroirs). Pour ce faire, il est nécessaire de présenter aux élèves plusieurs problèmes ou plusieurs exemples concrets dont les caractéristiques varient suffisamment pour supporter la généralisation. C'est à travers un aller-retour continu entre le particulier et le général que les élèves pourront développer les concepts plus abstraits et plus généraux susceptibles d'être transférés à des situations nouvelles.

Par ailleurs, la généralisation (ou décontextualisation) n'est aucunement un processus automatique et elle doit être

supportée par des interventions explicites de l'enseignant. C'est lui qui a la responsabilité de « décaper », pour les élèves, les concepts et les principes généraux ; c'est également lui qui a la compétence et le devoir d'articuler ces concepts généraux dans un ensemble théorique cohérent qui en assurera la solidité et en permettra le transfert à des contextes de plus en plus variés.

Notre modèle ne propose pas une progression linéaire qui irait du particulier au général (approche inductive) ou du général au particulier (approche déductive). Il met plutôt l'accent sur une *interaction rapide* entre le général et le particulier de façon à ce que l'un des aspects consolide l'autre dans la structure cognitive de l'apprenant.

### **Provoquer l'interaction entre théorie et pratique**

Notre modèle met l'accent sur la nécessaire interaction entre l'action et la compréhension dans le développement de la compétence. En effet, la compréhension théorique des phénomènes qui sous-tendent le fonctionnement des dispositifs techniques, bien qu'elle soit essentielle, n'est pas suffisante à elle seule pour assurer que l'apprenant saura utiliser ces dispositifs (agir avec) ou les réparer (agir sur) de façon efficace.

Le développement de la compétence requiert :

- que l'enseignant fournisse des modèles d'action (stratégies efficaces, méthodes de travail, procédures générales ou particulières) de façon explicite ;
- que ces modèles soient suffisamment précis pour être applicables par l'apprenant (selon son niveau de connaissance actuel) et suffisamment généraux pour être transférables à une variété de contextes professionnels ;
- que l'apprenant ait rapidement l'occasion d'appliquer ces modèles et de recevoir la rétroaction lui permettant de prendre conscience de ce qu'il fait et de corriger ses erreurs.

Dans une approche par problèmes telle que nous l'appliquons, les élèves sont continuellement placés en situation d'accomplir des tâches qui ont une signification d'un point de vue professionnel (tâches de diagnostic et de réparation dans notre scénario d'enseignement). Le rôle de la théorie

La principale faiblesse d'une telle appro-

Pour mieux comprendre le modèle général, il peut être utile de connaître, dans ses grandes lignes, le scénario d'enseignement qui a été mis à l'essai. Nous le décrivons ici succinctement.

### Les objectifs d'apprentissage

En début d'expérimentation, les élèves étaient informés des objectifs qu'ils devaient poursuivre durant les quatre séances d'apprentissage (lesquelles avaient lieu en soirée, à raison de deux heures par rencontre). Il s'agissait pour eux :

- de développer des stratégies efficaces pour diagnostiquer et réparer les appareils électroniques en utilisant une approche systémique (l'approche systémique était présentée comme une méthode générale permettant de simplifier la représentation des systèmes complexes en faisant usage de modèles comportant des boîtes noires) ;
- de comprendre les principes de fonctionnement des alimentations électriques et de quelques composants électroniques (diodes, transistors, amplificateurs, etc.) qu'on retrouve dans ces systèmes d'alimentation.

Les élèves étaient également informés qu'ils allaient être évalués dans une tâche de dépannage portant sur un système réel, différent de ceux qui seraient vus durant l'apprentissage, et que, par conséquent, ils devaient s'efforcer de développer des stratégies générales pouvant s'appliquer à toutes les alimentations linéaires, plutôt que de mémoriser des solutions particulières limitées au contexte d'apprentissage.

### Les activités d'apprentissage

En alternance avec les modules théoriques présentés dans un tutoriel, les élèves devaient exercer leurs habiletés dans des tâches de diagnostic et de réparation où étaient simulées des pannes portant sur divers éléments, toujours dans le contexte des alimentations linéaires.

Les tâches étaient réalisées tantôt sur ordinateur, tantôt sur des plaquettes de montage réelles. Après chaque séance de travail sur l'ordinateur, les élèves recevaient un imprimé qui résumait leurs interventions à la suite des différentes mesures qu'ils avaient effectuées sur le circuit défectueux. Grâce à cet imprimé (qui mentionnait notamment la durée simulée de l'intervention ainsi que le coût des pièces remplacées ou endommagées par le technicien durant son intervention), ils pouvaient faire un retour sur leur propre démarche et évaluer l'efficacité de leurs stratégies de dépannage. L'enseignant conservait également une copie de ces imprimés et il rencontrait individuellement les élèves pour discuter avec eux de leurs stratégies.

### Les résultats de la mise à l'essai

Les résultats obtenus durant la mise à l'essai ont confirmé la valeur du modèle sur une base exploratoire. Étant donné l'absence d'un groupe de contrôle, on ne peut cependant parler de validation expérimentale. Malgré tout, il demeure que la totalité des dix sujets ayant participé à cette recherche ont réussi la tâche finale d'évaluation consistant à transférer leurs habiletés dans un nouveau contexte.

Pour cette mise à l'essai, nous avons pris soin de sélectionner aussi bien des élèves jugés forts que des élèves jugés faibles par leurs professeurs. De plus, la moitié des sujets étaient en première année (donc, dans le nouveau programme) et l'autre moitié, en deuxième année. Une analyse détaillée des performances de chacun des sujets est présentée dans le rapport de recherche.

Par ailleurs, un questionnaire de perception nous a permis de constater que les élèves ayant participé à cette recherche avaient trouvé très efficace et très satisfaisante cette méthode d'apprentissage. Il en est de même pour l'enseignant qui devait fournir l'encadrement pédagogique. De façon particulière, le rapport imprimé produit par le logiciel s'est avéré un dispositif fort simple à utiliser et très puissant pour fournir une rétroaction formative personnalisée à chacun des élèves.

est d'expliquer et de justifier les modèles d'action qui sont proposés de façon à en faire saisir le degré de généralité et à favoriser leur transfert à des contextes de plus en plus variés.

Encore une fois, notre modèle met l'accent sur une interaction rapide entre le général et le particulier, entre la théorie et la pratique, de façon à ce que l'un des aspects consolide l'autre dans la structure cognitive de l'apprenant.

Étant donné leur caractère général, les connaissances théoriques ne peuvent jamais être complètement opérationnelles. C'est dans l'action, et surtout grâce à la rétroaction qu'il reçoit sur ses erreurs, que l'apprenant acquiert les nombreux détails supplémentaires qui rendent sa connaissance opérationnelle.

En situation d'enseignement, la rétroaction peut être fournie à l'élève de multiples

façons, soit par l'enseignant, soit par les pairs ou encore par un logiciel. Dans un cas comme dans l'autre, il est nécessaire de se donner les moyens d'observer non seulement le résultat d'une démarche mais également, et surtout, la démarche elle-même, c'est-à-dire la stratégie que l'élève a appliquée pour résoudre le problème avec plus ou moins d'efficacité.

Lorsqu'une stratégie devient un objet observable, il est beaucoup plus facile pour l'élève de réfléchir sur sa propre démarche en vue d'en saisir les faiblesses et de l'améliorer. Il est également plus facile pour l'enseignant de discuter avec l'élève à propos de cette stratégie. C'est en ce sens que nous prétendons que les logiciels de simulation, grâce aux techniques d'enregistrement, peuvent devenir des outils fort appréciables pour le développement métacognitif.

### Procéder par raffinements successifs, du fonctionnel au rationnel

Le troisième principe de notre modèle pédagogique, qui est davantage relié au cadre systémique, vise à favoriser la compréhension du fonctionnement des systèmes complexes de façon à assurer la compétence des techniciens qui doivent réparer ces systèmes.

Pour diagnostiquer correctement une défectuosité sur un système complexe qu'il aborde pour la première fois, un technicien compétent doit se référer à un modèle (ou une représentation mentale) du fonctionnement de ce système. Il en est de même pour l'élève qui aborde l'étude d'un système en situation scolaire. On devrait donc profiter de la situation scolaire pour fournir à l'élève une méthode de travail qu'il pourra ensuite appliquer durant sa vie professionnelle lorsqu'il aura à comprendre le fonctionnement de nouveaux dispositifs.

Les systèmes complexes sont caractérisés par la présence d'une grande variété d'éléments, d'une part, et par des interactions fortes entre ces éléments, d'autre part. Par conséquent, la compréhension du fonctionnement d'un tel système peut représenter une charge cognitive considérable pour un apprenant si l'on ne dispose pas d'une stratégie permettant de découper « en petites bouchées » la présentation qu'on en fait à l'élève.

Dans une approche traditionnelle de l'enseignement, la stratégie privilégiée consiste à présenter séparément les éléments dans un premier temps pour plus tard les intégrer dans un ensemble où l'on tiendra compte, finalement, de leurs interactions. La raison invoquée pour justifier cette façon de faire est que l'étude des applications concrètes où les composants pourraient interagir serait trop complexe pour être abordée dans les premières années de la formation. De plus, comme les applications sont beaucoup plus nombreuses que les composants, on pense faire une économie en enseignant le fonctionnement des composants de façon exhaustive et en laissant le soin aux élèves de faire les inférences nécessaires pour combiner plusieurs de ces composants dans des systèmes complets. Les composants élémentaires sont ainsi étudiés hors contexte, sans référence à leur utilité.

À partir d'une perspective systémique, notre modèle propose une stratégie alternative qui consiste à toujours présenter les composants élémentaires en les mettant d'abord en relation avec un système englobant qui leur donne du sens. Ce système englobant doit correspondre à une application connue de l'élève, ou aisément compréhensible par lui, afin de remplir sa fonction pédagogique de structurant pour l'apprentissage. Ce système englobant n'est pas nécessairement un appareil physique qui doit être disponible au laboratoire : ce peut être simplement une description schématique que l'élève est capable de comprendre (par exemple, le schéma d'un moniteur vidéo, à l'intérieur duquel on situe le bloc d'alimentation électrique). Sa fonction est essentiellement d'installer, chez l'élève, un cadre d'interprétation, un embryon de modèle mental, qui puisse donner du sens aux apprentissages qui devront s'effectuer par la suite.

Lorsque les éléments sont très nombreux à l'intérieur d'un système, une partie de ceux-ci peuvent être regroupés par

fonctions et rester temporairement sous le couvercle de boîtes noires dont on décrira seulement les fonctions. Cette stratégie systémique, qui peut s'appliquer de façon récursive selon les besoins, a pour but de faciliter la compréhension globale d'un dispositif ou d'un processus, sans surcharger pour autant les capacités cognitives de celui qui en étudie le fonctionnement.

Il est important de remarquer que les boîtes noires représentées dans les schémas ne sont pas des boîtes invisibles : il ne s'agit pas d'ignorer leur présence, mais au contraire, de tenir compte du rôle qu'elles jouent dans le système englobant pour mieux comprendre ce système. Pour comprendre le fonctionnement du système englobant, il n'est pas absolument nécessaire de comprendre le fonctionnement interne de chacune des boîtes noires (ou sous-systèmes) qui le composent : il suffit de comprendre la fonction de chacun des sous-systèmes.

Même si une compréhension fonctionnelle d'un système est nécessaire pour donner du sens aux apprentissages, elle n'est pas suffisante pour assurer la compétence d'un technicien. Un technicien qui aurait une compréhension uniquement fonctionnelle d'un système serait probablement capable de localiser un composant défectueux, ce qui est déjà quelque chose, mais il serait incapable de comprendre précisément la cause du problème ou de réparer le système.

Dans la perspective d'un enrichissement progressif de la compétence, notre modèle nous amène à placer les élèves en situation de tâche dès qu'ils ont une compréhension fonctionnelle d'un système. Cette tâche peut consister simplement à vérifier s'il y a ou non une défectuosité dans un dispositif, ou encore à tenter de localiser, aussi précisément que possible, l'origine d'une panne. L'important est que l'élève ait rapidement la possibilité d'éprouver son modèle fonctionnel, de le sentir utile.

Pour enrichir la compétence de l'élève, il est nécessaire d'aborder ensuite le niveau rationnel, c'est-à-dire d'expliquer pourquoi un ensemble d'éléments se comporte de telle façon. Pour ce faire, il faut décrire les caractéristiques des composants élémentaires et montrer comment l'interaction entre ces déterminants provoque le comportement observé. Ce n'est qu'en élaborant des représentations mentales de plus en plus précises, et causales, que l'élève

pourra développer sa compétence et réussir les véritables tâches de diagnostic et de réparation qui lui sont alors proposées comme défis.

Notre modèle propose donc une démarche par raffinements successifs des modèles mentaux construits par les élèves, démarche toujours envisagée à travers l'interaction rapide entre théorie et pratique. Lorsqu'on explique le fonctionnement d'un système dans la phase théorique, il s'agit d'insister sur la fonction d'un élément ou d'un sous-système (à quoi ça sert) avant de décrire son fonctionnement (comment ça marche) ou d'expliquer ce fonctionnement (pourquoi ça marche).

### **Analyser des prototypes de fonctionnement anormal**

La réflexion et l'expérimentation que nous avons menées dans le cadre de notre recherche nous ont permis de conclure qu'il ne suffit pas d'expliquer le fonctionnement idéal d'un système et des ses composants pour développer chez l'élève une compétence en diagnostic et réparation. Pour assurer ce type de compétence, il est également nécessaire d'analyser avec l'élève des prototypes de fonctionnement anormal d'un système.

Ces analyses s'effectuent grâce à une simulation mentale du comportement d'un système en faisant l'hypothèse qu'une pièce est défectueuse et en examinant les conséquences de cette défectuosité sur le fonctionnement d'ensemble du système. La capacité de produire de telles simulations mentales s'appuie évidemment sur une bonne compréhension du fonctionnement idéal d'un système ; elle constitue la base des opérations hypothético-déductives qui sont sollicitées de façon intensive par les tâches de diagnostic en général. Les simulations mentales constituent probablement la meilleure stratégie à utiliser par un technicien lorsqu'il doit réparer un système avec lequel il n'est pas familier.

Par ailleurs, les experts qui ont acquis une certaine familiarité avec les systèmes qu'ils réparent souvent peuvent recourir à une autre stratégie, qui fait appel à la reconnaissance des symptômes les plus fréquents et à leur association stéréotypée avec une cause probable. Cependant, une telle habileté, qui est liée à la connaissance d'un matériel particulier, peut difficilement être enseignée à l'école dans le cadre d'une formation initiale ; elle se développe

plutôt dans l'exercice quotidien de la profession, dans la seule mesure où les tâches de réparation portent sur un type déterminé d'appareils. Par contre, dans un contexte de mutation rapide de la technologie, même les experts sont contraints de recourir à la simulation mentale pour développer leur compétence. Et le développement de cette habileté mentale est privilégié dans notre modèle.

Dans les premières étapes, c'est l'enseignant qui doit identifier explicitement les principales déficiences pouvant affecter chaque composant et montrer les conséquences de ces déficiences sur le fonctionnement d'ensemble du système. Ce comportement cognitif de l'enseignant représente un modèle à suivre pour l'élève. Par la suite, c'est-à-dire à mesure que les élèves deviennent plus autonomes dans des tâches de réparation portant sur d'autres systèmes, l'enseignant doit les inciter à faire eux-mêmes les hypothèses et à déduire eux-mêmes les conséquences des principales déficiences de chaque pièce ou de chaque fonction sur le fonctionnement d'ensemble du système.

Notre modèle propose donc une stratégie d'estompage progressif du support fourni à l'élève afin de favoriser le développement de son autonomie.

## Conclusion

Nous croyons que le modèle pédagogique développé dans ce projet de recherche, concrétisé dans le scénario d'enseignement que nous avons mis à l'essai, constitue une application pertinente des principes constructivistes et systémiques au domaine de l'enseignement technique et qu'il est susceptible d'améliorer significativement l'apprentissage des élèves de ces secteurs. Nous pensons surtout que la mise en place de scénarios d'enseignement inspirés d'un tel modèle pédagogique augmente la transférabilité des connaissances. Et nous espérons que des enseignants dans différents domaines élaboreront des scénarios inspirés de ce modèle et qu'ils contribueront à sa critique et à son enrichissement. ■

N.D.L.R. : On peut obtenir une copie du rapport de recherche en s'adressant à l'un ou l'autre des membres de l'équipe de recherche.

## LE RÔLE PÉDAGOGIQUE D'UN LOGICIEL DE SIMULATION

Notre scénario d'enseignement fait appel à un logiciel de simulation, mis au point par notre équipe, pour faciliter l'observation de la démarche suivie par l'élève. Cette observation se réalise au moyen d'un imprimé qui contient le détail de toutes les mesures prises par l'élève pendant qu'il résout une tâche de dépannage. Cette méthode n'exige aucunement le recours à des techniques avancées d'intelligence artificielle puisque c'est l'enseignant lui-même qui est chargé d'analyser l'imprimé pour fournir une rétroaction à l'élève.

Dans le scénario que nous avons mis à l'essai, cette rétroaction était fournie par l'enseignant au cours d'un entretien personnel avec l'élève portant sur l'analyse du document imprimé par le logiciel. Cet entretien avait lieu lorsque les élèves avaient eu le temps d'analyser individuellement leur propre démarche afin de susciter chez eux une activité de métacognition, c'est-à-dire une réflexion sur leurs stratégies pour en prendre conscience et les améliorer. Dans un autre scénario, on pourrait également envisager que les élèves examinent les résultats de leur travail en petites équipes de façon à comparer et évaluer l'efficacité de leurs stratégies respectives.

Par ailleurs, l'utilisation du logiciel ne représente qu'une étape dans la démarche d'apprentissage. Cette étape a pour rôle de favoriser la construction initiale des modèles mentaux par un travail sur des représentations schématiques et simplifiées. La simulation offre également l'avantage d'accélérer la prise des mesures et d'éviter les bris

d'appareils ou les blessures qui pourraient être causées par des manipulations maladroites.

Nous ne voudrions pas laisser croire cependant que l'utilisation d'un tel logiciel constitue un principe essentiel de notre modèle pédagogique. Le principe essentiel est que, avant chaque nouvelle tâche à réaliser, l'apprenant doit avoir l'occasion de réfléchir sur sa propre démarche dans une tâche précédente et de recevoir un commentaire formatif de la part de l'enseignant à propos des stratégies qu'il a mises en œuvre dans cette tâche. Et il peut exister plusieurs techniques, autres qu'informatiques, permettant d'observer la démarche suivie par un élève en situation de résolution de problème.

Nous ne voudrions pas laisser croire non plus que nous proposons de remplacer les manipulations concrètes en laboratoire par des simulations sur ordinateur. Ces simulations, en effet, ne peuvent jamais être complètement opérationnelles et l'élève devra forcément acquérir des habiletés dans le monde réel pour prétendre à une certaine compétence. Nous croyons cependant que les simulations par utilisation d'un logiciel, surtout si elles incorporent des techniques d'enregistrement, peuvent contribuer fortement à l'apprentissage et mieux préparer les élèves aux manipulations concrètes en laboratoire. Le scénario d'enseignement que nous avons mis à l'essai propose notamment une alternance constante entre le travail sur logiciel et le travail sur des dispositifs réels.

## NOTES ET RÉFÉRENCES

1. TARDIF, J., M. DÉSILETS, F. PARADIS et G. LACHIVER, « Le développement des compétences : cadres conceptuels pour l'enseignement professionnel » dans *Pédagogie collégiale*, vol. 6, n° 2, 1992, p. 14-19.
2. COLLINS, A., J. S. BROWN et S. NEWMAN, « Cognitive Apprenticeship : Teaching the Crafts of Reading, Writing and Mathematics » dans L. B. Resnick (Ed), *Knowing, Learning and Instruction*, Hillsdale (NJ), Erlbaum, 1989, p.453-494.
3. GABRYS, G., A. WEINER et A. LESGOLD, « Learning by Problem Solving in a Coached Apprenticeship System » dans M. Rabinowitz (Ed), *Cognitive Science Foundations of Instruction*, Hillsdale (NJ), Erlbaum, 1993, p. 119-147.
4. TARDIF, J., *Pour un enseignement stratégique. L'apport de la psychologie cognitive*, Montréal, Les Éditions Logiques, 1992.
5. Cette recherche a été subventionnée par la Direction de la recherche et de l'enseignement universitaires du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science, via le programme RDF (Recherche et développement pour les formateurs). Ont participé au projet : Jacques Tardif, de la faculté d'éducation de l'Université de Sherbrooke ; Gérard Lachiver, de la faculté des sciences appliquées de l'Université de Sherbrooke ; Fernand Paradis et Pierre Biron, professeurs au département d'électrotechnique du Collège de Sherbrooke ; Mario Désilets, professionnel de recherche ; Mike Doucet et Denis Leclerc, stagiaires.
6. LEGENDRE, R., *Dictionnaire actuel de l'éducation*, Paris, Larousse, 1988.
7. OUELLET, A., *Processus de recherche : une approche systémique*, Québec, PUQ, 1981.
8. MEIRIEU, P. et M. DEVELAY, *Émile, reviens vite... ils sont devenus fous*, Paris, ESF éditeur, 1992. (Voir notamment le chapitre 3 de la 3<sup>e</sup> partie)