

## ACTIVITÉ 1B

# La recherche et le développement de la pédagogie collégiale

**Animateur :** *Robert DUCHARME, Professeur et chercheur, Dépt de Psychologie, Cégep de St-Jérôme*

**Conférenciers :** *Renée DESAUTELS, Dépt de Physique, Cégep de Rosemont*

*Paul COMTE, Dépt d'informatique, Cégep André-Laurendeau*

*Suzanne LAURIN et Irène LIZOTTE, Dépt de Sciences humaines, Cégep André-Laurendeau*

*Fernand PARADIS, Dépt des Technologies du génie électrique, Collège de Sherbrooke*

---

### MON CHEMINEMENT EN RECHERCHE PÉDAGOGIQUE AU COLLÉGIAL

***Renée Desautels***

Le texte que j'ai préparé à l'occasion de ce séminaire n'est pas exhaustif et ne prétend pas tout expliquer. Loin de là! entre autres, il y manque des nuances et des exemples que le temps très court qui nous est imparti ne me permet pas de fournir ou d'élaborer. Considérez-le comme un brouillon rédigé directement à l'ordinateur. Je l'ai écrit comme les idées me venaient, aussi le style et la structure laissent-ils à désirer. Enfin, ce qui suit concerne principalement l'enseignement au secteur général du réseau collégial. Ce dont je désire vous faire part principalement, c'est le cheminement de ma recherche pédagogique au collège. Tout d'abord, comme j'enseigne la physique, je vous rappellerai brièvement ce qu'elle est et, par conséquent, ce que signifie son

apprentissage et comment s'enseigne la physique au Québec depuis que j'en ai connaissance. Ensuite, je décrirai mon cheminement de recherche guidé par les problèmes rencontrés ou les questions de fond que je me suis posées pendant les vingt-cinq dernières années. En conclusion, je partagerai avec vous les interrogations que mes recherches et ma réflexion m'imposent maintenant.

#### **Physique : définition, apprentissage et enseignement**

La physique est, des sciences de la nature, celle qui est fondamentale, non parce qu'elle est la plus importante, mais parce qu'elle étudie les concepts (mouvement, force, énergie, électricité, ondes, ...) qui constituent les fondements de toutes les sciences de la nature. Les concepts et les phénomènes physiques sont tels qu'ils peuvent être représentés adéquatement par des fonctions mathématiques. Le niveau de difficulté des mathématiques

impliquées accompagne celui de la physique traitée. L'aspect de logique, en somme la maîtrise de la pensée formelle. L'application et l'adaptation des mathématiques aux phénomènes physiques constitue une difficulté supplémentaire. Ce qui distingue le plus la physique des mathématiques, c'est peut-être la nécessaire confrontation des concepts et des modèles à la réalité. Or, la réalité n'est pas toujours facilement observable et notre sens commun et nos sens ne nous renseignent pas toujours correctement. La majorité des phénomènes physiques de la vie quotidienne sont assez complexes. Assez souvent, les modèles simples sont loin de la réalité ou ne représentent qu'une faible partie de la réalité. Les modèles raffinés qui correspondent davantage à la réalité sont également plus complexes. L'observation première et les confrontations répétées des modèles à la réalité se réalisent à l'intérieur non seulement d'une réflexion appuyée par l'outil mathématique, mais plus particulièrement d'une expérimentation sérieuse et suivie, valide en autant qu'elle respecte une démarche expérimentale éprouvée. La physique s'est élaborée et s'élabore encore en utilisant une approche qui lui est spécifique, la méthode scientifique, et par la maîtrise de bonnes techniques de résolution de problèmes.

Comme nous pouvons le constater, l'apprentissage de la physique exige de très nombreuses capacités : esprit d'observation, pensée formelle, jugement, imagination, créativité, approche scientifique, maîtrise du langage mathématique, maîtrise de la langue parlée et écrite, une certaine culture, connaissance de l'environnement, transfert de connaissances ou de méthodes, maîtrise

de techniques de résolution de problème, habileté ou dextérité manuelle, patience, persévérance, esprit d'effort constant et maintenu, etc. Il suppose également de la curiosité, de l'intérêt et une forte motivation.

À l'époque où j'étais étudiante, l'enseignement préuniversitaire de la physique se donnait, soit dans les dernières années d'un secondaire scientifique et dans une année universitaire propédeutique, soit dans les deux dernières années de philosophie du cours classique. Il consistait principalement en un survol de tous les domaines et sous-domaines de la physique d'alors et le niveau mathématique était assez simple, ne comportant pas ou peu d'algèbre vectorielle et de calcul différentiel et intégral. La naissance des cégeps vit naître un nouveau programme de l'enseignement de la physique, davantage calqué sur les cours universitaires de premier cycle : pas de survol, réduction à trois grands domaines, moins d'applications, hausse de niveau mathématique avec l'utilisation de l'algèbre vectorielle et du calcul différentiel et intégral. Le contenu très dense s'articulait principalement en fonction d'objectifs de connaissances et d'initiation à la méthode scientifique et exigeait des préalables en mathématiques et en physique. Au fil des ans, se sont ajoutés de nouveaux objectifs et des morceaux de contenu, sans ajouter de temps et sans tenir vraiment compte des changements de programmes et de méthodes, ni des préalables du secondaire. Il faut mentionner que l'évaluation a porté surtout sur l'acquisition de connaissances et un peu, par le biais des comptes rendus de laboratoire, sur celle de la méthode

expérimentale.

Si nous disons ce que je viens de vous raconter aux professeurs de physique du réseau collégial, je crois bien que la plupart seront d'accord avec ces grandes lignes. Cependant, les connaître et agir en conséquence ne vont pas nécessairement de pair. En outre, il y a vingt-cinq ans, cela n'était pas aussi clair dans nos têtes, en tous cas, dans la mienne. Et pourtant, ce n'est pas parce que je ne me posais pas de question. Je m'en suis toujours posé et j'ai tenté de trouver des réponses ou, tout au moins, des éléments de réponses. Je l'ai fait dans le cadre de recherches personnelles ou subventionnées, ou collectives (activités de groupes comme Commission pédagogique, Performa, valorisation de la langue française, Comité pédagogique provincial de physique, sous-comité provincial de physique, comité pour le nouveau programme des Sciences de la Nature au collégial, groupe d'excellence en sciences, comité en environnement, recherche multidisciplinaire et mise au point d'un cours multidisciplinaire en environnement, etc.).

### **Cheminement personnel**

Mes premières années d'enseignement de la physique ont porté sur la mise au point des cours, des activités de laboratoire et des modes d'évaluation. Au début des cégeps, les étudiants de la transition terminaient leur cours classique, ils étaient peu nombreux, avaient à peu près la même formation et le même type d'esprit; ils semblaient suivre et réussir nos cours sans trop de difficulté et même avec plaisir. Cependant, assez rapidement, la clientèle étudiante s'est mise à augmenter et à rajeunir. Elle était très diversifiée, tant

par l'âge que par la préparation, les aptitudes, la forme d'esprit, la motivation (les cours de physique devenant obligatoires pour l'accès à plusieurs facultés universitaires) et les objectifs de carrière. Le taux d'échecs et d'abandons connut une augmentation considérable.

Ce fut là la première question à notre pratique. Nos étudiants avaient-ils tous une préparation adéquate? À l'occasion d'une recherche subventionnée, j'ai travaillé en collaboration avec deux collègues à l'élaboration et à la mise au point d'un test de classification en mathématiques (entendez celles nécessaires pour aborder le premier cours de physique du collège) et en physique. Ce fut l'occasion de découvrir les programmes de mathématiques et de physique du secondaire et de confronter nos attentes à la réalité. Il faut admettre que nos attentes étaient conditionnées par les besoins du programme collégial auquel nous devons nous conformer.

Les résultats au test de classification permettaient de combler les quelques lacunes trouvées chez les plus forts à l'intérieur même du cours régulier et de placer les étudiants plus faibles dans des cours de mise à niveau. Pour tous, il y avait moyen de s'améliorer à l'aide du laboratoire ouvert ou semi-ouvert et de sessions supplémentaires de problèmes, facultatives, il va de soi. Enfin, j'offrais aux étudiants la possibilité de passer des auto-tests et d'utiliser de petits modules de récupération ou d'entraînement que j'avais préparés.

En travaillant de plus près avec les étudiants, je me suis rendu compte que leurs problèmes en étaient souvent un de

compréhension de lecture et de manque de culture. Je fus convaincue de l'importance de la maîtrise de la langue de communication pour l'apprentissage de la physique : cela semble un truisme aujourd'hui, mais cela ne l'était pas à l'époque. Personne ou presque n'associait le français ou l'anglais à l'enseignement des sciences. Je commençai donc à faire de l'analyse de phrases ou de textes en classe chaque fois que l'occasion se présentait. Les étudiants devaient chercher dans le dictionnaire la signification de tous les termes qui leur étaient inconnus. J'inclus dans les auto-tests des questions vérifiant uniquement la compréhension de lecture en physique.

Cependant, malgré tous ces moyens que nous utilisions, le taux d'échecs et d'abandons ne diminuait pas pour la peine. C'est alors que mon mari eut l'idée de vérifier si nos étudiants avaient atteint le dernier stade de la pensée formelle, nécessaire à l'apprentissage de la physique telle qu'enseignée au niveau du cégep. Je collaborai avec lui, sans une autre recherche subventionnée, pour découvrir que la plupart des étudiants ne maîtrisaient pas la pensée formelle. Ces résultats furent confirmés par la recherche de madame Mirette Torkia-Lagacé. En collaboration avec monsieur Serge Larivée, nous trouvâmes en plus que les étudiants ne développaient que peu ou pas du tout leur intuition des phénomènes physiques simples, même après avoir suivi plusieurs cours de physique.

Que penser ou que faire devant de tels résultats? Il est sûr que le plus jeune âge des étudiants et leur moins grande maturité pouvaient en partie les expliquer. Cependant, nous ne pouvions ni faire

vieillir nos élèves, ni changer le programme. C'est alors que nous avons pensé que des exercices de logique effectués de façon consciente pour accélérer ou favoriser le développement de la pensée formelle pourraient être utiles. Nous avons pensé aussi que la pensée formelle se construisant en passant du concret à l'abstrait, du simple au complexe, sa maturation chez les étudiants pourrait bénéficier d'un plus grand contact avec l'expérimentation. Comment, en effet, développer sa pensée formelle et son intuition en ne passant du concret à l'abstrait que quelques fois par session, et presque toujours dans le cadre de la vérification d'une loi bien connue et bien établie? Le malheur, c'est que de nombreuses expériences de laboratoire, dans le cadre d'exploration et de (re)découverte aussi bien que de vérification, exigent beaucoup de temps que nos programmes chargés ne nous laissent pas. Nous avons alors songé à ajouter de l'expérimentation aux séances de laboratoire déjà existantes par le biais de simulations à l'ordinateur. Cet ajout aurait en plus l'avantage de mieux rejoindre l'objectif de l'apprentissage de la méthode expérimentale et de nous fournir de nouveaux moyens de l'évaluer. C'est ainsi que sont nés Piago, puis Micromec, respectivement premier et second prototypes de Mécanica.

La conception et la mise au point de ces prototypes nous ont fait réfléchir sur la méthode expérimentale, sur les diverses habiletés et aptitudes qu'elle requerrait ainsi que sur les diverses opérations qu'elle supposait. Nous nous sommes alors rendu compte que plusieurs opérations n'étaient enseignées en aucun temps et à aucun niveau et étaient censées être innées ou

acquises ailleurs, ce qui n'était pas le cas. L'utilisation pédagogique de Piago et de Micromec comportait des exercices précis d'apprentissage de ces opérations et de développement de certaines habiletés.

Nous avons beaucoup utilisé nos deux prototypes avec les étudiants pour constater une amélioration dans l'apprentissage de certaines composantes de la méthode expérimentale. Cependant, lorsque nous placions les étudiants dans des situations semblables tout en étant légèrement différentes de celles qu'ils avaient simulées, ils ne semblaient pas capables de reconnaître ces nouvelles situations pour ce qu'elles étaient (que ce soit au laboratoire, à l'ordinateur, ou dans des problèmes), de transférer et d'utiliser leurs nouvelles capacités (connaissances, habiletés, opérations) adéquatement. Nous craignons aussi qu'ils identifient la simulation à l'ordinateur à la Vérité et l'expérience au laboratoire à leurs humaines erreurs. Nous ne voulions surtout pas que l'ordinateur remplace la réalité.

Pour favoriser le transfert d'une connaissance à une grande variété de situations réelles, nous avons créé une banque intelligente (un peu!) et interactive d'exercices et de problèmes à l'ordinateur conçue pour faire acquérir aux étudiants une bonne technique de résolution de problèmes. Micromec s'est donc enrichi d'un second volet et s'est ainsi transformé en Mécanica.

Pour tenter de rendre l'ordinateur «un peu intelligent» ou plus modestement, «moins stupide», nous avons pris conscience du grand nombre et de l'immense variété d'opérations et de capacités que l'étudiant

doit posséder et que nous supposons acquises ou innées et qui ne le sont pas, comme par exemple celles de la connaissance de l'environnement, de la langue, de la culture, de l'approche scientifique. Pour permettre à l'ordinateur d'apporter à l'étudiant une aide pédagogique appropriée, nous avons dû réfléchir sur l'acte pédagogique lui-même, ce qui fait constamment et encore évoluer notre pensée à ce sujet.

Mécanica tente de rejoindre toute la gamme de la clientèle par la variété des situations à des niveaux de difficulté présentés, par l'aide appropriée aux besoins. Il stimule un peu la motivation des étudiants puisque chacun peut travailler à son rythme, améliorer sa performance, recevoir de l'aide ou aller plus vite ou plus loin, tout cela sans être jugé par les autres ou par son professeur. Mécanica n'est cependant pas encore à la hauteur des besoins et de nos désirs. Il ne constitue qu'un premier pas vers une collaboration un peu plus intelligente de l'ordinateur à l'apprentissage. De toute façon, l'ordinateur ne peut remplacer ni le professeur ni l'effort personnel de chaque étudiant.

Comme vous pouvez le constater, nous sommes passés d'une recherche portant sur les déficiences possibles des étudiants (préparation insuffisante, manque de maîtrise de la pensée formelle, intuition défailante) à des recherches misant sur des modifications que nous pouvions apporter à notre enseignement et à notre pédagogie. Ces modifications nous étaient suggérées tout autant par les mécanismes connus d'apprentissage des élèves que par notre réflexion personnelle alimentée par nos lectures et nos diverses activités

pédagogiques.

Ainsi, parallèlement ou conjointement à ma recherche sur l'ordinateur dans l'apprentissage et au développement de Mécanica, j'ai poursuivi ma recherche pédagogique dans le cadre de mon travail notamment au Comité pédagogique de physique, au Comité de physique pour le nouveau programme des Sciences de la nature, pour le groupe d'excellence en sciences et pour la Sopécor.

### Interrogations actuelles

Même si cette recherche perpétuelle et le développement de Mécanica m'ont permis d'améliorer constamment, du moins je l'espère, mon enseignement de la physique, il n'en demeure pas moins qu'ils me laissent avec plus de questions que de réponses.

En guise de conclusion, j'aimerais vous les poser. Peut-être vous tourmentent-elles vous aussi, peut-être avez-vous des éléments de solution que nous pourrions partager...

Quel devrait être le but réel de l'éducation? Quel est le but avoué de l'éducation un peu partout dans le monde? au Québec? Y a-t-il en éducation des buts invoués (et invouables) plus importants que le but avoué? Comme éducateurs, contribuons-nous à une vaste mystification ou à une oeuvre de formation réelle en vue du bien de l'individu et de la société?

Qu'est-ce que la formation réelle de l'individu? Dernièrement, un adulte ayant fait ses études à Polytechnique me disait qu'ayant compris le système, il était devenu une très efficace machine à passer

les examens. Je trouve cela triste. Est-ce cela une bonne formation? Au collège, devons-nous préparer nos étudiants à devenir de bonnes machines, particulièrement efficaces pour passer les examens universitaires? La course effrénée vers l'excellence et surtout la performance (limitée à l'acquisition de connaissances puisque c'est cela qui est évalué) que connaît présentement le réseau collégial est-elle une garantie d'une formation complète et de qualité?

Connaissant les buts avoués et inavoués de l'éducation, quels devraient être ses objectifs pour l'an 2000? L'an 2000, et même 1992, nous offrent de nouveaux défis à relever comme société et comme humanité. Jusqu'aux environs de 1850-1900, une même personne pouvait détenir presque toute la connaissance de son époque, au moins dans un vaste domaine. Elle possédait à la fois les connaissances pointues d'un développement et la vision globale du savoir et de l'Univers. De 1850 à nos jours à peu près, la spécialisation et la surspécialisation sont apparues et, avec le développement exponentiel du savoir, l'impossibilité pour un seul être humain de tout connaître. Les individus se sont séparés, dans le monde de la connaissance, en domaines et en sous-domaines de plus en plus étroits et isolés. À partir des années 1980, nous assistons à l'émergence d'un nombre croissant d'équipes réunissant chercheurs et travailleurs d'un même sous-domaine, d'un même domaine ou de domaines multidisciplinaires. Nous ressentons intensément le besoin que des gens de formations et d'intérêts divers se rassemblent, communiquent entre eux et collaborent, afin de conjuguer les savoirs pointus à une vision d'ensemble. La communication inter ou multidisciplinaire

à différents niveaux de travail, de recherche et d'étude et la capacité d'avoir une vision d'ensemble exigent de nouvelles compétences et le développement d'habiletés trop peu exploitées jusqu'à maintenant.

Au niveau collégial, les étudiants commencent à se spécialiser. Comment doit-on équilibrer les enseignements qui donnent une base large et solide avec ceux qui fournissent des connaissances plus pointues? Comment atteindre les nouveaux objectifs de communication, d'inter et de multidisciplinarité, de travail en équipe, de vision à la fois systématique et analytique?

Heureusement, l'ordinateur et tous les nouveaux outils télématiques peuvent nous aider dans nos nouveaux besoins de communication, d'accumulation et d'organisation des connaissances, d'augmentation du savoir, etc. Cependant, quel(s) rôle(s) l'ordinateur peut-il vraiment jouer dans l'apprentissage et dans l'enseignement, qui se révèle(nt) réellement un progrès et pas seulement une mode agréable ou un dada de quelques professeurs?

Force nous est de constater que l'évolution de la Terre à tous les points de vue est devenue plus rapide que notre actuelle capacité d'adaptation; par exemple, transformation de la notion de travail humain et du profil de carrière, mondialisation de la vie quotidienne, allongement de l'espérance de vie, etc. Nous avons de plus en plus besoin de situer l'apprentissage, l'enseignement et l'éducation dans la perspective historique en tenant compte de toutes les relations existant entre les divers savoirs et le

développement politique et socio-économique de la société. Nous devons nous équiper d'une base de connaissances plus large et plus solide, permettant une vue d'ensemble étendue, une culture suffisante, une capacité de relations multidisciplinaires et de communications avec les autres souple, ouverte et critique.

Comment améliorer nos connaissances des mécanismes de l'apprentissage?

L'enseignement et l'éducation n'étant pas identiques, quel est le rôle de l'école dans l'éducation? celui des autres intervenants? Quelle est la signification de l'éducation permanente?

Devons-nous prolonger la durée des études pour tenir compte des nouveaux besoins et de l'augmentation du savoir? Ou devons-nous modifier complètement nos concepts d'éducation et d'enseignement?

Les professeurs enseignent ce qu'ils ont appris et selon l'esprit dans lequel ils ont appris. Seuls les esprits créateurs et rebelles échapperont à l'enseignement de leur maître. Tous les autres reproduisent plus ou moins bien ce qu'ils ont reçu. Comment les professeurs actuels et les futurs enseignants formés par nous à notre manière pourront-ils acquérir ce qui leur manque (nouvelle approche, vision étendue, nouvelles habiletés, etc.) pour adapter l'enseignement et la pédagogie aux nouveaux besoins de la réalité de l'an 2000?

Évidemment, les réponses à toutes ces interrogations reposent sur la réponse que chaque société ou que l'humanité peut apporter aux questions suivantes : quelles valeurs juge-t-elle importantes pour

maintenant et pour le troisième millénaire? L'éducation constitue-t-elle une priorité? et dans quel sens? Est-il nécessaire que l'école soit le fidèle reflet d'une société? Est-il obligatoire qu'elle soit toujours en retard sur l'évolution générale? Ne pourrait-elle devenir un instrument privilégié d'une évolution positive réfléchie? Est-il utopique d'imaginer qu'un groupe humain puisse évoluer volontairement et consciemment, ensemble, vers un but commun?

Comment la recherche de réponses à ces nombreuses questions peut-elle se réaliser? ■

## UNE DÉMARCHE DE RECHERCHE

*Paul Comte*

### Introduction

J'enseigne l'informatique depuis 1983 au Cégep André-Laurendeau et je fais de la recherche en pédagogie depuis 1987. Mes recherches ont été subventionnées à trois reprises. La question centrale de ce séminaire, "Quelle contribution la recherche subventionnée a-t-elle apportée au développement de la pédagogie collégiale?" est donc très pertinente à mon expérience.

Comme pour la majorité des chercheurs, j'espère que mes recherches servent et serviront au développement de la pédagogie collégiale.

Je vous présenterai donc ma démarche de recherche depuis les cinq dernières années. Je commencerai par ML-101, une recherche réalisée au département d'infor-

matique à l'automne 87. J'enchaînerai avec SysML un prototype de logiciel de G.P.A.O. (Génie Pédagogique Assisté par Ordinateur) que j'ai développé les deux dernières années.

### 1. La recherche ML-101

La recherche ML-101 a été subventionnée au PAREA à l'année 87-88. Cette recherche était centrée sur l'implantation du Mastery Learning dans le cours 420-101-82, Logique de programmation.

#### 1.1 Problématique

Les résultats d'une étude interne au Cégep André-Laurendeau (Michaud et al. 86) démontrent que seulement 30% des élèves de la première graduation (1986) obtiennent un DEC en informatique. Parmi les 70% qui ne graduent pas, 91% ont obtenu dans le cours 420-101 une note inférieure à 80% alors que pour ceux qui obtiennent leur diplôme, 49% ont obtenu une note supérieure à 80% en 420-101.

Cette analyse conduit les enseignants du département à penser que la maîtrise des objectifs du cours 420-101 conditionne en grande partie la réussite de l'ensemble des cours de l'option.

Les enseignants sont aussi d'avis que le cours 420-101 (Logique de programmation) est un "cours-test" qui demande l'application du sens logique de l'élève.

#### 1.2 Les objectifs de la recherche

Nos objectifs de recherche sont les suivants: