

Activité **11**



La relève scientifique : des élèves chercheurs au collégial

Activité réalisée au Collège de Sherbrooke
par **MARTIN AUBÉ**

La relève scientifique : des élèves chercheurs au collégial

Date de la dernière mise à l'essai

2002

Nom de l'auteur

Martin Aubé

Collège d'origine

Collège de Sherbrooke

Adresse électronique de l'auteur

aubema@collegesherbrooke.qc.ca

Discipline scientifique

Physique

Âge moyen des élèves

17-18 ans

Titre et numéro des cours

**Électricité et magnétisme (203-NYB-052),
Projet de fin d'études (360-HAA-03),
Physique II (203-024-SH) et Activité synthèse en
physique et en science humaines (360-048-SH)**

Durée de l'activité

135 heures pendant les 3^e et 4^e sessions

NOTE

Dans ce texte, le générique masculin est utilisé seul, sans aucune discrimination et dans le seul but de l'alléger.

Les annexes en format PDF se retrouvent dans le cédérom qui accompagne ce recueil.

De plus, ces annexes en format Word et une analyse pédagogique de l'activité sont également disponibles dans la section *Trésors pédagogiques* du site Internet du Saut quantique à l'adresse URL : <http://www.apsq.org/sautquantique>.

Les auteurs autorisent toute utilisation de ce texte à des fins pédagogiques, pourvu qu'il y ait mention des auteurs et de leur collège.

Le respect de ces recommandations encouragera les auteurs à partager leur expérience.



La relève scientifique : des élèves chercheurs au collégial

Description de l'activité

APERÇU DE L'ACTIVITÉ

Le projet vise à intégrer des élèves des programmes *Sciences de la nature* et *Sciences, lettres et arts* dans des activités de recherche en physique appliquée. À cette fin, le Groupe de recherche et d'applications en physique au Collège de Sherbrooke (GRAPHYCS) a été créé. Les recherches menées par le GRAPHYCS portent sur des travaux en modélisation numérique et en physique appliquée qui sont menés en partenariat avec des entreprises, des centres de recherche et des universités.

PERTINENCE ET ORIGINALITÉ DE L'ACTIVITÉ

Ce projet trouve son originalité dans :

- *La participation d'élèves du collégial à des activités de recherche.*

Le projet a d'abord l'audace d'intégrer des collégiens non diplômés dans des activités traditionnellement réservées à des diplômés universitaires. Ce faisant, il leur propose un défi de taille et il stimule leur désir de se surpasser ainsi que leur satisfaction d'y parvenir.

- *Le développement de « situations authentiques » au préuniversitaire.*

L'enseignement collégial a évolué ces dernières années vers des approches pédagogiques qui proposent des mises en situation réelles dites « authentiques ». Ces approches ont prouvé leur efficacité tant pour accroître la qualité de l'intégration des apprentissages¹ que pour stimuler la motivation, en particulier dans les programmes techniques où les stages en milieu de travail et les mandats réels sont

courants. Or, dans les programmes préuniversitaires en sciences, aucun stage n'est prévu. Pour pallier ce manque, l'exercice de la recherche au sein d'un groupe de recherche, où les élèves chercheurs occupent une place active et prépondérante, constitue une situation « authentique » et ajoute à leur formation des activités directement liées à une fonction de travail dans le milieu scientifique.

- *L'utilisation dans la formation collégiale de la technologie moderne.*

Les activités de recherche du Groupe sont essentiellement centrées sur le traitement de données et sur l'élaboration de modèles sur ordinateur. Les puissants outils de calcul de notre premier partenaire universitaire (Université de Sherbrooke) ainsi que l'implantation locale d'un laboratoire de calcul numérique permettent aux équipes collégiales de s'approprier une technologie qu'elles n'auraient pu connaître et utiliser autrement.

- *Le renforcement des liens avec les universités.*

Le rapprochement durable des milieux de la recherche avec ceux de l'enseignement est souhaité depuis que l'on favorise le réseautage dans différents domaines. Déjà, des équipes universitaires de recherche collaborent, avec succès, avec des professeurs du collégial. Le groupe de recherche permet d'établir des ponts plus nombreux et des échanges plus fréquents entre les équipes des deux milieux : les universitaires sont invités à rencontrer régulièrement les équipes collégiales, à jouer le rôle de formateurs ainsi que de mentors et les collégiens ont l'occasion de côtoyer les cher-

¹ Voir Jacques LALIBERTÉ (mars 1995), « L'épreuve synthèse de programme : gage ou facteur de l'intégration des apprentissages? », *Pédagogie collégiale*, vol. 8, n° 3, p. 18-23.

cheurs universitaires dans leur milieu de travail. Les professeurs d'université viennent donner des séminaires lors de visites au collège. Les élèves ont aussi l'occasion de se rendre à l'université pour utiliser des équipements spécialisés.

- *L'activation des recherches au collégial.*

Une recherche du Fonds FCAR (Fonds pour la formation de chercheurs et l'aide à la recherche), menée en 1996, a démontré que la productivité des chercheurs de l'ordre collégial, qui étaient intégrés à des équipes universitaires de recherche, se comparait à celle de leurs collègues des universités. Le groupe de recherche, en développant des collaborations avec différents groupes universitaires, se trouve en bonne position pour mener des travaux significatifs et pour engendrer des résultats qui lui permettront de faire appel aux différents programmes de subvention (Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies, Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), etc.).

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES OU COMPÉTENCES VISÉES

Le projet vise avant tout à faire vivre une expérience de recherche scientifique aux élèves des programmes préuniversitaires *Sciences de la nature et Sciences, lettres et arts*.

Par cette approche, l'élève :

- A l'occasion d'intégrer ses connaissances et de mettre en pratique les compétences qu'il a acquises tout au long de son programme de formation.
- Vit une expérience orientante, car elle lui permet d'améliorer sa connaissance du milieu de la recherche et des fonctions de travail qui y sont rattachées. Cela est particulièrement vrai pour les filles pour qui la carrière de chercheuse en physique est non traditionnelle.
- Participe à un projet de recherche concret qui le fera contribuer à l'avancement des connais-

sances, ce qui devrait être une source de motivation et un gage de sa réussite.

- Apprend à utiliser des équipements à la fine pointe de la technologie et se met au parfum des recherches les plus actuelles.
- Se familiarise avec la rédaction de rapports scientifiques destinés à la publication dans des périodiques ayant un comité de lecture.
- Met en pratique ses compétences à présenter oralement les résultats de ses recherches dans le cadre d'un colloque scientifique.
- S'initie à la conception et à la réalisation d'une affiche destinée à être présentée dans un colloque scientifique.

Objectifs et relations avec le programme

RELATIONS ENTRE L'ACTIVITÉ ET LE PROGRAMME

Objectifs de programme visés

Le projet est un outil intégrateur puissant, car la recherche scientifique fait nécessairement appel à l'appropriation de l'ensemble des connaissances, des compétences et des habiletés visées par les deux programmes concernés. Il va de soi que la réalisation de cette activité constitue un enrichissement, puisque les élèves sont fréquemment amenés à explorer des concepts et des méthodes qui dépassent largement les objectifs de leur programme d'études.

Les objectifs de programme atteints sont :

- Appliquer la démarche scientifique;
- Résoudre des problèmes de façon systématique;
- Utiliser des technologies appropriées de traitement de l'information;

- Reasonner avec rigueur;
- Communiquer de façon claire et précise;
- Apprendre de façon autonome;
- Travailler en équipe;
- Établir des liens entre la science, la technologie et l'évolution de la société;
- Situer le contexte d'émergence et d'élaboration des concepts scientifiques;
- Adopter des attitudes utiles au travail scientifique;
- Traiter de situations nouvelles à partir de ses acquis.

Lien avec le cours

Pour permettre la réalisation des activités de recherche, les élèves participants obtiennent une dispense d'une partie de leurs travaux de laboratoire du cours *Électricité et magnétisme* ou *Physique II*. De plus, presque tout le temps normalement alloué au cours *Projet de fin d'études* ou *Activité synthèse en physique et en sciences humaines* est consacré aux activités de recherche. Voir l'annexe P.1 pour la grille de cours des deux programmes.

Lien avec les autres cours

Les élèves ont la chance de pouvoir appliquer les concepts théoriques explorés dans d'autres cours, tels que les cours de mathématiques, dans le but de résoudre une problématique réelle. Par les présentations orales et écrites que demande l'activité, l'élève doit aussi mettre en pratique les compétences qu'il a acquises dans ses cours de formation générale. Ce volet lui permet de prendre conscience de toute la pertinence de sa formation collégiale dans la perspective de sa future carrière scientifique.

Nombre d'élèves et encadrement pédagogique

NOMBRE APPROXIMATIF D'ÉLÈVES

Six personnes parmi les élèves qui prévoient réaliser leur activité de synthèse en physique.

NOMBRE D'ÉLÈVES PAR ÉQUIPE

2 ou 3 personnes

ENCADREMENT PÉDAGOGIQUE

Un professeur chercheur du cégep, qui possède déjà un bon réseau de collaborateurs dans le milieu de la recherche et au minimum un diplôme de maîtrise (profil recherche), voit à proposer des sujets de recherche pertinents, contemporains et accessibles à ses élèves. Les sujets retenus doivent conduire à moyen terme (environ 2-3 ans) à des publications scientifiques dans des périodiques ayant un comité de lecture.

Le professeur s'assure également de la disponibilité des données et des ressources bibliographiques et matérielles. Il voit aussi à compléter la formation des élèves au besoin, les oriente vers des lectures pertinentes et les suit de très près dans la réalisation de leurs travaux. Il s'assure que les travaux de ses élèves sont adéquatement valorisés (publication écrite, colloques, symposiums, etc.).

Le professeur a aussi le mandat de tisser des liens de partenariat avec les divers intervenants impliqués dans la recherche et le développement ainsi que de faire connaître auprès de ces derniers la qualité et la compétence de ses élèves.

Enfin, le professeur est responsable de l'évaluation des activités pédagogiques, de concert avec le professeur titulaire des cours dont l'élève est partiellement exempté.

Déroulement de l'activité

DÉROULEMENT DE L'ACTIVITÉ ET TEMPS DE RÉALISATION DE CHAQUE ÉTAPE

Avant

Les professeurs chercheurs :

- Tissent des liens de partenariat avec les divers intervenants impliqués en recherche et développement (universités, centres de recherche publics et entreprises) et font connaître auprès de ces derniers la qualité et les compétences de leurs élèves chercheurs.
- Rencontrent les élèves de première année pour leur présenter les programmes de recherche.

Les deux axes de recherche qui ont été proposés aux élèves sont la télédétection et les sciences de l'atmosphère de même que la thermofluidique numérique. À titre d'exemple, des élèves du premier axe travaillent à mettre au point un modèle tridimensionnel pour simuler la pollution lumineuse dans le but de détecter les polluants atmosphériques nocturnes. Une équipe de l'axe thermofluidique numérique met au point une technique de maillage auto-adaptable pour résoudre plus finement des problèmes d'écoulement fluide ou de transfert thermique. De façon générale, les équipes du groupe de recherche explorent une facette d'un projet plus vaste. Ce mode de fonctionnement permet de rendre chaque projet réalisable dans un délai d'un an et favorise la concertation au sein du groupe.

- Recueillent les commentaires des professeurs de première année pour recruter les meilleurs candidats selon l'excellence de leurs résultats, leur esprit créatif et leur sens des responsabilités, le tout en fonction des places disponibles.

Les élèves :

Durant la première année du diplôme d'études collégiales (DEC), l'ensemble des élèves du collège sont invités à participer, en tant qu'auditeurs libres, aux activités de diffusion du groupe, telles que le colloque annuel du GRAPHYCS, les conférences données par des chercheurs partenaires, l'Expo-sciences, etc.

Pendant

À la troisième session, les élèves :

- Participent à une recherche dirigée, à raison de deux heures par semaine, en compagnie du professeur chercheur (en groupe de six élèves).
- Exécutent deux heures de travail dirigé par semaine en compagnie du professeur chercheur (par équipe de deux ou trois élèves).
- Sont libérés d'une partie des heures normalement allouées au laboratoire pour les élèves inscrits aux cours *physique II* ou *Électricité et magnétisme*.
- Produisent, à la fin de la session, un rapport d'étape qui sera évalué par le professeur chercheur.
- Déposent un résumé de communication à l'Association francophone pour le savoir (ACFAS).
- assistent, à titre d'auditeurs libres, aux conférences données par les invités du GRAPHYCS.

À la quatrième session, les élèves :

- Participent à une recherche dirigée, à raison de deux heures par semaine, en compagnie du professeur chercheur.
- Poursuivent des activités de recherche à raison de trois heures par semaine; seuls les élèves inscrits au cours *Activité synthèse en physique*



Activité 11

La relève scientifique : des élèves chercheurs au collégial

Activité réalisée au Collège de Sherbrooke par MARTIN AUBÉ

et en sciences humaines du programme *Sciences, lettres et arts*, qui auront choisi d'approfondir le volet physique de cette activité, et ceux qui sont inscrits au cours *Projet de fin d'études en physique* du programme *Sciences de la nature* pourront mener ces activités.

- Exécutent deux heures de travail non dirigé par semaine.
- Produisent un rapport synthèse faisant le bilan des activités de recherche et des résultats qu'ils ont obtenus.
- Présentent obligatoirement les activités de recherche aux autres élèves du programme dans le cadre d'un colloque organisé par le GRAPHYCS (mi-mai).
- Produisent une affiche commune pour le groupe qui résume les projets menés par les élèves et le professeur chercheur. Cette affiche fait l'objet d'une évaluation. Elle est destinée à la vulgarisation des travaux du GRAPHYCS à l'Expo-sciences (début mars).
- Participent et présentent (certains élèves) une communication aux colloques de l'ACFAS (mi-mai) et/ou de l'Association pour la recherche au collégial – ARC (fin mai). Ceci est valable pour tous les élèves et professeurs chercheurs, mais cette participation est facultative et elle n'est pas évaluée.
- Assistent comme auditeurs libres aux conférences données par les invités du GRAPHYCS.

Après

Après la quatrième session :

Les élèves chercheurs ayant obtenu des bourses, le cas échéant, peuvent accompagner le professeur chercheur à un congrès international.

Les élèves qui se sont distingués par la qualité de leurs travaux et par leur autonomie ont la possibilité d'obtenir un stage rémunéré à l'Université de Sherbrooke.

Évaluation et matériel nécessaire

SUGGESTIONS D'ÉVALUATION

À la troisième session, les évaluations comptent pour 75 % à 100 % du résultat attribué aux travaux de laboratoire du cours *Électricité et magnétisme* ou *Physique II*, selon l'entente prise avec les professeurs titulaires de ces cours.

- Vingt pour cent de cette note est accordé au dépôt d'un résumé de projet selon les critères d'un résumé de communication de l'ACFAS.
- Quatre-vingts pour cent est alloué à la remise du rapport d'étape qui doit contenir la problématique, le cadre théorique, la méthodologie et un échancier. Ce rapport fait l'objet d'une évaluation sommative. Les corrections proposées par le professeur devront être intégrées lors de la rédaction du rapport final.

À la quatrième session, les évaluations comptent pour 55 % à 75 % du résultat attribué au cours *Projet de fin d'études* ou *Activité synthèse en physique et en sciences humaines*, selon l'entente prise avec les professeurs titulaires de ces cours.

- Dix pour cent est accordé à la réalisation d'une affiche de vulgarisation pour le Groupe et destinée à l'Expo-sciences.
- Vingt-cinq pour cent est alloué à la présentation orale, en utilisant les technologies de l'information, lors du colloque organisé par le GRAPHYCS.
- Cinquante pour cent de la note correspond à l'évaluation du rapport final qui devra respecter le guide de rédaction du GRAPHYCS, disponible sur son site Internet (www.graphyqs.qc.ca). Ce résultat est obtenu conditionnellement à la remise d'un second document qui prend en considération les remarques et les corrections demandées par le professeur chercheur, suite à l'évaluation du premier rapport.

- Quinze pour cent est associé à la présentation, sous forme d'affiche, des activités de recherche du Groupe lors du colloque organisé par le GRAPHYCS (début mai).

Les critères d'évaluation ainsi que la pondération des activités des élèves du GRAPHYCS doivent faire l'objet d'une entente entre le professeur titulaire du cours de physique, dont l'élève est partiellement exempté, et du professeur chercheur. Toutefois, l'évaluation est faite par le professeur chercheur.

MATÉRIEL NÉCESSAIRE

Le GRAPHYCS dispose d'un parc de onze ordinateurs utilisant le système d'exploitation *Linux*. Une partie de ces ordinateurs sont sécurisés par un système de piles, qui est relié à la génératrice, ce qui permet d'assurer la réalisation de tâches de calcul prolongées à l'abri des interruptions de courant. Les stations de travail sont reliées au réseau Internet par un lien rapide et elles sont accessibles de l'extérieur, ce qui permet aux élèves et aux professeurs de travailler à distance en tout temps.

Un certain nombre de logiciels spécialisés en lien avec les sujets de recherche ont été acquis. Toutefois, compte tenu du choix de *Linux* comme système d'exploitation, le GRAPHYCS bénéficie de considérables ressources du domaine libre, ce qui a pour effet de limiter les coûts. Comme l'usage de systèmes *Unix*, tels que *Linux*, est très répandu au sein de la communauté scientifique, les échanges bilatéraux de logiciels avec d'autres laboratoires sont grandement facilités.

Le GRAPHYCS s'est procuré de l'équipement de base (*GPS*, appareil photo numérique, pièces optiques pour la construction d'instruments, etc.) pour rendre possible certaines recherches, entre autres, dans le domaine de la télédétection. Le GRAPHYCS a également établi des collaborations stratégiques avec des équipes universitaires qui lui donnent accès à leurs équipements spécialisés. Le GRAPHYCS bénéficie évidemment des ressources des laboratoires du département de physique du Collège de Sherbrooke.

Plusieurs données numériques, telles que des images satellites et des modèles numériques de terrain, ont été acquises.

Le GRAPHYCS a aussi fait l'acquisition d'une collection d'ouvrages spécialisés dans les champs de recherche poursuivis par le Groupe.

ANNEXES

Professeur

Annexe P.1 : *Grille de cheminement scolaire*

Élèves

Les documents pertinents sont rassemblés sur le site Internet du GRAPHYCS (www.graphyqs.qc.ca), plus spécifiquement dans les sections « Documents », « Publications » et « Guide de survie de l'étudiant chercheur ». Ce site est un élément important assurant le lien entre l'ensemble des participants du projet.

Remarques :

L'annexe en format PDF se retrouve dans le cédérom qui accompagne ce recueil.

De plus, cette annexe en format Word et une analyse pédagogique de l'activité sont également disponibles dans la section *Trésors pédagogiques* du site Internet du Saut quantique à l'adresse URL : <http://www.apsq.org/sautquantique>.

COÛT D'IMPLANTATION ET DE SURVIE DU PROJET

L'implantation du projet a nécessité l'installation d'un laboratoire de modélisation numérique ainsi que l'acquisition d'équipements optiques et électroniques à un coût total approximatif de 50 000 \$. La survie du projet est assurée par l'engagement du collège à voir au renouvellement et à la mise à jour de l'équipement informatique, à mettre un analyste informatique à la disposition du groupe à raison d'une journée par semaine. Le collège doit aussi voir au dégage-ment des professeurs à raison de deux jours par



Activité 11

La relève scientifique : des élèves chercheurs au collégial

Activité réalisée au Collège de Sherbrooke par MARTIN AUBÉ

semaine par groupe de six élèves. Dans le cas du GRAPHYCS, ce dégagement est financé par une subvention du ministère des Finances, de l'Économie et de la Recherche du Québec (anciennement appelé *ministère de la Recherche, de la Science et de la Technologie*). Certains coûts, tels que les frais d'inscription au congrès de l'ACFAS, l'achat de pièces optiques et de données numériques ainsi que les frais de campagnes de terrain, sont financés par la fondation du collège (environ 1500 \$ par an).

Autres idées à explorer

Plutôt que de faire participer l'élève à toutes ces activités, il est possible d'en choisir une partie si les budgets sont limités.

Médiagraphie

Groupe de Recherche et d'Applications en PHYsique au Collège de Sherbrooke. [En ligne]. Adresse URL : <http://www.graphyqs.qc.ca>.

