Environnements de l'élève au collégial et mathématiques ; quelques défis à relever

Jean Fradette,
Cégep de Sherbrooke

Résumé

L'élève que nous accueillons dans la classe ou au bureau évolue dans divers environnements naturels et culturels qui peuvent conditionner et influencer ses façons d'aborder les mathématiques. Ce texte permettra à l'auteur de présenter quelques observations faites à titre d'enseignant et, durant cinq ans, à titre de responsable de l'encadrement des élèves en difficulté en Sciences de la nature[1], et permettra de partager quelques stratégies pour concilier les environnements des élèves du XXI[e] siècle et l'enseignement d'une discipline toujours bien en vie malgré sa longue existence.

... s'il est vrai que la topologie est la mathématique la plus fondamentale, [...] l'environnement est, pour le mammifère humain, le plus fondamental [...] (Morval, 1981, p. 10)[10]

1 Quelques précisions sur les environnements considérés

L'étude de l'environnement nous amène habituellement à considérer l'ensemble des conditions naturelles (physiques, chimiques et biologiques), culturelles et sociologiques dans lesquelles les organismes vivants se développent. Les années 1980 ont vu naître le *modèle écologique du développement humain*, grâce aux travaux de Urie Bronfenbrenner (psychologue et chercheur américain). Ce modèle a connu un bon accueil et figure aujourd'hui parmi les modèles généralement reconnus (Franke, 2010, p. 24)[4] pour analyser un ensemble d'influences pouvant agir sur le développement de l'individu. Quelques études de Jacques Roy, enseignant au département de Techniques de travail social du Cégep de Ste-Foy, inspirées de ce modèle, portent sur les liens entre la réalité des jeunes collégiens, leurs valeurs et leurs divers environnements (milieu scolaire, réseaux social et familial, milieu de travail, conditions socioéconomiques).

[1] Au Cégep de Sherbrooke, il y a un responsable de l'encadrement pour chaque programme d'études.
• Il a un rôle de coordination et de concertation des interventions de prévention dans le programme ;
• il est l'intervenant privilégié pour la collecte et la transmission d'informations entre les intervenants, autant au niveau du dépistage que du suivi des élèves ;
• il a un rôle d'intervention, en interpellant un élève lorsque ses difficultés ont des effets sur plus d'un cours de son programme, en répondant aux demandes de soutien des élèves et en les référant au besoin.

Selon Jacques Roy, les jeunes ne font pas que subir l'effet des structures et des conjonctures, mais prennent activement part aux transformations du système social. Par exemple, même si on peut penser que les idéaux de la société marchande et la culture du divertissement dans la société détournent les étudiants de la connaissance et du savoir, la réussite des études demeure importante pour 83,2 % des filles et 69,7 % des garçons (Roy, 2004, p. 98) [13].

De même que dans l'approche de Jacques Roy, les suggestions présentées dans ce texte présument qu'une personne n'est pas un organisme réagissant passivement aux contingences de son environnement, ni une victime de son stade de développement ou de ses capacités limitées de traitement de l'information et d'apprentissage ; il est admis qu'il est possible de mettre en place des stratégies permettant de tirer parti des forces des élèves et de compenser l'impact de leurs limites.

2 Défis à relever et suggestions

Quelques défis liés à l'environnement dans lequel vivent les collégiens et à certaines caractéristiques des mathématiques ou de l'enseignement de cette discipline seront présentés dans ce qui suit. Une mise en contexte permettra d'introduire chacun de ces défis, à la suite de quoi le défi sera énoncé et sera suivi de quelques stratégies pouvant aider à tenter de le relever.

2.1 Premier défi

Chantal Royer, Gilles Pronovost et Sarah Charbonneau (Royer, Pronovost et Charbonneau, 2004, p.60)[14] ont observé que lorsque les jeunes parlent de leurs études, il est question, de façon dominante, de la carrière et de la réussite sociale, davantage que de l'acquisition de connaissances. Les études, bien que presque toujours vues comme une garantie de succès professionnel, sont rarement considérées comme utiles dans l'instant présent.

Jacques Roy (cité par Grégoire, 2008, p. 20)[5] a de son côté observé que la question du rapport au temps est au coeur des préoccupations des cégépiens qui disent avoir « mille occupations » et que depuis le milieu des années 1970, le pourcentage de cégépiens travaillant tout en étudiant à temps plein est passé de 17 % à 72 %. Les élèves accordent actuellement en moyenne 17 heures par semaine à leur emploi et cinq heures de moins à l'étude à la maison.

Il ne faut donc pas s'étonner d'observer que cette urgence de vivre incite parfois les élèves à rechercher rapidement une réponse (parfois au détriment de la démarche), à ne pas toujours contre-vérifier un résultat obtenu ou à s'impatienter devant des explications qui ne conduisent pas directement à un résultat tangible à leurs yeux.

Défi 1 L'apprentissage des mathématiques, comme celui d'autres disciplines, nécessite une période d'incubation, une appropriation lente de certaines idées, et nécessite donc du temps.
Comment amener les étudiants, en mathématiques, à prendre le temps de chercher et à ne pas nécessairement trouver rapidement ?

On doit d'abord éviter de présenter les activités d'apprentissage comme étant faciles (à vouloir constamment rassurer les troupes, on peut convaincre les élèves que tout est facile), et rendre légitime le fait de rencontrer des difficultés et d'avoir à faire des efforts. En ce sens, l'explication de la pondération du cours de mathématiques (par exemple, 3-2-3), dès la première rencontre et ensuite périodiquement, ne peut pas nuire.

Toutefois, plus que tout, il faut ne pas négliger de placer occasionnellement les élèves dans des contextes où ils auront inévitablement à prendre le temps de décortiquer une situation et réfléchir sur celle-ci. On peut y arriver en présentant un travail de plus longue haleine, au cours duquel les élèves doivent se pencher par exemple sur les diverses définitions présentées et doivent aborder une problématique en termes d'étapes et non en termes de résultats à obtenir. Nicolas Pfister (Pfister, 2006, p. 169)[11] présente le rôle que peuvent jouer les divers acteurs intervenant dans une situation « par problèmes » en mathématiques. Les trois premiers acteurs sont :

• le questionnaire, qui agit comme maître du jeu et qui ne peut aucunement être remis en question ;

• l'enseignant, qui doit apprendre à mettre une certaine distance entre ses connaissances et celles imposées par le questionnaire ;

• le manuel, prêt constamment à rendre service, mais présentant une connaissance qui ne colle pas toujours à ce que l'on souhaite trouver.

L'élève, le quatrième acteur[2], doit apprendre à négocier avec les trois autres acteurs pour obtenir d'eux ce dont il a besoin. Si un enseignant place les élèves dans des situations par problèmes dans lesquelles chaque acteur joue pleinement et honnêtement son rôle, la « négociation » qu'entreprend l'élève exige de lui un temps incontournable pour arriver à ses fins.

France Caron (Caron, 2006, p. 153)[1] rappelle qu'intégrer de façon explicite la dimension historique à l'enseignement des mathématiques permet, entre autres, d'aider les élèves à percevoir les mathématiques comme le fruit d'une lente construction humaine, de montrer que les résultats scientifiques ne sont pas figés et qu'ils sont souvent le fruit d'un long travail d'élaboration.

2.2 Second défi (lié de près au premier défi)

À la maison, dans la rue, les jeunes sont bombardés d'informations, de sensations et sont surstimulés par les jeux vidéos, la téléphonie cellulaire et Internet, le MP3, le zapping, en fait par un monde de technologies qui se développent à un rythme rapide. En parallèle, le papier et le crayon sont souvent les principaux outils exploités dans la classe de mathématiques. En particulier lors des cours magistraux où les variations de stimuli sont peu nombreuses, des élèves disent avoir de la difficulté à se concentrer sur une longue période de temps et ont rapidement, par le fait même, une perte d'attention et de motivation en classe.

[2]Lors de la présentation de l'atelier au congrès de Rimouski, un participant a suggéré d'ajouter aux quatre acteurs identifiés un cinquième acteur ; les notes de cours prises par l'élève en classe.

Les travaux de Nicolas Carr (cité par Jounet, 2010, p. 8)[8] (auteur et journaliste américain) l'ont conduit à croire que l'utilisation d'Internet change les cerveaux en provoquant un éparpillement[3] qui empêche de créer un lien intellectuel fort à une idée et en habituant les internautes à jongler rapidement avec quelques idées et de nombreuses distractions. Selon Carr, ce problème résulte tant des caractéristiques intrinsèques d'Internet (conçu pour offrir simultanément différentes formes d'information et des sources potentielles de division de notre attention) que de l'utilisation qu'on en fait.

Défi 2 La première génération des « natifs du numérique »[a] serait très bonne dans la capacité à s'adapter rapidement à de nouvelles situations et à effectuer simultanément des tâches multiples. De plus, cette génération est informée de beaucoup de choses... parfois superficiellement. Comment présenter aux élèves des concepts mathématiques qui demandent un approfondissement ? Et les concepts qu'ils croient avoir déjà étudiés au secondaire, spécialement dans les cours de mise à niveau, les cours de mathématiques appliquées et les cours de statistiques ?

[a] Expression utilisée par Michel Dumais, dans le journal *Le Devoir*, 5 janvier 2009.

Il ne faut pas oublier que la possibilité de s'inscrire, au secondaire, dans trois séquences (Sciences naturelles, Technico-sciences et Culture, société et technique) fait en sorte que les élèves qui arrivent au cégep depuis l'automne 2010 risquent de s'attendre à un plus grand respect de leur rythme d'apprentissage et auront de la difficulté à réussir dans des laps de temps courts, surtout lorsque la tâche est effectuée de façon individuelle.

Bien sûr, on peut, par l'approche utilisée et par les tâches demandées, inciter les élèves à apprendre en réfléchissant et décourager l'utilisation d'un catalogue de recettes. On peut également penser à un enseignement moins magistral (souvent associé au tableau vert et aux documents imprimés), plus interactif, en amenant par exemple les élèves à utiliser pertinemment les ressources technologiques.

À cet égard, Colette Laborde (Laborde, 2006, p. 14, 16 et 17)[9] suggère entre autres d'apprendre à utiliser les diverses formes d'outils technologiques pour l'activité mathématique (calculatrices scientifiques, logiciels, éditeurs de données, géométrie dynamique), d'exploiter le fait que les nouvelles technologies introduisent de nouveaux systèmes de représentation et de tenter de bien délimiter les caractéristiques des tâches avec les technologies qui contribuent à donner un sens aux concepts mathématiques à apprendre.

2.3 Troisième défi

La démocratisation de l'information via les médias électroniques et une culture dans laquelle « toutes les opinions se valent » fournissent de multiples occasions de déduire très vite de grandes généralisations sans réels fondements. Parallèlement, la rédaction de preuves est, pour plusieurs élèves, une activité dénuée de sens et d'intérêt ; pourquoi prouver des énoncés dont on est certain qu'ils sont vrais ? (Pour ces élèves, la preuve ne sert qu'à confirmer une information déjà connue et déjà établie comme vraie par l'enseignant.)

[3] Sénèque a dit, voilà près de 2000 ans : « C'est n'être nulle part que d'être partout » Lettres à Lucilius. Lettre 2, p. 24, "Apprendre à se limiter." [1] à [3], *nihil tam utile est ut in transitu prosit.*

Stéphane Cyr (Cyr, 2001, p. 21)[2] note qu'une preuve ne possède à l'extérieur des mathématiques que très peu d'applications, sa raison d'être fondamentale étant l'explication et la validation des découvertes mathématiques. Par conséquent, si les élèves rédigent une preuve, c'est plus souvent pour exposer leur savoir à l'enseignant que pour fournir une explication valable à une situation mathématique. Dès lors, peut-on penser qu'un élève va ressentir un besoin intrinsèque d'effectuer des preuves afin d'améliorer son raisonnement déductif ?

S'ajoute à cela le fait que plusieurs élèves ont de la difficulté à imaginer qu'un simple contre-exemple puisse provoquer le rejet définitif d'une conjecture qui semblait applicable à une infinité de cas. Cette difficulté est selon certains expliquée par un manque de symétrie entre la possibilité d'utiliser un contre-exemple pour invalider une affirmation qui semblait applicable à une infinité de cas, et l'impossibilité d'utiliser un unique exemple pour prouver une telle affirmation. Cette nuance importante n'est pas simple à présenter à des élèves qui, dans leur cours de français, abordent certaines règles grammaticales s'appliquant toujours... sauf pour quelques exceptions.

Défi 3 Les élèves du collégial ont découvert certains concepts préalables en mathématiques par essais et erreurs (grâce entre autres à la calculatrice à affichage graphique). Il peut être difficile pour eux d'attribuer à la rigueur l'importance que l'enseignant y accorde.
Comment amener les élèves à voir les mathématiques « comme antidote par excellence à l'absolutisme (...), comme un laboratoire d'une culture du conditionnel, comme lieu d'élaboration de vérités sous conditions, de vérités relatives à la présence ou non de certaines prémisses » (Hodgson, 2002, p. 23)[7] ?

Bien que l'inductif, important dans l'exploration et la recherche d'une régularité à partir d'observations, ne doive pas être négligé, il est important en classe d'en présenter les limites. Face à une preuve que l'élève doit comprendre ou élaborer, il faut prendre en compte le fait que la formulation d'une preuve demande plusieurs habiletés mathématiques et un certain niveau d'abstraction, ainsi que la relative crédulité des élèves, qui sont facilement convaincus par des affirmations qui leur sont proposées ou par ce qu'ils « croient voir ».

Philippe Etchecopar et Jean-Claude Simard (Etchecopar et Simard, 2006, p. 151 et 152)[3] font ressortir qu'en classe, un enseignant peut :

• chercher à parler du contexte dans lequel les découvertes mathématiques ont été faites et non pas seulement du contexte de justification, une fois la découverte prouvée ;

• placer l'élève dans des situations où il est amené à réfléchir plutôt qu'à croire, en introduisant l'esprit critique et la culture scientifique dans les cours de mathématiques ;

• parler du fait que les mathématiques, longtemps exclusivement pures, formelles et universellement applicables, sont maintenant, grâce à l'informatique, en partie expérimentales.

Quant à eux, France Caron (2006, p. 55)[1] et Stéphane Cyr (Cyr, 2001, p. 22 et 24)[2] suggèrent aux enseignants :

• de valoriser les termes et leurs définitions comme outils pour raisonner ;

• d'instaurer dans la classe une culture du doute où les « pourquoi » et les « est-ce que c'est toujours vrai » ont autant leur place que les « combien » et les « comment » ;

• de poser des questions où l'absence de réflexion conduit presque inévitablement à une mauvaise réponse alléchante ;

• de montrer aux élèves de quelle façon une preuve peut accroître la compréhension d'une idée en en révélant le cœur ;

• d'instaurer un contexte de débat social afin d'amener les élèves à formuler une explication la plus acceptable possible. En amenant les élèves à ressentir un risque de perdre et à développer leur désir de gagner, on reproduit en classe le processus réel de validation mathématique.

2.4 Quatrième défi

L'immigration et la possibilité plus grande d'étudier pendant une ou quelques années à l'étranger font en sorte que le nombre d'élèves ayant complété des pans de leurs études primaires ou secondaires hors du Québec n'est pas négligeable dans certains cégeps. Comme le note Philippe P. Richard (Richard, 2002, p. 48)[12], les systèmes scolaires sont parfois fort différents, étant enracinés dans des coutumes et des idéaux socioculturels distincts. Le vocabulaire utilisé pour décrire les concepts mathématiques diffère même parfois d'un pays à l'autre. Par exemple, dans les programmes officiels, la propriété caractéristique du triangle rectangle, connue au Québec sous le nom de théorème de Pythagore, se nomme théorème de Thalès en Allemagne. Et ce dernier nom désigne en France une propriété caractéristique des droites parallèles.

Dans un courriel, la qualité de l'orthographe semble être peu considérée pour plusieurs internautes ; divers argots ou abréviations se sont rapidement développés avec l'usage. Sur Twitter, l'utilisation maximale de 140 caractères incite le rédacteur à utiliser de nombreuses abréviations. S'ajoute à cela l'introduction graduelle d'une « nouvelle orthographe », qui semble plus permissive et plus intuitive.

Des cellulaires ou le Blackberry permettent, lors de l'écriture d'un texte, de suggérer des mots dès l'écriture de quelques lettres. Des logiciels couramment utilisés (Word par exemple) soulignent plusieurs erreurs orthographiques ou grammaticales, et la vigilance du rédacteur risque alors d'être grandement réduite. De façon un peu similaire, plusieurs modèles de calculatrice permettent d'effectuer un calcul à partir d'une expression incorrecte telle « sin $(72^\circ$ ».

Défi 4 Les cours de mathématiques exigent l'utilisation d'une langue courante (principalement le français au Québec) et d'une langue et d'un symbolisme très particuliers.
Comment aider les élèves à s'approprier cette langue rigoureuse et le symbolisme qui s'y rattache ?

Dans l'optique de poursuivre le travail amorcé avant l'arrivée au collégial quant à la communication en mathématiques (une des trois compétences au secondaire est « communiquer à l'aide du langage mathématique »), il faut demander aux élèves d'utiliser la bonne terminologie vue en classe, ainsi que la bonne écriture orthographique des termes mathématiques. Lors d'une consultation individuelle, il faut laisser le temps à un élève de formuler précisément ses questions, sans rapidement « faire le travail » à sa place.

Il peut être également pertinent de présenter régulièrement certaines caractéristiques du langage mathématique : son « internationalité », sa précision (entre autres dans l'infiniment petit ou l'infiniment grand) déchargée de l'émotion et de certaines connotations que possèdent souvent les mots de la langue courante et sa capacité à présenter des concepts pouvant difficilement être abordés autrement que par le biais d'une approche mathématique.

3 En conclusion...

Les mises en contexte présentées précédemment permettent de croire que l'environnement dans lequel évolue un élève peut avoir une influence sur ses façons d'aborder le monde en général et les mathématiques en particulier. On soupçonnait déjà qu'à elle seule, l'époque dans laquelle vivent les individus peut avoir son impact. Dans le roman Le Théorème du perroquet (Guedj, 2000, p. 179 et 180)[6], l'auteur Denis Guedj suggère une explication quant au fait que la démocratie et l'argumentation soient nées en Grèce (et pas ailleurs), au VI^{e} siècle (et pas à une autre époque). Entre autres, les penseurs grecs n'étaient ni esclaves ni fonctionnaires d'État, comme ceux qui les ont précédés et qui appartenaient aux castes des scribes ou des prêtres. Les Grecs étaient de libres penseurs et n'avaient de comptes à rendre à personne.

À beaucoup plus petite échelle, l'enseignant de mathématiques, comme personnage central dans l'environnement scolaire de ses élèves, peut contribuer, par son attitude, par ses choix pédagogiques et les valeurs qu'il préconise en classe, par les activités d'apprentissage face auxquelles il place les élèves et par les mots qu'il utilise[4] pour parler de ces derniers et pour parler avec eux, à aider les élèves à venir en classe avec une attitude permettant plus facilement de plonger et de nager dans l'univers mathématique qui leur est offert, plutôt que de regarder de façon passive une personne faire des mathématiques à leur place.

Références

[1] Caron, F. (2006). Enjeux et défis d'une culture mathématique sans frontières. *Actes du 49^{e} congrès de l'A.M.Q. (Mathématiques et diversité culturelle),* 51–57.

[2] Cyr, S. (2001). Vers un enseignement signifiant de la preuve au secondaire. *Bulletin A.M.Q., XLI* (4), 19-27.

[3] Etchecopar, P. et Simard J.-C. (2006). Mathématiques et philosophie : pour une culture scientifique citoyenne. *Actes du 49e congrès de l'A.M.Q. (Mathématiques et diversité culturelle),* 149–154.

[4] La lecture de certains passages de *Chagrin d'école*, écrit en 2007 par Daniel Pennac (France, Éditions Gallimard) permet de réaliser de quelles façons les mots utilisés (et l'attitude qui les accompagne) peuvent avoir une importance aux oreilles des élèves. À noter que le premier chapitre du livre est sous-titré *Statistiquement, tout s'explique, personnellement tout se complique.*

[4] Franke, S. (2010). *Réalités contemporaines et enjeux émergents auxquels font face les jeunes au Canada,* Rapport de recherche, Ressources humaines et Développement des compétences Canada, récupéré le 15 septembre 2010 sur http ://www.horizons.gc.ca/page.asp ?pagenm=2010-0017_01&langcd=F

[5] Grégoire, I. (2008, 15 septembre). Génération pognon. *L'Actualité,* 20–28.

[6] Guedj, D. (1997). *Le Théorème du perroquet.* Paris, France : Éditions du Seuil, (1re éd. 1998).

[7] Hodgson, B. R. (2002). Pourquoi enseigner les mathématiques à tous ? *Bulletin A.M.Q., XLII* (1), 22-23.

[8] Jounet, P. (2010, 4 septembre). L'ère de la pensée tapageuse. *La Presse,* page 8 du Cahier Plus.

[9] Laborde, C. (2006). Les nouvelles technologies dans l'enseignement des mathématiques : entre défi et *modus vivendi* . *Actes du 49e congrès de l'A.M.Q. (Mathématiques et diversité culturelle),* 13-21.

[10] Morval, J. (1981). *Introduction à la psychologie de l'environnement* . Bruxelles, Belgique : Pierre Mardaga éditeur.

[11] Pfister, N. (2006). Les différents acteurs d'une situation d'apprentissage par problèmes : l'exemple d'un travail de session proposé aux élèves du programme de Sciences de la nature du Cégep de Sherbrooke dans le cadre de leur cours d'algèbre linéaire . *Actes du 49e congrès de l'A.M.Q. (Mathématiques et diversité culturelle),* 169-179.

[12] Richard, P. R. (2002). Mathématiques et enseignement secondaire en Europe. *Bulletin A.M.Q., XLII* (3), 47-53.

[13] Roy, J. (2004). Valeurs des collégiens et réussite scolaire ; convergences et divergences. Dans G. Pronovost et C. Roy (dir), *Les valeurs des jeunes,* (p. 95-111). Ste-Foy, Presses de l'Université du Québec.

[14] Royer C., Pronovost G. et Charbonneau S. (2004). Valeurs sociales fondamentales de jeunes Québécoises et Québécois ; ce qui compte pour eux. Dans G. Pronovost et C. Royer (dir) , *Les valeurs des jeunes,* (p. 50-73). Ste-Foy, Presses de l'Université du Québec.