

Un cours de didactique préparatoire aux stages

Denis Tanguay

Université du Québec à Montréal (UQAM)

Département de mathématiques, section didactique

tanguay@math.uqam.ca

Le *Baccalauréat en enseignement secondaire (BES), concentration mathématique*, est un programme universitaire de 1^{er} cycle obligatoire pour qui veut enseigner les mathématiques dans les écoles secondaires du Québec. Le Ministère de l'Éducation du Québec (MEQ) a fixé sa durée à quatre ans, durant lesquels l'étudiant effectuera quatre stages d'insertion professionnelle. Le département de mathématiques de l'Université du Québec à Montréal (UQAM) a choisi d'articuler ce programme autour de deux cours centraux, le cours *Didactique 1 et laboratoire* (6 crédits) préparatoire au stage 2, et le cours *Didactique 2* (5 crédits) préparatoire au stage 4.

C'est le premier de ces deux cours qui fera l'objet du présent exposé, encore que le second poursuive sensiblement les mêmes objectifs selon les mêmes voies, en insistant cependant davantage sur certains aspects, notamment l'évaluation et la planification d'enseignement à plus long terme. À travers la description du cours *Didactique 1 et laboratoire* qui va suivre, nous allons dégager les principes et orientations selon lesquels nous cherchons à diriger la démarche d'enseignement de nos étudiants, tout en relevant où et comment ceux-ci peuvent expérimenter cette démarche concrètement dans le cours. Nous concluons avec quelques réflexions, suscitées par ce qui nous apparaît être les principaux problèmes et difficultés rencontrés par les étudiants dans l'état actuel d'élaboration, d'organisation et de gestion du cours.

1. La place du cours dans le programme.

Le cours *Didactique 1* est normalement suivi en première année, deuxième session du programme. Celui-ci compte également :

- douze cours de pédagogie ou de psychopédagogie communs aux différentes concentrations du BES ; par exemple, *Relation du groupe classe et citoyenneté scolaire*, *Adolescents en difficulté d'ordre comportemental au secondaire*, etc.
- le Stage 1 d'immersion en milieu scolaire, non disciplinaire ;
- le Stage 3, dit d'« Enseignement des mathématiques auprès de clientèles diversifiées » (en difficulté d'apprentissage ou comportementale, douance, classes d'accueil, éducation aux adultes), et qui est précédé du cours *Didactique d'intervention en mathématiques auprès de clientèles diversifiées* (3 crédits) ;
- quatre cours d'informatique de 3 crédits¹ chacun, en lien avec l'enseignement des mathématiques ;
- dix cours de mathématiques de 3 crédits chacun, dont *Géométrie 1 et 2*, *Structures numériques*, *Algèbre linéaire et géométrie vectorielle*, *Probabilités et statistiques*, *Initiation à l'analyse*, *Théorie des équations*, *Histoire des mathématiques* ;
- quatre cours de didactique de 3 crédits chacun, en plus des trois déjà cités. Ce sont *Didactique de l'algèbre*, *Raisonnement proportionnel et concepts associés*, *Didactique de la variable et des fonctions* et *Didactique de la géométrie*.

2. L'organisation du cours.

¹ Un cours de 3 crédits compte généralement 45 heures, à raison de 3 heures par semaine pendant quinze semaines.

Dans le cours *Didactique 1 et laboratoire*, l'équipe d'enseignants de l'UQAM² cherche à faire vivre aux étudiants leurs premières expériences d'enseignement, tout en les sensibilisant aux différents aspects qui doivent être pris en compte dans l'élaboration d'une leçon de mathématiques : les concepts, le programme du MEQ, les préalables, les difficultés des élèves, leurs conceptions erronées, l'analyse de leurs stratégies, procédures et raisonnements ainsi que de ceux qu'on veut mettre en place, l'évaluation, etc. Cela se fait à travers quatre volets distincts : le volet « cours » proprement dit, les séances d'exercices, les laboratoires et les leçons.

2.1. Le cours.

Dans le volet « cours », ces aspects à investiguer avant de bâtir une série de leçons sur un sujet mathématique donné, sont abordés sur la base exemplaire de l'enseignement de la moyenne en 1^{re} et 3^e secondaires, ainsi que des rationnels (numérations fractionnaire et décimale ; opérations) en 1^{re} secondaire. La moyenne a été choisie parce qu'il s'agit d'un sujet dont l'enseignement remonte au primaire, sujet qui paraît simple mais qui cache en réalité toutes sortes de difficultés, engendrées entre autres par les conceptions véhiculées dans les articles de journaux, les statistiques sportives, les évaluations à l'école... L'enseignement des rationnels pour sa part permet de prolonger le travail amorcé dans le cours de *Structures numériques*. Nos étudiants y sont de plus fréquemment confrontés en Stage 2.

On envisage les questions d'apprentissage que posent ces sujets à travers des analyses de productions d'élèves, des discussions en forum, où des éléments de réponse sont élaborés puis présentés par les étudiants devant la classe, ou encore expérimentés dans des activités de type « atelier ». Au fil de ces travaux sont constituées des *banques de problèmes-types*, de façon entre autres à mettre en œuvre le second des sept principes sur lesquels doit s'appuyer la démarche d'apprentissage selon le MEQ, à savoir :

- Garder les élèves actifs.
- Favoriser la résolution de problèmes :
 - avoir une variété de problèmes bien choisis ;
 - donner aux élèves des outils, des méthodes qui les rendent autonomes dans leur démarche de résolution ;
 - viser autant que possible à ce que les élèves valident eux-mêmes leurs solutions.
- Apprendre aux élèves à faire des liens ; les aider en ce sens.
- Faire en sorte que l'apprentissage se fasse dans un environnement de communication.
- Poser des diagnostics sur les connaissances des élèves.
- Construire un apprentissage qui s'articule sur et à partir des connaissances manifestées par les élèves.
- Amener régulièrement les élèves à prendre du recul, à se prononcer sur leurs démarches ou sur celles des autres.

À ces principes s'ajoutent ceux qui sont propres aux cours de didactique de notre programme :

1. Avoir recours à la verbalisation.
2. Avoir recours à la contextualisation.
3. Avoir recours à des représentations visuelles.
4. Avoir recours à la manipulation.

² Parmi tous ceux qui de près ou de loin se sont impliqués dans l'élaboration des contenus et dans leur organisation, il convient de mentionner Claudine Mary et au tout premier chef, Bernadette Janvier.

5. Utiliser les recours précédents pour donner du sens aux méthodes, formules, algorithmes, définitions, symboles, etc.
6. Avoir recours aux analogies pour faire comprendre et analyser une situation, une méthode, une formule...
7. Construire des tâches en ayant recours à divers modes de représentation.
8. Favoriser des activités de traduction entre modes de représentation.
9. Provoquer les erreurs.
10. Provoquer des conflits cognitifs et socio-cognitifs³.
11. Laisser à l'élève l'opportunité de découvrir lui-même son ou ses erreurs.
12. Faire produire les élèves ; utiliser ces productions pour travailler dans les leçons.

À travers un exemple précis, voyons à quel type de travail la prise en compte des aspects susmentionnés peut donner lieu. On propose le problème suivant.

Problème. *La moyenne d'âge d'un groupe de médecins et d'avocats est de 40 ans. Si l'âge moyen des médecins est 35 et celui des avocats 50, quel est le rapport entre le nombre de médecins et le nombre d'avocats ?*

Se situer dans le programme : en supposant qu'on l'ait déjà fait pour le sujet « moyenne », il s'agit dans ce cas particulier de prendre conscience que si le problème est soumis en secondaire 1, alors l'élève n'a pas accès à une solution algébrique.

Difficulté principale : l'élève dira qu'il « manque des données ». Il ne sait par où entrer dans le problème puisqu'il ne connaît ni le nombre de médecins, ni le nombre d'avocats, ni le nombre total d'individus dans le groupe.

La conception erronée « la moyenne est la valeur qui se situe au milieu des données » pourrait induire l'erreur : « le problème est impossible puisque 40 n'est pas au milieu de 35 et 50 ».

Un *raisonnement* central, celui de la « mise à niveau » (*la moyenne est la valeur obtenue quand on répartit équitablement le total des données entre toutes les unités statistiques observées*), conduit au raisonnement secondaire : *la somme des données au-dessus de la moyenne est égale à la somme des données en dessous*.

Verbalisé dans le présent *contexte*, ce raisonnement devient : « la somme des années données par les avocats à la moyenne est égale à la somme des années reçues de la moyenne par les médecins ». L'élève de Secondaire 1 est alors à la portée d'une solution (arithmétique) : puisque chaque médecin reçoit 5 années de la moyenne et que chaque avocat en donne 10, la somme des années reçues égalera la somme des années données s'il y a 5 avocats pour 10 médecins.

Analogie : le bras de levier, en équilibre sur le point d'appui situé à la moyenne 40. Le poids « médecins » est situé à 35, le poids « avocats » à 50. Selon le principe du levier, pour avoir équilibre, le poids des médecins doit être le double de celui des avocats. Permet d'avoir recours à un *mode de représentation* graphique dans la résolution de la tâche.

Le travail sur un tel problème peut également être l'occasion d'amorcer une réflexion sur ce que sont les *variables didactiques* : comment augmente ou diminue la difficulté si l'on change les valeurs numériques, ou le contexte (35 \$ et 50 \$ deviennent la contribution moyenne respective des médecins et des avocats à une œuvre de charité, par exemple), ou la formulation...

³ Les principes 9 et 10 visent à ce qu'au besoin, les élèves révisent et même dans certains cas, rejettent leurs conceptions ou leurs stratégies.

2.2. Les exercices.

Sous le monitorat d'étudiants de 3^e ou 4^e année, on y met en pratique ce qu'on voit dans le cours. Voici un exemple d'exercice proposé, en numération.

Alain veut trouver combien de verres de $\frac{3}{4}$ de litre il peut remplir avec 4 litres. Il écrit :

$$\frac{3}{4} + \frac{3}{4} = \frac{6}{4} = 1 \frac{1}{2} + \frac{3}{4} = 2 \frac{1}{4} + \frac{3}{4} = 3 + \frac{3}{4} = 3 \frac{3}{4} + \frac{1}{4} = 4$$

5 verres $\frac{1}{4}$

Le prof dit : « C'est $5 \frac{1}{3}$ la réponse, il faut faire 4 divisé par $\frac{3}{4} = 4 \times \frac{4}{3} = \frac{16}{3}$

Analysez cette intervention. Comment vous-mêmes interviendriez-vous en Secondaire 1 ?

Il s'agit bien sûr ici pour l'étudiant de décortiquer la réponse de l'élève Alain, de poser un diagnostic sur ses erreurs mais aussi sur ce qui est valable dans son raisonnement nonobstant la maladresse dans la rédaction, de partir de la production d'Alain pour adapter son intervention, à l'opposé de ce que fait le « prof » cité dans l'exercice. Il va de soi qu'au fil des travaux accomplis dans le volet cours et dans les exercices, on cherche également à améliorer l'expertise strictement mathématique de l'étudiant.

2.3. Les laboratoires.

Le groupe est subdivisé en « cellules » d'une quinzaine d'étudiants, chacun sous la supervision d'un étudiant de 2^e, 3^e ou 4^e année. On y visionne des capsules d'enseignement sur vidéo (dont la longueur varie entre 5 et 15 minutes), où sont mis en œuvre les principes qu'on cherche à promouvoir dans les cours de didactique. Ces capsules portent par exemple sur *l'algorithme de division euclidienne, la règle moins fois moins donne plus, la formule de distance entre deux points dans le plan cartésien*, etc. Ces capsules sont analysées, discutées, puis reproduites à tour de rôle par les étudiants. En plus de suggérer des angles d'attaque précis pour des sujets bien circonscrits, les étudiants y apprennent concrètement à écrire au tableau, à utiliser les transparents, à manipuler différents types de matériel didactique devant la classe, à présenter via support informatique, etc. Une emphase toute particulière est mise sur la correction de la terminologie mathématique employée.

2.4. Les leçons.

L'étudiant y fait généralement ses premières armes en enseignement de classe. Les cellules (environ quinze étudiants) sont maintenant sous la supervision d'un professeur-collaborateur du secondaire en exercice. Deux fois dans la session, l'étudiant viendra présenter un extrait (de 20 à 25 minutes) d'une leçon sur un sujet qui lui a été assigné. Il peut s'agir de n'importe quel sujet mathématique traité au secondaire ; par exemple : *arithmétique préparatoire à l'algèbre en secondaire 1, résolution d'équation du 1^{er} degré à une inconnue en sec. 2, la rotation en sec. 3, la fonction quadratique en sec. 4, l'ellipse : lieu et équation en sec. 5*. Pendant sa présentation, les autres étudiants de la cellule tiennent le rôle d'élèves, et on cherche à recréer aussi fidèlement que possible les conditions d'une vraie classe du secondaire. Avec le prof-collaborateur, on discute ensuite de ce qui aurait ou non fonctionné, des améliorations possibles ou souhaitables.

Avant la prestation, ceux à qui l'on a assigné le même sujet — il y en a un par cellule, le même sujet n'étant jamais traité deux fois dans une même cellule — se réunissent pour un premier travail préparatoire à la leçon : situation du sujet dans le programme, ses préalables et ses prolongements, éléments terminologiques et discursifs à surveiller, à privilégier, à

arrêter dans le cas des définitions, élaboration d'un répertoire de problèmes types, inventaire des différents modes de représentation, première ébauche d'analyse conceptuelle. Le travail d'équipe, amorcé par des séances de « remue-méninges », favorise ici une identification plus pertinente et plus nombreuse des difficultés, erreurs, conceptions, stratégies, raisonnements auxquels les élèves sont confrontés dans l'apprentissage du sujet. On habitue de plus les étudiants au travail d'équipe, fortement sollicité dans les écoles entre enseignants d'un même niveau. Ce travail collectif écrit sera contrôlé par le prof-collaborateur avant la prestation.

La préparation détaillée de la leçon ainsi que de la séquence, dans les grandes lignes, des cinq à dix leçons dans laquelle celle-là s'inscrit, est individuelle. Le même jour, les étudiants qui ont le même sujet donnent leur leçon chacun dans sa cellule, et ces séances sont enregistrées sur bandes vidéos. Après sa prestation, l'étudiant doit en faire l'analyse (dite « réflexive ») par écrit, qu'il remettra avec une planification améliorée. Il se base sur la synthèse qu'il fait des critiques reçues de ses collègues et du prof-collaborateur à la fin de la prestation, mais aussi sur le visionnement de la vidéo. Pour fin de comparaison, il peut visionner les prestations qui ont porté sur le même sujet dans les autres cellules.

De telles analyses réflexives sont également exigées dans les rapports de stage, et l'étudiant les réalise en vue de modifier et d'améliorer ses interventions. Nous espérons ainsi inculquer chez nos étudiants un véritable professionnalisme enseignant : « C'est ainsi qu'au fil des ans, le cycle complet de planification – prestation – auto-évaluation doit se répéter dans une perspective de continuel renouvellement » (Janvier, 2002, p. 3).

3. Conclusion.

Au retour des stages 2 et 4, les étudiants sont invités à commenter et évaluer la pertinence de la préparation initiée par les cours du programme. Au retour du stage 2, ils considèrent très majoritairement que le cours *Didactique 1* est celui qui leur a été le plus utile. Mais se contenter de ce constat serait manquer de clairvoyance. Il y a beaucoup d'abandon dans le cours, et plusieurs étudiants parmi ceux qui restent jusqu'au bout se plaignent que le cours cause un stress difficile à supporter. Les professeurs du programme déplorent pour leur part que les cours concomitants soient négligés par les étudiants durant la session où se donne *Didactique 1*.

Il nous semble important de faire vivre aux étudiants une première expérience d'enseignement *avant* les stages, et de les entraîner aussitôt à une continuelle et objective évaluation de leur pratique. Il nous semble important d'aborder de front les problèmes théoriques et pratiques et leurs inter-relations en enseignement des mathématiques comme nous cherchons à le faire dans le cours ; de n'y jamais perdre de vue le milieu scolaire tel qu'il est, mais aussi d'entretenir avec lui, à travers notre collaboration avec les enseignants en exercice, un véritable terrain d'échange. Reste que les dispositifs mis en place dans le cours et les exigences qui en découlent impliquent les étudiants de telle façon qu'ils s'y disent trop souvent décontenancés, parfois même passablement déboussolés. Peut-être ces sentiments naissent-ils de la multiplicité des regards sollicités auprès d'eux pour un sujet donné :

- regard de l'élève faible, moyen, fort, que l'étudiant doit apprendre à prévoir, à reconstituer ;
- regard informel de l'enseignant du secondaire, qui conçoit les activités d'introduction visant un premier abord intuitif des notions à l'étude ;
- regard pseudo-formel ou semi-formel de l'enseignant du secondaire qui veut donner un minimum d'assise théorique au contenu mathématique couvert et ce, à différents niveaux :

- préalables ;
- niveau enseigné ;
- niveaux qui suivent, à préparer ;
- regard formel du mathématicien plus avancé, et qu'on voudrait amener nos étudiants à porter quand on l'estime nécessaire pour leur donner du recul, pour développer chez eux une compréhension minimalement synthétique, une vision holistique de l'édifice mathématique.

Plusieurs parmi ces regards sont nouveaux et d'autant plus déstabilisants pour l'étudiant qu'ils entrent en contradiction entre eux, avec son passé scolaire, avec certaines de ses propres conceptions du sujet. Non seulement l'étudiant doit-il être capable de distinguer chacun de ces regards, mais aussi doit-il juger de la pertinence de chacun à tel ou tel moment de la leçon mathématique à bâtir. Dans la mesure où nous voulons l'introduire à un paradigme constructiviste d'apprentissage et que, pour être conséquent et exemplaire, nous mettons en œuvre un tel paradigme dans notre propre enseignement, nous cherchons à susciter chez lui ces différents regards par un jeu de déséquilibre – rééquilibrage, où sont à tout moment remis en question :

- ses habitudes et modes d'apprentissage ;
- sa perception de la classe, de l'élève, du rôle de l'enseignant ;
- sa compréhension des sujets mathématiques traités, de leurs liens et cohérence, des structures sous-jacentes ;
- ses conceptions sur les notions, raisonnements, stratégies, procédures et leur enseignement en lien avec le sujet traité, etc.

Mais le rééquilibrage peut être compromis quand l'étudiant perd trop complètement pied. Organiser et donner le cours *Didactique 1 et laboratoire* dans le programme du BES, concentration mathématique, c'est donc être constamment à l'affût de la frontière à ne pas franchir entre *déstabiliser pour mieux reconstruire* et *trop déstabiliser*.

Références bibliographiques.

Janvier, B. (2002). *MAT 2024 : Document guide du laboratoire*. UQAM.

Bednarz, N., Gattuso, L. et Mary, C. (1995). *Formation à l'intervention d'un futur enseignant en mathématiques au secondaire*. Bulletin AMQ, Vol. XXXV, n°1, pp. 17-30.