

DES PRATIQUES INSPIRANTES POUR L'ENSEIGNEMENT D'UN CONTENU DIFFICILE



CHRISTINE MARQUIS

Professeure
Cégep de Saint-Jérôme

Le savoir savant ne peut être enseigné tel quel : il doit être transformé selon les objectifs de formation (Lapierre, 2008 ; Legendre, 1994), ce qui constitue un défi particulier pour l'enseignement et l'apprentissage des concepts scientifiques, souvent abstraits. Alors que cette nécessaire « transposition didactique », pour reprendre l'expression de Chevallard (1991), devrait faciliter les apprentissages, il semble qu'elle puisse par ailleurs créer des obstacles, des écarts ou même des contradictions entre le savoir savant et la connaissance de l'étudiant (Legendre, 1994). Certains choix quant au découpage, à l'organisation et à la vulgarisation des savoirs à faire apprendre peuvent en effet générer des problèmes pour des enseignements ultérieurs (Cormier, 2014 ; Reuter et collab., 2013).

C'est le cas en chimie, où, pour des raisons de simplification, les modèles décrivant la structure de l'atome sont enseignés au secondaire en suivant l'ordre chronologique des découvertes scientifiques qui en sont à l'origine, sans en arriver au modèle accepté aujourd'hui dans la communauté scientifique, qui se trouve plutôt au programme au collégial. Cependant, les modèles atomiques appris antérieurement, parce qu'ils sont en désaccord avec les théories scientifiques actuelles, constituent des conceptions erronées et – tous les professeurs de chimie le diront – elles sont fortement ancrées dans l'esprit des étudiants (Stefani et Tsaparlis, 2009), entravant la transition vers une conceptualisation juste du modèle de l'atome (Taber, 2002).

Bien que ces conceptions soient difficiles à modifier, certains professeurs du collégial, par leurs pratiques, contribuent à favoriser un changement dans la façon dont les étudiants conçoivent l'atome. Dans le cadre d'une recherche PAREA¹ (Marquis, 2017), j'ai exploré ces pratiques enseignantes utilisées pour la transformation des savoirs savants liés au modèle probabiliste de l'atome et je les ai mises en lien avec les savoirs réellement appris par les étudiants, dans le but de dégager des pistes pour l'enseignement des contenus considérés comme difficiles, complexes ou qui demandent un peu plus d'abstraction. Malgré que les pratiques soient étudiées ici sous l'angle spécifique de la chimie, les résultats de la recherche pourront alimenter la réflexion didactique des professeurs de toutes les disciplines. Alors que les nouveaux y trouveront des idées pour la planification de leur cours, les plus expérimentés pourront se servir de ces pratiques inspirantes pour évaluer leurs façons de faire et apporter des ajustements, si nécessaire.

DES DÉFIS INHÉRENTS À L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES

Le rôle des professeurs de sciences consiste à rendre accessibles aux étudiants des concepts complexes et abstraits, en trouvant le bon niveau de simplification par une vulgarisation suffisante des concepts, mais en évitant à contrario de trop les simplifier, puisque cela peut entraîner des difficultés conceptuelles par la suite (Taber, 2005). Il s'agit là d'un savoir-faire professionnel qui relève du domaine de la didactique, alors que les compétences en ce qui a trait aux différentes stratégies d'enseignement, d'apprentissage et d'évaluation relèvent plutôt de la pédagogie (Bizier, 2014). Selon Johnstone (1991), les difficultés vécues lors de l'apprentissage des sciences seraient liées, d'une part, à la nature de la science elle-même, par les concepts abstraits et théoriques qu'elle sous-tend, et, d'autre part, aux méthodes habituellement utilisées pour son enseignement qui ne tiendraient pas suffisamment compte de ce que les étudiants savent déjà sur le sujet. L'apprentissage, en effet, ne consisterait pas

seulement en la mémorisation mécanique de contenus, mais aussi en une réorganisation de savoirs souvent déjà disponibles (Astolfi et collab., 2008).

L'idée d'obstacle à l'apprentissage entretient des relations avec les notions de représentation ou bien de conception, très importantes en didactique des sciences (Astolfi et Peterfalvi, 1993). Celles-ci sont désignées par diverses expressions telles que *misconceptions*, *conceptions erronées* et *conceptions alternatives* (Cormier, 2013). Depuis la fin des années 1970, la recherche a démontré l'existence de conceptions très bien ancrées dans l'esprit des étudiants et souvent en désaccord avec la théorie scientifique, pour ce qui est d'expliquer certains phénomènes scientifiques (Driver et Easley, 1978 ; Duit, Treagust et Widodo, 2008 ; Duit, 1991 ; Gabel, 1999 ; Taber, 2001). Ces conceptions sont problématiques en ce sens qu'elles sont très difficiles

¹ Programme d'aide à la recherche sur l'enseignement et l'apprentissage.



à faire évoluer, et ce, particulièrement avec les méthodes d'enseignement traditionnelles (Ausubel, 1968; Champagne, Gunstone et Klopfer, 1983, cités dans Guzetti et collab., 1993). L'identification de ces obstacles a amené les didacticiens à réfléchir sur les conditions pouvant favoriser leur franchissement, l'une d'elles étant que les pratiques enseignantes en sciences ne prendraient pas assez en considération ces conceptions erronées (Astolfi et Peterfalvi, 1993; Reuter et collab., 2013).

UN CADRE DE RÉFÉRENCE POUR L'ÉTUDE DES PRATIQUES ENSEIGNANTES

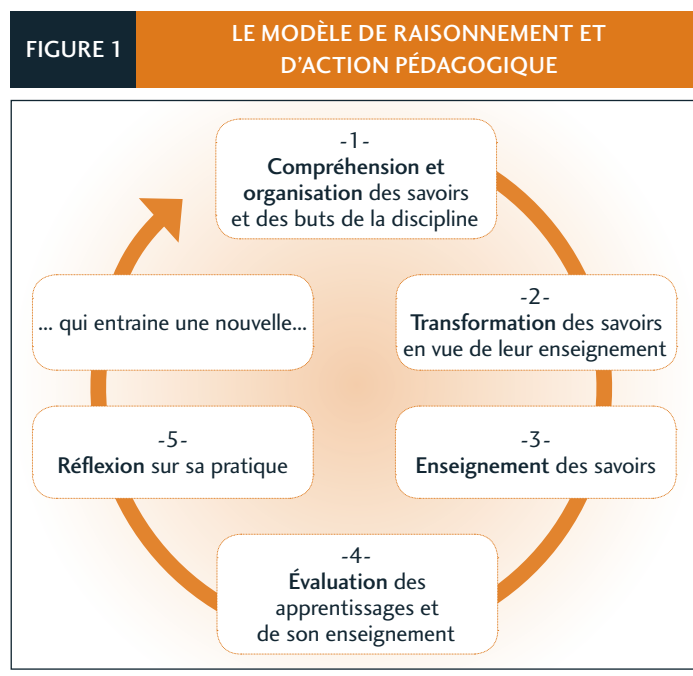
Influencées par le contexte dans lequel elles s'inscrivent (Reuter et collab., 2013), les pratiques enseignantes concernent les actions des professeurs autant dans la classe que hors de la classe et englobent aussi les processus cognitifs à l'origine de ces activités (Altet, 2002, 2003). Suivant cette définition, j'ai consulté différents auteurs s'intéressant à deux aspects de ces pratiques, soit la transformation des savoirs savants en vue de les enseigner et leur enseignement comme tel.

LA TRANSFORMATION DES SAVOIRS EN VUE DE LEUR ENSEIGNEMENT

Le modèle théorique utilisé afin d'étudier les pratiques de transformation des savoirs en vue de leur enseignement est issu d'un courant de recherches américain se penchant sur le type de connaissances que possèdent les professeurs de leur matière, et qui leur est unique: la « connaissance pédagogique du contenu » (*Pedagogical Content Knowledge* ou le PCK) (Shulman, 1986, 1987, 2007). C'est ce qui distingue, par exemple, le professeur de chimie du chimiste. Shulman (1987) situe cette transformation des savoirs par les professeurs dans un processus itératif appelé *modèle de raisonnement et d'action pédagogique* (*model of pedagogical reasoning and action*), illustré à la **figure 1**, qui implique une réflexion sur leur pratique en vue d'améliorer les apprentissages.

Le processus débute par la compréhension des savoirs et des buts du programme, puis de l'organisation de ces derniers par le professeur, qui les transforme ensuite avec pour objectif de les enseigner (les processus impliqués lors de cette étape spécifique seront présentés plus loin). À la suite d'une série de décisions d'ordre didactique, le professeur planifie différentes activités d'enseignement et d'apprentissage qu'il mettra en œuvre lors de l'interaction en classe. L'étape de l'évaluation qui suit inclut tout autant la vérification (formative ou sommative) de la compréhension des étudiants pendant l'enseignement et à la fin d'une leçon (ou d'une séquence d'enseignement) que l'évaluation, par le professeur, de ses décisions et de sa propre

performance pour faire apprendre les savoirs. À partir de ces informations, celui-ci peut alors procéder à un retour réflexif sur sa pratique qui lui permettra d'envisager de nouvelles façons de comprendre les buts du programme, les savoirs, les étudiants et l'enseignement. Shulman précise qu'il ne s'agit pas d'étapes fixes même si les processus de ce modèle sont présentés en séquence et que certains de ceux-ci peuvent se produire dans un ordre différent.



Source: Figure inspirée de Shulman (1987, p. 15)

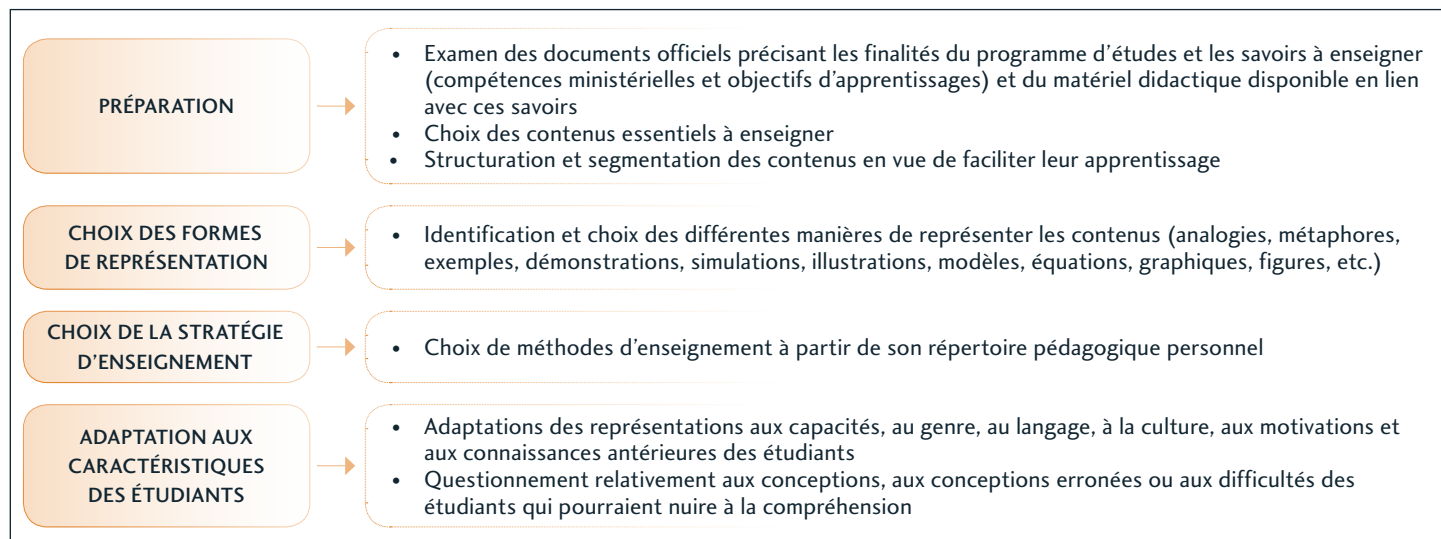
Toujours selon Shulman (1987), la transformation, cette étape où le professeur passe de sa compréhension personnelle du contenu à sa transposition en vue de l'enseignement, est la phase la plus importante du processus de raisonnement et d'action pédagogique. Elle permet au professeur de transformer ses savoirs disciplinaires en savoirs à enseigner, de façon à ce que ces derniers, dans une perspective didactique, soient présentés aux étudiants dans des formes mieux adaptées à leurs habiletés et à leurs connaissances antérieures variées. Ce processus exige, comme illustré à la **figure 2**, la mise en œuvre de quatre sous-processus (qui peuvent être itératifs)².

² De prime abord, cette transformation peut s'apparenter à la transposition didactique de Chevallard (1991). En fait, ces deux processus diffèrent dans la nature des « opérations » qui sont réalisées sur les savoirs. Alors que le modèle de Shulman (1987) décrit les transformations pédagogiques réalisées par les professeurs sur les savoirs à enseigner grâce à leur connaissance pédagogique du contenu, la théorie de la transposition didactique de Chevallard permet de mieux comprendre les distances se créant entre les savoirs, de leur production à leur enseignement.



FIGURE 2

LES PHASES DU PROCESSUS DE TRANSFORMATION DES SAVOIRS³



Source: Figure inspirée de Shulman (1987, p. 16)

L'ENSEIGNEMENT DES SAVOIRS

Dans le but de comprendre comment se déroule l'enseignement des savoirs après qu'ils ont été transformés lors de la planification, j'ai consulté deux modèles théoriques qui s'intéressent tout particulièrement aux processus cognitifs des professeurs durant l'enseignement, soit les travaux de Schön (1983, 1994) et ceux de Wanlin et Crahay (2012).

Schön (1983, 1994) estime que, dans l'exercice professionnel, se glissent parfois des moments de réflexion en cours d'action (réflexion *dans* l'action) – lorsque l'on pense à ce que l'on fait en exécutant une tâche – et des moments de réflexion au sujet de l'action (réflexion *sur* l'action) – lorsque l'on réfléchit, par exemple, à ce que l'on fait habituellement pour arriver à réussir à exécuter si bien une action particulière. Selon Perrenoud (1998), la réflexion dans le feu de l'action pédagogique consiste principalement en l'activité mentale qui a lieu lors de la prise de plusieurs microdécisions par le professeur en lien, notamment, avec la gestion de classe et avec le déroulement du cours. À l'instar de Schön, il distingue la réflexion « dans le feu de l'action » de la réflexion « sur l'action », cette dernière invitant à réfléchir sur sa propre action pour la comparer, entre autres, à comment on aurait pu faire autrement ou comment on aurait pu faire mieux. Cela fait alors référence à une réflexion d'après-coup dans une perspective d'analyse de l'action passée.

Se situant très près de cette perspective de la réflexion *dans* l'action, Wanlin et Crahay (2012) proposent un modèle intégré

de la pensée interactive développé à la suite d'une recension de la littérature anglophone portant sur la pensée des professeurs (*teacher thinking*). Selon ce modèle, présenté à la figure 3, le plan de leçon élaboré lors de la planification de l'enseignement est le point de départ, puisque les activités planifiées sont l'unité de traitement de base de l'enseignement et que les réflexions en cours d'enseignement leur sont subordonnées (Wanlin et Crahay, 2012). Ce plan peut prendre la forme d'images mentales, d'un script, de notes manuscrites ou électroniques, etc.

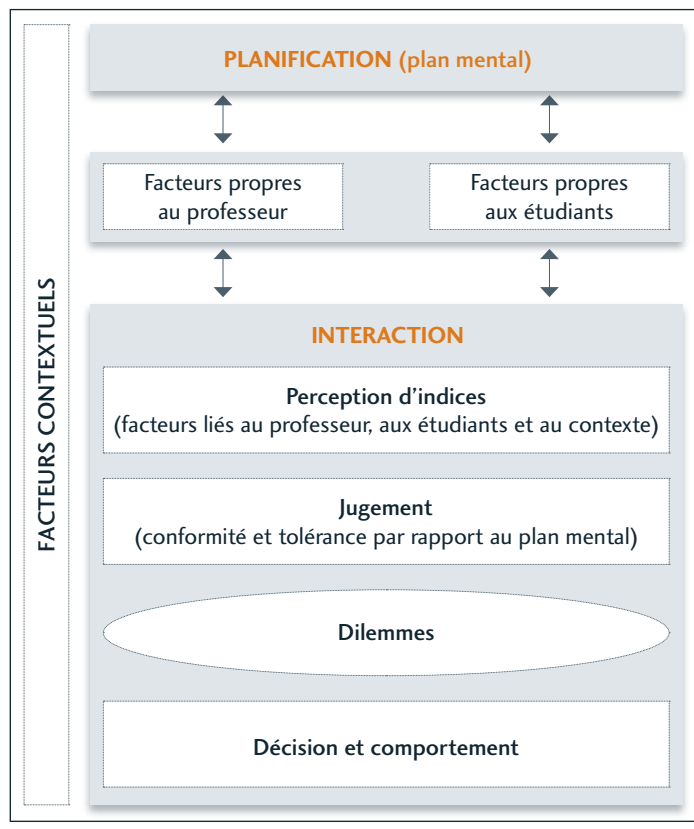
La réflexion qui survient en cours d'interaction (pendant la phase interactive du cours) consisterait principalement à s'interroger quant à la poursuite de l'application du plan. Pendant le cours, le professeur prélèverait des indices en lien avec le déroulement du cours (relatifs à lui-même, aux étudiants ou à des facteurs contextuels) qui pourraient donner lieu à des constats d'imprévus ou à des dilemmes à gérer. Selon Wanlin et Crahay, les dilemmes sont « des situations perçues par le professeur comme étant problématiques, dans lesquelles des croyances, des buts ou des indices contradictoires entrent en compétition » (2012, p. 24). Le professeur jugera alors à quel point les indices perçus dépassent ses seuils de tolérance et prendra une décision pouvant susciter divers comportements.

³ NDLR: Certains lecteurs pourraient retrouver ici une certaine parenté avec les composantes du questionnement didactique présenté dans Bizier (2014), ce dernier découlant notamment des travaux de Shulman.



FIGURE 3

LE MODÈLE INTÉGRÉ DE LA
PENSÉE INTERACTIVE DES PROFESSEURS



Source : Figure adaptée de Wanlin et Crahay (2012, p. 31)

C'est à la lumière de ces modèles que j'ai cherché à mieux comprendre les pratiques enseignantes pour la transformation de savoirs liés au modèle probabiliste de l'atome lors de la planification ainsi que les pratiques mises en œuvre pour l'enseignement de ces savoirs.

LA MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

Dans le cadre de la recherche, j'ai réalisé une étude multicas impliquant six professeurs de chimie provenant de différents collèges et sélectionnés selon certains critères : ils devaient, entre autres, posséder au moins cinq années d'expérience, avoir donné le cours à trois reprises au minimum et avoir suivi une formation créditée en pédagogie, ou bien être reconnus dans leur milieu pour leur intérêt envers la pédagogie. Pour mettre en lumière les pratiques de transformation des savoirs, j'ai réalisé des entrevues semi-dirigées que j'ai analysées en parallèle avec le matériel didactique qu'ils avaient conçu pour

une leçon. J'ai, par la suite, réalisé des enregistrements vidéos de la séquence d'enseignement planifiée qui ont été visionnés en compagnie de chacun des professeurs lors d'une entrevue de rappel stimulé, afin de valider comment s'était déroulée la leçon et de mettre en lumière les microdécisions prises durant l'interaction. Ceci a permis de mettre en évidence plusieurs moments de réflexion *dans* l'action et certaines réflexions *sur* l'action. L'objectif n'était pas de vérifier si les professeurs enseignaient exactement selon le plan qu'ils avaient préparé, mais plutôt de voir comment ceux-ci jonglaient avec toutes les contraintes de la situation compte tenu de leur plan.

Pour évaluer dans quelle mesure les pratiques enseignantes ont permis l'apprentissage d'un concept jugé difficile, je me suis penchée sur les savoirs appris réellement par les étudiants à travers des schémas illustrant comment ils s'imaginaient un atome d'azote (avec une explication écrite), avant et après la séquence d'enseignement portant sur le modèle probabiliste de l'atome. La technique utilisée s'apparente à la technique du rappel libre (De Grave, Schmidt et Boshuizen, 2001), qui consiste, non pas à dresser une liste de conceptions erronées que les étudiants entretiennent à l'égard du concept théorique, mais plutôt à recueillir des propositions, des explications et des descriptions pour obtenir une image relativement complète du concept appris. Les résultats montrent que les professeurs participants ont réussi à susciter un changement dans la façon dont les étudiants imaginent le modèle de l'atome et que, donc, les pratiques enseignantes mises en œuvre se sont avérées efficaces. Celles-ci peuvent de ce fait constituer des pratiques inspirantes et méritent qu'on s'y attarde.

L'apprentissage ne consisterait pas seulement en la mémorisation mécanique de contenus, mais aussi en une réorganisation de savoirs souvent déjà disponibles.

COMMENT LES PROFESSEURS TRANSFORMENT-ILS LES SAVOIRS LORS DE LA PLANIFICATION ?

La recherche a fait ressortir une diversité dans les pratiques, malgré que certaines d'entre elles étaient partagées par plusieurs professeurs. Celles-ci seront présentées ci-dessous selon les quatre sous-processus impliqués dans la transformation des savoirs (Shulman, 1987), soit la préparation, le choix des formes de représentation, le choix de la stratégie pédagogique et l'adaptation aux caractéristiques des étudiants.



LA PRÉPARATION

Les professeurs participants se réfèrent à différentes sources afin de préparer leurs cours, notamment quant aux savoirs prescrits (documents du programme et collègues), et leurs manières de faire évoluent avec l'expérience. Par exemple, un manuel d'une maison d'édition semble beaucoup utilisé pour choisir les contenus et pour préparer les leçons en début de carrière, mais les professeurs s'en distancent et s'y réfèrent moins avec les années.

Il a également été observé que les professeurs sont bien au fait des connaissances préalables aux autres à l'intérieur du cours et à l'intérieur du programme, et que cela constitue un facteur sur lequel ils se basent pour choisir les contenus essentiels à enseigner, dans une perspective d'échafaudage des connaissances. Certains décident d'enseigner davantage des contenus pour lesquels il y a des applications (notamment, les mathématiques), d'autres préfèrent plutôt enseigner explicitement des contenus plus conceptuels. Il semble donc y avoir deux grandes visions concernant le choix des contenus dépendamment des croyances des professeurs, comme quoi certains pourront privilégier l'enseignement de notions plus pratiques, plus algorithmiques, alors que d'autres privilégieront l'enseignement de concepts théoriques.

La moitié des professeurs participants ont décidé d'exclure des contenus jugés moins importants de façon à éviter que ceux-ci ne causent des difficultés supplémentaires aux étudiants. Avec l'expérience, les professeurs semblent développer des connaissances relativement à ces notions plus secondaires qui peuvent causer des difficultés aux étudiants, ce qui leur permet de sélectionner plus judicieusement les contenus à enseigner et de s'attarder sur ceux qui nécessitent davantage de considération.

LE CHOIX DES FORMES DE REPRÉSENTATION

Les professeurs participants, dans le but de susciter l'intérêt des étudiants et de faciliter la compréhension de certains concepts difficiles, développent de nombreuses formes variées de représentation des contenus à l'aide d'objets, de figures, d'analogies et de vidéos, et ce, en mettant à profit l'humour et en établissant des liens avec les préoccupations des étudiants. Tous conçoivent du matériel didactique : présentations PowerPoint, notes de cours (sous forme de texte continu ou à compléter), etc. Ce matériel contient, en quelque sorte, le fruit des nombreuses transformations réalisées sur les savoirs.

LE CHOIX DE LA STRATÉGIE PÉDAGOGIQUE

Les mêmes professeurs planifient des activités d'apprentissage où les étudiants sont actifs non seulement afin que ceux-ci puissent eux-mêmes établir des liens et découvrir des concepts en collaborant, mais aussi pour vérifier leur compréhension de façon régulière. En voici quelques exemples :

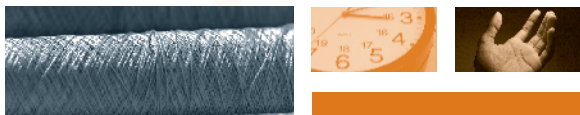
- Des discussions entre étudiants où chacun explicite ses connaissances antérieures (à partir de dessins du modèle de l'atome), pour que les étudiants réalisent qu'ils doivent changer leur façon de concevoir l'atome.
- Des exercices en équipe sur des tableaux blancs interactifs (dans une classe d'apprentissage actif), pour juger la capacité des étudiants à réaliser ces exercices et ainsi adapter les interventions et la rétroaction.
- Des questions posées à l'aide de télévotants, pour évaluer en temps réel le niveau de compréhension de la matière par les étudiants.
- Des activités apparentées à des jeux, pour permettre aux étudiants de s'appropriier les concepts par eux-mêmes en s'entraînant.
- Un problème synthèse à résoudre à la fin de la leçon, pour que les étudiants puissent intégrer les différents concepts à l'étude.

L'ADAPTATION AUX CARACTÉRISTIQUES DES ÉTUDIANTS

Les résultats de la recherche indiquent que les professeurs possèdent une bonne connaissance des caractéristiques de leurs étudiants grâce aux informations qu'ils recueillent par le biais de différents moyens (questionnaires, présentations, échanges informels, activités en classe, évaluations formatives, etc.) et qu'ils adaptent leur planification aux caractéristiques cognitives et personnelles de leurs étudiants.

LE COURS SE DÉROULE-T-IL DE FAÇON TELLE QU'IL A ÉTÉ PLANIFIÉ ?

Les professeurs participants élaborent tous un plan pour leur leçon, plan que ceux-ci ont décrit en parcourant leur matériel didactique durant le premier entretien. Lors des entrevues de rappel stimulé, il a été observé qu'ils prennent plusieurs décisions *dans* l'action, à la suite d'indices perçus qui mènent, dans quelques cas, à modifier ce qui avait été planifié. Les



principaux indices à la base des prises de décision identifiées consistent, la majorité du temps, en des questions provenant des étudiants ou bien en leurs réactions face aux questions posées par le professeur, en des difficultés manifestées lors des exercices ou encore en des signes non verbaux perçus chez les étudiants. Les décisions prises par les professeurs peuvent se traduire par la manière de répondre à la question d'un étudiant, dans la décision de couper dans la matière ou même d'utiliser une autre forme de représentation des contenus que celle alors prévue. Le plan de leçon consiste donc en un outil plus ou moins flexible que les professeurs adaptent en tenant compte des aléas de la classe.

Ces réflexions ayant lieu *dans* l'action et *sur* l'action amènent, dans la plupart des cas, les professeurs à apporter des modifications à leur plan de cours, en vue des prochaines fois où ils donneront le même cours. Ces modifications faites au fil des ans contribuent à faire en sorte que le plan est davantage adapté aux caractéristiques et aux difficultés des étudiants et, de ce fait, il devient de moins en moins nécessaire de modifier le plan en cours d'action.

Prendre le temps de développer une stratégie d'enseignement intégrant la tenue en compte des connaissances antérieures des étudiants est certainement une avenue prometteuse.

DES PISTES POUR MIEUX FAIRE APPRENDRE LES CONCEPTS DIFFICILES

L'analyse des pratiques observées me permet d'avancer certaines pistes pour faciliter l'apprentissage des concepts difficiles, complexes ou abstraits, non seulement en chimie ou dans des cours des sciences, mais aussi dans toutes les disciplines. Il ne s'agit pas là de pratiques révolutionnaires, en ce qu'elles sont déjà mises à profit par plusieurs professeurs; toutefois, elles constituent un point de départ pour celui qui voudra dénouer certaines situations problématiques qu'il pourrait vivre dans un cours, en s'attardant à différentes étapes du processus de la transposition didactique.

- Faire émerger les connaissances antérieures des étudiants en considérant que ceux-ci peuvent entretenir certaines conceptions erronées très difficiles à défaire (ce peut être lors d'activités diagnostiques avant un enseignement ou lors d'une évaluation formative pendant l'enseignement).

- Réfléchir aux moyens qui peuvent être mis en œuvre pour prendre en compte ces conceptions erronées lors de l'enseignement.
- Planifier l'enseignement en considérant des stratégies pédagogiques qui permettent de transformer les savoirs afin que ceux-ci soient plus faciles à apprendre par les étudiants (par exemple, trouver ou concevoir des formes de représentation qui pourront intéresser spécialement les étudiants et rendre les contenus plus signifiants, ainsi que déterminer des activités d'apprentissage qui permettront aux étudiants de s'approprier les contenus).
- Être attentif aux différents indices se présentant durant l'interaction de l'enseignement, afin d'être en mesure d'adapter le plan de leçon en conséquence, dans la classe et pour les cours ultérieurs.
- Adopter la posture du praticien réflexif, en évaluant régulièrement son propre enseignement, de même qu'en réfléchissant dans l'action et sur l'action, en vue d'améliorer ses pratiques en continu (Schön, 1983, 1994).

CONCLUSION

Vergnaud expliquait que «la didactique étudie chacune des étapes de l'acte d'apprentissage et met en évidence l'importance du rôle de l'enseignant, comme médiateur entre l'étudiant et le savoir» (2001, p. 273, dans Bizier, 2014). Il est alors question de *rapports aux savoirs*, ceux que les professeurs entretiennent avec les savoirs savants et disciplinaires et ceux que les étudiants ont vis-à-vis des savoirs à apprendre (Bizier, 2014). Dans cette perspective, prendre le temps de développer une stratégie d'enseignement intégrant la tenue en compte des connaissances antérieures des étudiants, qu'elles soient exactes, partiellement erronées ou totalement erronées, est certainement une avenue prometteuse afin de favoriser un apprentissage en profondeur, spécialement s'il s'agit de concepts difficiles, complexes ou abstraits (Marquis, 2017). Cela exigera du professeur qu'il analyse une situation au regard des contenus à faire apprendre, mettant à profit son expertise disciplinaire et didactique, en vue de procéder aux choix pédagogiques qui s'imposent pour la planification de ses cours. ●

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALTET, M. «Une démarche de recherche sur la pratique enseignante: L'analyse plurielle», *Revue française de pédagogie*, vol. 138, 2002, p. 85-93.
- ALTET, M. «Caractériser, expliquer et comprendre les pratiques enseignantes pour aussi contribuer à leur évaluation», *Les dossiers des sciences de l'éducation. De l'efficacité des pratiques enseignantes?*, n° 10, 2003, p. 31-43.



ASTOLFI, J.-P. et collab. *Mots-clés de la didactique des sciences*, Bruxelles, De Boeck, 2008.

ASTOLFI, J. et B. PETERFALVI. «Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales», *Aster*, n° 16, 1993, p. 103-141.

BIZIER, N. (dir.). *L'impératif didactique, au cœur de l'enseignement collégial*, Montréal, Association québécoise de pédagogie collégiale, 2014.

CHEVALLARD, Y. *La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné*, Grenoble, La pensée sauvage, 1991.

CORMIER, C. *Les conceptions en géométrie moléculaire d'étudiants de Sciences de la nature. Modes de raisonnement et diagnostic de conceptions alternatives fréquentes en chimie*, rapport de recherche PAREA, Montréal, 2013 [eduq.info/xmlui/handle/11515/1511].

CORMIER, C. *Étude des conceptions alternatives et des processus de raisonnement des étudiants de chimie du niveau collégial sur la molécule, la polarité et les phénomènes macroscopiques*, thèse de doctorat en didactique, Montréal, Université de Montréal, 2014 [papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/handle/1866/11916].

DE GRAVE, W. S., H. G. SCHMIDT et H. P. BOSHIJZEN. «Effects of Problem-based Discussion on Studying a Subsequent Text: A Randomized Trial Among First Year Medical Students», *Instructional Science*, vol. 29, n° 1, 2001, p. 33-44.

DRIVER, R. et J. EASLEY. «Pupils and Paradigms: a Review of Literature Related to Concept Development in Adolescent Science Students», *Studies in Science Education*, vol. 5, n° 1, 1978, p. 61-84.

DUIT, R. «Students' conceptual frameworks: Consequences for learning science», dans GLYNN, S. M., R. H. YEANY et B. K. BRITTON (dir.). *The psychology of learning science*, Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, 1991, p. 65-83.

DUIT, R., D. TREAGUST et A. WIDODO. «Teaching Science for Conceptual Change: Theory and Practice», dans VOSNIADOU, S. (dir.). *International Handbook of Research on Conceptual Change*, New York, Routledge, 2008, p. 629-646.

GABEL, D. «Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future», *Journal of Chemical Education*, vol. 76, n° 4, 1999, p. 548-553.

GUZZETTI, B. et collab. «Promoting Conceptual Change in Science: A Comparative Meta-Analysis of Instructional Interventions from Reading Education and Science Education», *Reading Research Quarterly*, vol. 28, n° 2, 1993, p.116-159.

JOHNSTONE, A. H. «Why is Science Difficult to Learn? Things Are Seldom What They Seem», *Journal of Computer Assisted Learning*, vol. 7, 1991, p. 75-83.

MARQUIS, C. *La trajectoire des savoirs : étude des pratiques*, rapport de recherche PAREA, Saint-Jérôme, 2017 [eduq.info/xmlui/handle/11515/35312].

PERRENOUD, P. *De la réflexion dans le feu de l'action à une pratique réflexive*, Genève, 1998.

REUTER, Y. (dir.) et collab. *Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques*, 3^e édition, Bruxelles, De Boeck, 2013.

SCHÖN, D. *The Reflective Practitioner. How Professionals Think in Action*, London, Temple Smith, 1983.

SCHÖN, D. *Le praticien réflexif. À la recherche du savoir caché dans l'agir professionnel*, Montréal, Les éditions Logiques, 1994.

SHULMAN, L. S. «Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching», *Educational Researcher*, vol. 15, n° 2, 1986, p. 4-14.

SHULMAN, L. S. «Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform», *Harvard Educational Review*, vol. 57, n° 1, 1987, p. 1-22.

SHULMAN, L. S. «Ceux qui comprennent», *Éducation et didactique*, vol. 1, n° 1, 2007, p. 97-114.

STEFANI, C. et G. TSAPARLIS. «Students' Levels of Explanations, Models, and Misconceptions in Basic Quantum Chemistry: A Phenomenographic Study», *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 46, n° 5, 2009, p. 520-536.

TABER, K. S. «Building the Structural Concepts of Chemistry: Some Considerations From Educational Research», *Chemistry Education Research and Practice*, 2001, vol. 2, n° 2, p. 123-158.

TABER, K. S. «Conceptualizing quanta: illuminating the ground state of student understanding of atomic orbitals», *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, vol. 3, n° 2, 2002, p. 145-158.

TABER, K. S. «Learning Quanta: Barriers to Stimulating Transitions in Student Understanding of Orbital Ideas», *Science Education*, vol. 89, n° 1, 2005, p. 94-116.

WANLIN, P. et M. CRAHAY. «La pensée des enseignants pendant l'interaction en classe. Une revue de la littérature anglophone», *Éducation et didactique*, vol. 6, n° 1, 2012, p. 9-46.

Christine MARQUIS enseigne la chimie au collégial depuis 2001. Elle a amorcé sa carrière au Centre d'études collégiales de Montmagny et enseigne maintenant au Cégep de Saint-Jérôme. Elle poursuit parallèlement des études doctorales à l'Université de Montréal et elle agit comme personne-ressource dans le programme MIPEC de PERFORMA. Elle s'intéresse tout particulièrement aux pratiques tant pédagogiques que didactiques des professeurs de sciences du collégial.

cmarquis@cstj.qc.ca

LE COMITÉ DE RÉDACTION ATTEND...

- ➔ vos propositions d'articles
- ➔ vos réactions aux textes publiés
- ➔ vos idées de sujets à aborder

PAR COURRIEL : revue@aqpc.qc.ca

Les articles soumis sont tous évalués par le comité de rédaction et ce dernier peut demander aux auteurs de modifier leur texte en vue de sa publication. Consultez les normes de publication sur le site Web de l'AQPC.

[aqpc.qc.ca]