



ACTES du 11^e colloque annuel

*de l'Association québécoise
de pédagogie collégiale*

*avec la collaboration
de la Fédération des cégeps*

Hôtel Delta, SHERBROOKE

5, 6 et 7 JUIN 1991

L'apprentissage actif de la chimie par l'observation et par l'étude.

par

**Réal CANTIN et Laurent CHÉNARD,
enseignants
Collège de Rimouski**

Atelier 209

L'APPRENTISSAGE ACTIF DE LA CHIMIE PAR L'OBSERVATION ET PAR L'ÉTUDE

Au fil des années, on constate un taux d'échecs et d'abandons relativement élevé dans le premier cours de chimie 202-101. À titre d'exemple, au Collège de Rimouski, ce taux se situait à 25% entre 1982 et 1987, alors que, d'après l'étude de Dominique Rouleau, pour la région administrative 03, ce taux se situait à 28% pour l'année 1983-1984. De plus, on observe d'année en année qu'après le deuxième cours de chimie (202-201), c'est-à-dire à la fin de la première année au collège, un peu plus de 55% seulement des élèves inscrits au départ ont réussi ces deux cours de chimie. Comment expliquer ce taux élevé d'échecs et d'abandons?

Un consensus du milieu permet d'identifier toute une série de constats chez l'élève d'aujourd'hui. Qu'il suffise de mentionner:

- un manque flagrant d'esprit critique face aux sciences: les sciences sont considérées comme détentrices de la vérité;
- une faiblesse marquée en français, tant au niveau de la compréhension de texte que de l'écriture;
- un manque d'intérêt général pour les études et un manque de volonté d'y investir du temps et des efforts;
- un manque d'intérêt pour l'étude de la chimie encyclopédique et décrochée de la réalité.

Parallèlement à cela, il faut mentionner l'insatisfaction du personnel enseignant par rapport à la version 1982 du cours de chimie 101 et par rapport aux manuels disponibles. Cette insatisfaction nous semble reliée à une orientation plus descriptive de la chimie qui se traduit par une accumulation de concepts plutôt qu'à leur compréhension. D'autre part, il ne se passe pas une année sans qu'un ou deux manuels de chimie 101 soient publiés. Au cours des dernières années, la durée d'utilisation d'un manuel par le département de chimie à Rimouski n'a pas dépassé deux ans.

RECHERCHE D'UNE SOLUTION

Devant les faiblesses marquées des élèves et devant l'insatisfaction du personnel enseignant, nous sommes venus à nous poser la question suivante:

Comment peut-on intéresser les élèves à l'étude de la chimie tout en contribuant à leur développement le plus complet? En d'autres mots, comment l'étude de la chimie pourrait-elle être associée à la formation fondamentale de l'élève d'aujourd'hui?

Dans le processus de développement de l'élève au collégial et dans un souci de formation fondamentale, nous croyons qu'un cours de chimie devrait permettre:

- de développer des aptitudes d'analyse et de synthèse,
- d'éveiller l'esprit critique,
- de favoriser la clarté d'expression et de contribuer au développement d'habiletés comme celles de l'écriture et du langage.

Au niveau disciplinaire, ce cours de chimie devrait contenir des notions concrètes, rattachées à la vie quotidienne de l'élève, en d'autres mots à son vécu. De plus ce même cours devrait mettre en évidence le fait que la chimie est une science en évolution, qu'il se fait encore des découvertes aujourd'hui, que de nouvelles explications sont proposées et que l'avenir en amènera certainement d'autres. Il faudrait également que l'enseignement de la chimie, science dite expérimentale, retrouve la démarche expérimentale qui utilise l'observation comme point de départ. Et finalement, il serait opportun de situer cette démarche expérimentale dans son contexte historique.

NOTRE SOLUTION

Les enseignants et les enseignantes qui donnent le cours de chimie générale 202-101 sont confrontés au problème suivant: faire acquérir la démarche expérimentale aux élèves, tout en leur transmettant un vaste savoir constitué des connaissances générales du domaine de la chimie. Et ce double mandat devrait être réalisé en 75 périodes.

Avant d'entreprendre tout travail d'innovation, nous avons eu un choix fondamental à faire puisqu'il est pratiquement impossible d'atteindre ces deux grands objectifs en si peu de temps. Nous avons tenté de cerner d'abord les principaux problèmes d'apprentissage qui se posaient.

Ainsi, il nous apparaissait clair que l'enseignement portant sur une matière aussi vaste conduit à l'acquisition de connaissances nombreuses mais vite oubliées. Nous nous étions en effet rendu compte que les élèves ne saisissaient pas en profondeur les concepts fondamentaux et qu'ils et elles devenaient, dans le meilleur des cas,

d'excellents "applicateurs de formules". Nous en sommes donc arrivés à formuler l'hypothèse que c'est cet imbroglio pédagogique qui contribue au taux élevé d'échecs et d'abandons en sciences.

En conséquence, notre enseignement s'est plutôt orienté vers une formation de base, c'est-à-dire l'assimilation de la pensée scientifique, l'acquisition de la démarche expérimentale et l'intégration des concepts fondamentaux. Nous pensons que la démarche faite par l'élève facilite plus l'acquisition des connaissances que la simple transmission du savoir par l'enseignant ou l'enseignante. Quantitativement, ces connaissances sont plus réduites mais c'est au profit de la formation.

Nos efforts ont porté sur l'élaboration d'une nouvelle approche pédagogique pour ce cours de chimie et sur la production d'un manuel intitulé *Chimie raisonnée* où l'élève doit cheminer du connu vers l'inconnu, du concret vers l'abstrait.

La notion de déséquilibre cognitif au sens piagétien du terme, a une importance primordiale dans cette démarche. L'élève doit se rendre compte que les outils dont il ou elle dispose sont insuffisants, d'où l'émergence d'une motivation intrinsèque pour en acquérir de nouveaux. Nous nous sommes inspirés, en cela, des travaux de confrères de mathématiques et de philosophie qui ont élaboré les méthodes BBGR et LOGOS.

Chimie raisonnée veut ramener ce principe fondamental qui est à la base de l'étude de la matière: l'utilisation constante de l'observation pour redécouvrir des théories scientifiques. Toute la démarche va du particulier au général, des faits propres à une situation vers une application plus étendue, plus générale. Un appel constant est fait aux connaissances personnelles que devrait posséder tout élève âgé d'une quinzaine d'années ou plus. *Chimie raisonnée* prend pour acquis qu'un élève inscrit au cours de 202-101 a déjà regardé la télévision, lu une ou deux fois un journal, préparé de la soupe, qu'il ou elle sait que le fer et l'aluminium sont des métaux, qu'ils sont gris et conduisent le courant électrique, que l'air est composé surtout de diazote et de dioxygène et que le dioxygène est nécessaire à toute combustion. Cet élève doit savoir encore bien d'autres choses et devra s'en rappeler en temps opportuns.

L'APPROCHE PÉDAGOGIQUE

Après la mise en veilleuse de l'aspect encyclopédique et de l'enseignement des théories pour elles-mêmes, l'approche pédagogique de *Chimie raisonnée* se caractérise par:

- une démarche qui, autant que possible, tente d'expliquer le réel à partir d'observations, de manipulations tangibles: l'élève procède du concret vers l'abstrait, de manifestations observées dans la vie quotidienne à des hypothèses scientifiques confirmées;
- un modèle pédagogique calqué sur la méthode scientifique:
 - a) collecte des données par expérimentation ou lectures (observation);
 - b) regroupement des données (classification);
 - c) généralisation à partir des propriétés communes (induction);
 - d) représentation des propriétés communes en fonction d'un code (loi);
 - e) tentative d'explication (hypothèse);
 - f) vérification de l'application des hypothèses qui conduit à la théorie (théorie).

L'approche pédagogique privilégie l'enseignement individualisé ou par petits groupes d'élèves.

Chaque partie ou situation d'apprentissage de *Chimie raisonnée* se présente ainsi:

- Une *introduction* établissant le lien entre les situations d'apprentissage et montrant l'enchaînement des notions.
- Une liste des *habiletés requises* pour la compréhension de la situation d'apprentissage.
- Des questions de *vérification* des habiletés requises.
- Le *but de la situation*, qui indique sommairement la manipulation à effectuer.
- Des questions de *prévisions* permettant de vérifier les connaissances et l'aptitude à prévoir le déroulement de la manipulation. Ces questions servent de confrontation entre les intuitions de l'élève et les observations et peuvent permettre d'obtenir le déséquilibre réussi de la méthode LOGOS.
- Une section intitulée *Manipulation* présentant le déroulement de la manipulation avec la collecte et le traitement des données. Une section *Cheminement raisonné* remplace celle de la manipulation lorsque le cheminement est tout à fait théorique.
- Sous le titre *Opinions à commenter*, des énoncés qui représentent des affirmations vraies ou fausses, partiellement vraies ou partiellement fausses, et qu'il faut commenter. Ces affirmations peuvent aussi servir de déséquilibre cognitif au sens de Piaget.
- Sous la section *Conclusions personnelles*, des questions permettant de réunir les résultats obtenus au cours de la situation et de les comparer avec les réponses données plus tôt lors des prévisions.

- Un section intitulée *Mise au point* exposant la théorie qui se rapporte à la situation et comportant des exercices d'application des notions théoriques.
- Sous le titre *Applications*, des exercices de compréhension et de transfert qui concernent la situation et qui préparent à la situation suivante.
- La situation se termine par un court texte à partir duquel l'enseignant ou l'enseignante fait le bilan pour résumer le contenu de la situation et annoncer la suivante.

Les situations d'apprentissage sont regroupées par thèmes sous l'appellation d'ateliers (chapitres). Une introduction présente chacun de ces ateliers et annonce l'enchaînement des situations. Un bilan avec la liste des objectifs d'apprentissage visés par l'atelier et un test d'autoévaluation permet à l'élève de faire le point sur ses apprentissages. Le livre compte sept ateliers dont le dernier est constitué seulement d'un test d'autoévaluation synthèse portant sur l'ensemble des apprentissages couverts dans les six ateliers.

EXPÉRIMENTATION DE LA MÉTHODE

À l'automne 1987, à l'aide d'une subvention de recherche du programme PAREA, nous avons effectué une expérimentation qui visait à démontrer scientifiquement la validité de cette méthode. Plus spécifiquement, on a voulu vérifier l'hypothèse que *Chimie raisonnée* produit des résultats en chimie 202-101 équivalents à ceux obtenus par d'autres méthodes d'enseignement de la chimie.

Pour vérifier cette hypothèse, on a utilisé un plan d'expérience à six groupes, inspiré du plan à quatre groupes de Solomon. Il comprenait trois groupes expérimentaux et trois groupes témoins. Au total, 73 étudiantes et étudiants ont été répartis dans les trois groupes expérimentaux et 66 dans les trois groupes témoins. La répartition a été faite selon la procédure habituelle du Cégep.

La méthode de *Chimie raisonnée* correspondait à la variable indépendante. Les principales variables dépendantes étaient le rendement scolaire en chimie 202-101 tel que mesuré par un examen de synthèse uniforme passé à la fin de l'expérimentation et le rendement à des questions intermédiaires identiques posées pendant le déroulement de l'expérimentation.

Deux variables de contrôle de l'équivalence des groupes ont été mesurées avant le début de l'expérimentation: l'habileté scolaire (avec le test Otis-Lennon, niveau supérieur) et les connaissances en chimie de fin de secondaire.

L'analyse de la variance et le test de comparaison multiple de Fisher sont les deux procédés statistiques qui furent utilisés à l'intérieur de trois comparaisons entre les groupes expérimentaux et les groupes témoins.

Les résultats des comparaisons permirent de rejeter l'hypothèse de recherche car la méthode de *Chimie raisonnée* a produit dans l'ensemble de meilleurs résultats que ceux obtenus par d'autres méthodes. Il faut toutefois reconnaître que d'autres facteurs peuvent avoir joué un rôle concomitant à l'emploi de la méthode, bien que de tels facteurs n'ont pu être identifiés.

À la suite de cette expérimentation, il nous a semblé intéressant d'analyser la performance dans les cours de mathématiques 103 et 203 et dans les cours subséquents de chimie (201 et 202) de tous les étudiants et de toutes les étudiantes inscrits en chimie 101 à l'automne 1987, soit 10 groupes, dont cinq ont utilisé *Chimie raisonnée*. Il ressort de cette analyse que les élèves soumis à *Chimie raisonnée* présentent un meilleur taux de réussite à la fois dans les cours de mathématiques et de chimie. L'approche pédagogique telle que préconisée dans *Chimie raisonnée* peut-elle être en partie responsable de cette performance?

Cette méthode donne de bons résultats en chimie, mais peut-elle être applicable à d'autres disciplines? Les membres des équipes BBGR et LOGOS ont déjà montré l'influence positive d'une approche pédagogique similaire en mathématiques et en philosophie au collégial. Des applications de cette méthode dans d'autres disciplines sont connues: Géographie (cours de Géographie humaine 321-211), Histoire (Histoire 414 en 4^e secondaire), Français (Discours poétique 601-102), Économique (Initiation à la vie économique 383-915).

Réal Cantin
Laurent Chénard
Cégep de Rimouski