

AINVEQ: une méthode d'apprentissage des sciences par investigation en équipe

par Luc DESNOYERS,
Donna MERGLER-RACINE,
Pierre BHÉREUR*

L'ENSEIGNEMENT que fournissent à l'heure actuelle les universités se caractérise probablement par le fait qu'il est donné par des spécialistes de différentes disciplines qui n'ont, la plupart du temps, aucune formation pédagogique. Par un mécanisme encore incompris, l'obtention d'un diplôme supérieur confère au détenteur une habileté à l'enseignement universitaire. Chez les scientifiques, la situation tient presque de la schizophrénie: les professeurs se font une gloire de procéder à leurs travaux de recherche selon une méthodologie expérimentale rigoureuse et pourtant, dès qu'ils abordent leurs activités d'enseignement, ils remplacent cette méthode par l'arbitraire et par l'empirisme les plus déroutants. Il n'y a donc rien de surprenant à ce que la remise en question des méthodes d'enseignement des sciences au niveau universitaire prenne tant de temps à s'amorcer.

L'ouverture du campus montréalais de l'Université du Québec a été l'occasion, pour un groupe de professeurs du département des Sciences biologiques, de tenter un effort dans cette direction. Le département consentit à dégager partiellement des professeurs de certaines tâches courantes pour leur permettre un recyclage pédagogique. Ce groupe reçut pour mandat

de faire un relevé ou d'élaborer des formules pédagogiques qui permettraient, mieux que les méthodes traditionnelles, d'atteindre les objectifs d'un enseignement universitaire des sciences.

C'est à la suite de recherches bibliographiques, de rencontres personnelles, de visites d'universités et de congrès que prit forme, dans l'esprit des auteurs, l'idée de la méthode AINVEQ, qui doit son sigle à l'énoncé qui décrit ses intentions: Apprentissage par INVestigation en EQUIPés. En bref, cette méthode veut, en faisant disparaître la salle de cours, permettre aux étudiants d'apprendre d'eux mêmes, par des activités de type investigateur poursuivies en équipe et avec le support de documents audio-visuels et imprimés, préparés par le professeur.

Cet exposé veut atteindre deux objectifs principaux. Il vise d'abord une présentation de la méthode en décrivant sa genèse à partir de méthodes constituantes. Il veut également décrire l'usage que nous faisons de cette méthode et par là en faire connaître les possibilités.

LES CONSTITUANTES

L'originalité de la méthode AINVEQ consiste à réunir les trois éléments mentionnés plus haut (appren-

* Les auteurs sont du département des Sciences biologiques à l'Université du Québec à Montréal.

tissage autonome, travail d'investigation, travail en équipe) dans un tout intégré. La méthode s'inspire directement de deux formules américaines, l'*Audio-Tutorial* et les travaux pratiques d'investigation (*Investigative Laboratories*), réunis dans un cadre physique adopté à l'UQAM, celui de cubicules isolés où les étudiants effectuaient leurs travaux de laboratoires.

L'«AUDIO-TUTORIAL»

C'est au cours de la décennie 1960 que S.N. Postlethwait¹ et ses collaborateurs ont mis au point l'*Audio-Tutorial* au département de Biologie de l'Université Purdue. Postlethwait, qui donnait un cours d'introduction à la botanique à des groupes de quelques centaines d'étudiants, commença tout d'abord par enregistrer sur bande magnétique ses cours magistraux, pour permettre aux étudiants de «repasser» le cours dans leur temps libre et de «rattraper» ainsi les autres. Devant la popularité de cette formule auprès de l'ensemble des étudiants, il en vint progressivement à abandonner ses cours magistraux tout en transformant radicalement son usage du magnétophone.

Dans sa formule actuelle, le cours de Postlethwait se présente comme un ensemble de quinze ou vingt «mini-cours» dont chacun couvre un chapitre bien délimité de matière et exige de l'étudiant une moyenne de quelques heures de travail. Chaque mini-cours est présenté à l'étudiant sous deux média principaux: la bande sonore et le guide imprimé.

La bande sonore comprend de brefs exposés théoriques entrecoupés de séquences musicales, de directives guidant l'étudiant dans l'utilisation de manuels, d'articles de référence, de films, dans des observations scientifiques ou même dans de courtes expériences. Le guide imprimé est surtout un complément écrit et graphique que l'étudiant peut également utiliser pour prendre quelques notes. Ce guide est accompagné d'un feuillet qui porte à l'attention de l'étudiant les objectifs précis visés par le mini-cours. Ces objectifs sont exprimés en termes de comportement, tels que les conçoit Mager². Ils constituent un tableau d'effectuation, c'est-à-dire l'ensemble des connaissances théoriques et pratiques dont l'étudiant devra faire preuve pour démontrer qu'il maîtrise le contenu du mini-cours. En pratique, le cours *Audio-Tutorial* fonctionne de façon fort simple. Il se donne

dans un laboratoire aménagé en îlots de travail individuels, équipés de magnétophones, de projecteurs, etc. Le laboratoire est ouvert quatorze heures par jour, et il s'y trouve constamment un assistant d'enseignement. L'horaire d'utilisation est libre: chaque étudiant y vient quand bon lui semble et y passe le temps qu'il lui faut pour maîtriser la matière à l'étude et préparer l'examen qui lui permettra de vérifier, ultérieurement, s'il a atteint les objectifs visés.

L'individualisation de l'enseignement que permet l'*Audio-Tutorial* crée les conditions nécessaires à ce que Bloom³ a qualifié de *Mastery learning*. Dans ce contexte, en effet, chaque étudiant peut progresser à son rythme propre, connaissant les objectifs précis qu'il doit atteindre, quel que soit son taux d'apprentissage. La politique d'évaluation lui octroie automatiquement la note C⁴ s'il satisfait aux objectifs, et la mention I (incomplet) tant qu'il n'y est pas parvenu.

L'*Audio-Tutorial* présente cependant certains inconvénients. La méthode, s'inspirant des techniques de *microgradation*, est assez directive et laisse malheureusement peu de place à créativité de l'étudiant. Cet aspect en restreint d'ailleurs l'usage aux disciplines considérées classiquement comme descriptives: botanique, zoologie, géologie, etc. D'autre part, si l'individualisation de l'enseignement constitue un objectif fort valable, elle n'est peut-être pas si appropriée à la formation de futurs scientifiques qui auront, inévitablement, à travailler en équipe.

Les travaux pratiques d'investigation (Investigative Laboratories)

Aux États-Unis, la *Commission on Undergraduate Education in the Biological Sciences* (CUEBS) préconise depuis quelque temps déjà la réforme des travaux pratiques de biologie selon une formule qui permette aux étudiants non seulement de vérifier des faits expérimentaux déjà solidement établis, mais aussi de vivre une expérience scientifique à la recherche de données nouvelles.

Cette formule non-directive invite l'étudiant à cerner un problème scientifique qui, dans le champ de ses études, l'intéresse plus particulièrement. Avec la collaboration du professeur, il doit alors établir un protocole expérimental approprié et procéder à un

1. Postlethwait, S.N., Novak, J., Murray, H.T. Jr. *The Audio Tutorial Approach to Learning*. Burgess Publishing Company, 1969.
2. Mager, R.. *Preparing Instructional Objectives*. Fearon Publishers, 1962.

3. Bloom, B.S., *Learning for Mastery Evaluation Comment*, 1 (2), 1968. University of California at Los Angeles.
4. Dans ce système, l'étudiant peut obtenir un «B» ou un «A» en effectuant un certain nombre de travaux bibliographiques ou expérimentaux en supplément du minimum qu'énoncent les objectifs.

travail de recherche. Ces investigations lui fourniront des données qui lui permettront de réévaluer ses hypothèses de départ et son protocole: l'étudiant se familiarise avec la méthodologie scientifique en la mettant en pratique.

Cette formule a reçu le nom de *Investigative Laboratories* dans les publications spécialisées. Le titre d'un article paru récemment dans la revue de la CUEBS décrit bien l'esprit de la méthode: *Learning Science by Being a Scientist*⁵. Et c'est là l'essence même de cette formule. Les travaux pratiques conventionnels que l'on fait faire aux étudiants en science, à tout les niveaux, tiennent beaucoup plus de l'exécution méticuleuse d'une recette longuement figlée par le professeur que de l'investigation créative qui caractérise la demande scientifique. Et pourtant, ils ne favorisent pas l'apprentissage d'une méthodologie scientifique, si tant est que ce soit là vraiment l'objectif que l'on vise.

Il ne faut évidemment pas conclure pour autant que les travaux pratiques d'investigation soient le remède à tous les maux. Si la formule a des avantages, dont l'initiation à la recherche expérimentale et le libre cours à la créativité scientifique, elle n'en présente pas moins certains inconvénients importants. Ainsi, le contenu en information générale d'un cours axé principalement sur cette méthode risque d'être trop faible, puisque l'étudiant va canaliser ses énergies à l'étude d'un problème précis. La mise sur pied d'une telle formule à l'usage de grands groupes d'étudiants crée également de nombreux problèmes d'organisation. Mais l'esprit qui se dégage de la méthode doit nous amener à repenser la formule des travaux pratiques.

Les travaux pratiques exécutés en équipes dans des cubicules

Dès l'ouverture du département des Sciences biologiques à l'UQAM, le laboratoire destiné à l'enseignement de la physiologie fut aménagé en cubicules fermés, conçus pour recevoir des groupes de trois étudiants. Chaque cubicule contenait tout l'équipement scientifique mis à la disposition des étudiants: des tables de travail, un tableau noir, etc.

Ce type de laboratoire, qui existe dans d'autres universités, permet de créer une atmosphère beaucoup plus chaleureuse que ne le font les grands laboratoires ouverts. Les étudiants y forment équipe et travaillent dans une ambiance qui leur devient bientôt très familière.

Moins distraits par les activités de leurs confrères, ils peuvent se concentrer beaucoup plus efficacement sur leur travail. Et pour peu que le déphasage entre leçons théoriques et travaux pratiques ne soit pas trop grand, l'équipe se transforme en une véritable cellule d'étude. L'échange de renseignements, l'élaboration des procédures expérimentales, l'interprétation des résultats obtenus font tous l'objet de discussions parfois fort vives, qui font finalement du groupe un médium d'apprentissage aussi efficace, sinon plus, que tous les autres ensemble.

Dans ce cadre, les étudiants s'initient donc eux-mêmes au travail d'équipe. La formule employée consacre malheureusement la dichotomie classique entre «leçons théoriques» et «travaux pratiques», de sorte que ses avantages tendent à se limiter à ceux-ci.

Les trois formules que nous venons de décrire présentent toutes des avantages indéniables qui ne sont pas incompatibles; en fait, le projet AINVEQ a vu le jour lorsque nous en avons fait la synthèse. Trois facteurs caractérisent donc AINVEQ: travail d'équipe en cubicule, activités centrées sur des investigations, individualisation de l'«enseignement» au niveau de l'équipe par une technique *Audio-Tutorial*. En combinant ces trois facteurs, on peut pallier les inconvénients de chacune des méthodes décrites plus haut. Le professeur peut alors créer un cadre efficace d'apprentissage.

LA MÉTHODE AINVEQ

Puisque la méthode AINVEQ se définit par des activités d'apprentissage plutôt que d'enseignement, c'est dire que les rôles du professeur aussi bien que de l'étudiant s'en trouvent considérablement modifiés. Le professeur a maintenant pour tâche de fournir des outils aux étudiants. Ceux-ci doivent procéder à leur apprentissage en utilisant ces mêmes outils.

Dans ce cadre, le professeur voit ses fonctions se répartir en deux temps. Ce sont d'abord celles d'un producteur, au moment de l'élaboration du cours, et celles d'une «personne-ressource» au moment de son déroulement. Jusqu'à maintenant, ce sont les activités de production qui ont exigé le plus de temps, puisque les cours faisant partie du projet pilote s'adressaient à de petits groupes d'étudiants. Chacun de ces cours impliquait six heures de présence par semaine pour les étudiants (classiquement, trois heures de théorie et trois heures de travaux pratiques). Et ce sont ces heures d'activité qu'il s'agissait en quelque sorte de «programmer» dans la phase de production.

5. Dean, D.S., «The Laboratory: Learning Science by Being a Scientist» *CUEBS News* 6 (1): 5-6 (1969).

Ce travail implique d'abord une subdivision du cours en un certain nombre d'unités cohérentes et de durée semblable. Le cours est ainsi fragmenté en mini-cours dont chacun exige en moyenne six heures (ou un multiple de six) de travail des étudiants. Pour chacun des mini-cours, le producteur dresse un tableau d'effectuation: ce sont les objectifs (en termes de comportement) que les étudiants doivent atteindre pour établir qu'ils maîtrisent le sujet du cours. Une fois ce tableau dressé, le producteur peut immédiatement préparer l'examen qui viendra clore le mini-cours: celui-ci servira à vérifier les connaissances et les aptitudes des étudiants telles que les objectifs les énoncent.

Le professeur dresse ensuite une liste des média et des activités qu'il veut utiliser pour permettre aux étudiants de remplir chacun des objectifs. En plus d'enregistrements, d'imprimés, de diapositives et de films, il aura recours à des activités qui pourront aller jusqu'à l'élaboration et à l'exécution d'un protocole expérimental. Une fois cette liste établie, il reste à organiser une séquence efficace de présentation aux étudiants, à tracer le scénario de cette présentation. Essentiellement, ceci consistera à partager les directives ou les courts exposés que veut donner le professeur en deux media principaux: le guide imprimé et la bande sonore.

D'une part, le guide imprimé sera le support écrit et graphique du cours. Il comportera de courts textes de référence, des illustrations, des tableaux où les étudiants seront invités à noter des renseignements ou des résultats d'expériences et, évidemment en première page, la liste des objectifs. D'autre part, la bande sonore devient le médium qui sert de point d'articulation à tous les autres. Elle est composée de brèves séquences (jamais plus de cinq minutes) enregistrées par le professeur, entrecoupées d'intermèdes musicaux. Chacune de ces séquences constitue une étape du cours. Elle peut consister en un court exposé, en une invitation à utiliser un autre médium, à procéder à une expérience, en questions adressées aux étudiants pour fins de discussion, etc. La bande sonore trace donc le programme du minimum d'activités que doit poursuivre l'étudiant pour atteindre les objectifs, tout en demeurant elle-même le véhicule d'une certaine quantité d'information. C'est d'ailleurs ce qui lui permet de demeurer un médium bien personnel pour l'étudiant.

Une fois cette phase complétée, le professeur doit se fier à sa production et se retirer du jeu. Pendant l'utilisation du cours, il doit se limiter au rôle d'une «personne-ressource» qui vient combler, sur demande, les lacunes inévitables d'un des média, mais laisse champ libre aux activités des étudiants.

Dans un tel contexte, les activités des étudiants subissent elles aussi, des changements considérables. Il est intéressant de les suivre dans le déroulement d'une journée de travail effectuée par une équipe dans le cubicule qui lui est affecté.

Chaque équipe de trois ou quatre étudiants arrive au laboratoire au début de l'avant-midi et entreprend son travail aussi tôt qu'il lui plaît. Les premières minutes de la bande sonore exposent une vue d'ensemble de la matière couverte par le mini-cours et se terminent par une invitation à lire les objectifs énoncés dans le guide. Après cette lecture, c'est avec ces objectifs bien présents à l'esprit que les étudiants reviendront à la bande sonore. Puis, à l'invitation de celle-ci, ils pourraient procéder par exemple à une brève expérience ou à des observations sur des spécimens biologiques. A la suite d'observations, on leur demandera souvent d'expliquer, en leurs propres termes, le mécanisme d'un phénomène étudié. C'est ce qu'ils feront au cours de discussions et d'échanges qui les amèneront à élaborer une hypothèse résumant leur façon de voir. Et alors, sur invitation de la bande enregistrée, ils confronteront dans des documents mis à leurs disposition leur hypothèse et une hypothèse plus généralement acceptée. Ainsi, d'observations en vérifications, ils parcourront le programme de la journée à leur rythme propre, apprenant de par leurs propres investigations et leurs échanges en équipe.

LE PROJET PILOTE AINVEQ

C'est au cours de la session d'automne 1970 que les auteurs en vinrent à formuler la méthode AINVEQ. Avec l'appui du département des Sciences biologiques et des instances administratives de l'UQAM, on décida alors de procéder à un premier essai de la méthode pendant la session d'hiver. L'expérience s'est effectuée dans le cadre de deux cours offerts aux étudiants de troisième, les cours de neurobiologie et de biocybernétique.

Le bilan que l'on peut dresser de ce projet s'appuie sur les rapports qu'en ont fait les professeurs impliqués⁶⁻⁷ et sur les résultats d'un sondage mené en fin de session auprès des étudiants.

6. Desnoyers L., Mergler-Racine, D., Bhéreur, P. «Applications of Audio Tutorial to Small Groups» Audio Tutorial Conference, Northeastern Section, Syracuse University, 1971.

7. Bhéreur, P., Desnoyers, L., Mergler-Racine, D., «Apprentissage par investigation en équipe», ACFAS, 1971.

Les professeurs font valoir que, dans sa phase de rodage, la méthode AINVEQ a exigé d'eux des investissements considérables en termes de temps. Les temps de préparation ont toutefois rapidement diminué par la suite pour se stabiliser autour de valeurs comparables à celles que l'on rencontre dans un système conventionnel.

L'utilisation généralisée des objectifs de comportement, par exemple, les a poussés à discipliner et à structurer leurs cours jusque dans les moindres détails et beaucoup plus qu'ils ne l'avaient prévu. Le long apprentissage de l'utilisation de chaque médium aux fins qui lui conviennent le mieux, la rééducation qu'il faut s'imposer pour amener les étudiants à apprendre plutôt que de continuer à leur faire ingérer les vérités que l'on croit posséder, tout ce renouvellement ne se fait pas sans heurt.

Le *feedback* continu qu'ont apporté les étudiants a aussi contribué de façon importante à améliorer graduellement la qualité des cours et leur efficacité. Ainsi, les commentaires des étudiants ont conduit à une utilisation plus abondante du guide imprimé, à qui l'on confie maintenant des «messages» qu'on avait réservés à la diapositive ou à la bande sonore. Au cours du sondage de fin de session, les étudiants ont fait le point sur la méthode. Selon eux, l'utilisation des objectifs et le recours à des média diversifiés ont facilité et accéléré leur maîtrise de la matière à l'étude tout en rendant leur travail plus agréable. Le travail d'équipe s'est effectué sans accroc; les échanges qui

s'y faisaient ont, selon les étudiants, joué un rôle important dans leur compréhension des sujets étudiés. Ils estiment également que la méthode leur permet un contact plus personnel et des rencontres plus fréquentes avec le professeur que ne le fait le cours magistral.

Ces résultats, même s'ils ne découlent pas d'une évaluation scientifique qui reste à faire, ont été considérés comme suffisamment encourageants pour que, dans le nouveau pavillon des Sciences de l'UQAM, on procède à un aménagement polyvalent qui permette la poursuite de l'expérience. Celle-ci se prolonge donc dans un cadre physique beaucoup plus approprié et avec des équipements plus efficaces que ceux qu'on avait utilisés auparavant.

Pendant la session d'automne 1971, quatre nouveaux cours se donnent selon la méthode AINVEQ. On prévoit qu'il se donnera également quatre cours différents lors de la session d'hiver 1972.

Cette utilisation d'AINVEQ à une plus grande échelle permettrait d'en faire, éventuellement, une évaluation plus rigoureuse. Celle-ci ne pourra se faire, cependant, qu'avec la collaboration de spécialistes versés dans des disciplines allant de la théorie de l'apprentissage à la docimologie. Ce n'est qu'après une telle analyse que l'on pourra répondre de l'efficacité, de l'adaptabilité et de la rentabilité académique de la méthode AINVEQ ▼