

le développement de LA PENSÉE FORMELLE par les méthodes logos et BBGR

Expérimentation de deux méthodes pédagogiques
en tant qu'instruments facilitant la progression de l'élève
vers la pensée formelle

par JOSEPH-MARIE BRIAND, JEAN DÉSILETS*, DANIEL ROY* et ANNIE TRÉPANIÉRIER

professeur de mathématiques
*professeurs de philosophie
professeur de psychologie
Cégep de Rimouski

Depuis quelques années, des professeurs de niveau collégial constatent que les élèves éprouvent de grandes difficultés à atteindre les objectifs de leurs cours. En philosophie, par exemple, l'acquisition de l'autonomie de la pensée constitue un des objectifs généraux à réaliser. Les notions d'analyse, de synthèse, de critique et d'argumentation, nécessaires pour l'atteinte de cet objectif, sont peu assimilées par les élèves. En effet, malgré les différentes méthodes pédagogiques employées, il semble que ceux-ci ne possèdent pas certaines opérations mentales préalables à la compréhension et à l'utilisation de ces notions fondamentales.

Depuis 1976, nous avons élaboré deux méthodes pédagogiques, la méthode LOGOS et la méthode BBGR. La méthode LOGOS veut faciliter l'acquisition des concepts importants relatifs au cours de Philosophie 340-101. La méthode BBGR vise principalement la compréhension des concepts de base en probabilités et en statistique et le développement des aptitudes à l'analyse des données pour le cours de Statistique 201-337.

De plus, nous avons intégré aux méthodes LOGOS et BBGR certains éléments importants de la théorie piagétienne, laquelle repose essentiellement sur le respect du développement des stades opératoires de l'intelligence. L'originalité de ces méthodes réside dans le fait que chaque fois que nous avons à aborder un concept ou une théorie nouvelle, les activités d'apprentissage sont proposées de façon telle que l'élève parte toujours de situations concrètes, donc significatives pour lui. Ainsi l'élève progresse vers

des notions plus abstraites par le biais des processus d'expérimentation, d'induction-déduction, de généralisation et de théorisation ou formalisation.

Dans les pages qui suivent, nous décrivons d'abord chacune des deux méthodes que nous avons mises au point, puis nous présenterons le contexte, les objectifs, la méthodologie et les résultats d'une recherche que nous poursuivons et qui vise à expérimenter ces deux méthodes, conjointement et isolément, afin d'en évaluer l'impact sur le développement de la pensée formelle.

1. La méthode LOGOS

Le modèle d'apprentissage développé par la méthode LOGOS peut être appliqué à plusieurs types de cours. Pour les auteurs cependant, la construction du modèle s'est effectuée en parallèle à la rédaction d'un volume de logique traitant particulièrement du raisonnement¹. Nous recherchons un support pédagogique apte à faciliter notre enseignement des principes logiques. Les méthodes connues n'étant pas appropriées à nos besoins, nous avons élaboré, en nous inspirant de certains principes piagétiens, un cadre pédagogique plus conforme à nos objectifs. Ceux-ci visent essentiellement à rendre l'apprentissage de différents concepts significatif pour les élèves en développant la compréhension plutôt que la mémorisation. La méthode LOGOS présente un processus d'apprentissage que l'on peut diviser en cinq grandes étapes. Nous allons ici les décrire brièvement.

La phase de déséquilibre

POURQUOI PROVOQUER UN DÉSÉQUILIBRE ?

Dans le vocabulaire de la psychologie de l'apprentissage, un état d'équilibre est défini comme celui où l'esprit est au repos. Or c'est dans cet état d'équilibre que se retrouve le sujet au début d'un processus d'apprentissage. À partir du moment où le professeur veut transmettre de nouvelles notions à l'élève, l'équilibre est rompu. Les deux illustrations que l'on retrouvera plus loin (tableaux 2 et 3) représentent les deux développements possibles de la réaction d'un élève en face d'une matière nouvelle. Dans le premier cas il s'agit d'un déséquilibre non réussi et dans le deuxième cas d'un déséquilibre réussi.

Dans la première représentation, notre sujet est au départ en état d'équilibre. Ensuite le professeur annonce une nouvelle matière. L'équilibre est rompu : l'esprit qui était au repos redevient en action. L'étape suivante est fondamentale et, dans le premier cas, elle ne se réalise pas. En effet, la motivation est absente, soit parce qu'elle n'a pas été créée par le professeur, soit parce qu'elle n'est pas suffisamment forte pour intéresser l'élève, soit parce que celui-ci ne s'y ouvre pas. La nouvelle matière proposée sera rejetée parce qu'elle sera perçue comme sans intérêt ou trop difficile. L'apprentissage souhaité ne s'effectuera pas et l'élève retournera à un état d'équilibre où son esprit s'endormira de nouveau.

Dans la deuxième représentation, le sujet passe aussi d'un état au repos à un état en « action » par l'annonce d'un nouveau sujet d'étude. Cependant à l'opposé du premier cas, la motivation est actualisée. L'élève est donc intéressé à investir de l'énergie pour « apprendre » cette nouvelle matière. L'efficacité de la motivation doit se manifester en ébranlant les intuitions profondes du sujet à propos d'un problème particulier à résoudre. C'est précisément la contradiction entre les intuitions de l'élève et la solution du problème qui l'amènera à douter de ses outils intellectuels et à rechercher de nouveaux moyens de résolution plus efficaces. Puisque le déséquilibre est créé et maintenu, le sujet est à ce moment disponible pour entreprendre la seconde étape du processus d'apprentissage.

COMMENT PROVOQUER UN DÉSÉQUILIBRE (QUELQUES POINTS DE REPÈRE) ?

À moins que l'élève ne soit fermé à tout apprentissage, le succès de l'opération, à ce stade initial, repose avant tout sur le professeur. Celui-ci doit faire usage d'astuce et de créativité pour stimuler l'élève à entreprendre le processus d'apprentissage. Pour ce

faire, le professeur doit être très bien informé des intérêts et des préoccupations des élèves à qui il s'adresse. La lecture de rapports récents sur « l'état de la jeunesse actuelle », de revues ou de journaux s'adressant aux jeunes et des discussions informelles avec les élèves peut être utilisée à cette fin. Il ne faudrait surtout pas avoir peur « d'inventer » des situations originales qui sortent du cadre habituel du milieu scolaire.

Le but visé par cette phase de déséquilibre est de faire prendre conscience à l'élève de l'insuffisance de ses intuitions. Il faut donc lui présenter un problème ou un exercice en apparence simple, où il ne pourra éviter certains pièges qui lui sont tendus, pour mettre en doute ses convictions. Notons cependant que le problème ou l'exercice présenté ne doit pas paraître trop difficile car cela aurait pour effet de décourager l'élève et l'amènerait à repousser la démarche pédagogique proposée.

La phase d'expérimentation

À la suite de la première étape, l'élève est déjà motivé à rechercher de nouveaux outils intellectuels pour corriger ses intuitions. Il s'agit maintenant pour lui d'expérimenter à partir d'exercices ou de mises en situation appropriées. Ces exercices doivent permettre à l'élève de faire des observations, d'agencer sommairement ses premières impressions et de réorganiser un ensemble d'informations.

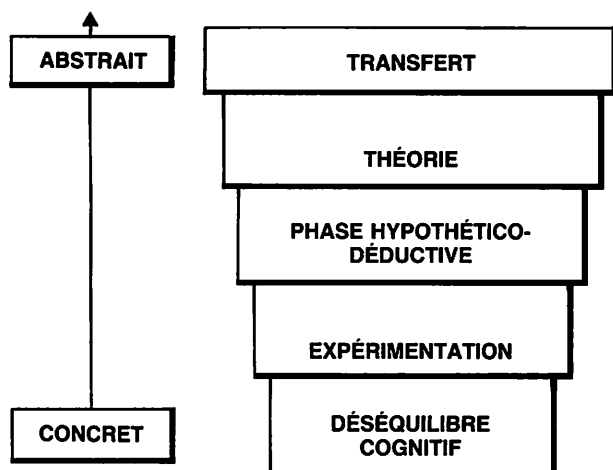
Cette phase est nécessaire car la transmission d'une connaissance par le professeur n'est pas suffisante pour que l'élève l'assimile correctement. Celui-ci doit se réapprocher, c'est-à-dire découvrir par lui-même, toute nouvelle connaissance. En effet, l'expérimentation lui permet de confronter ses intuitions à la réalité. Dans ce contexte, ses erreurs lui permettent de prendre conscience de sa démarche d'apprentissage et l'orientent vers un processus plus systématique.

La phase hypothético-déductive

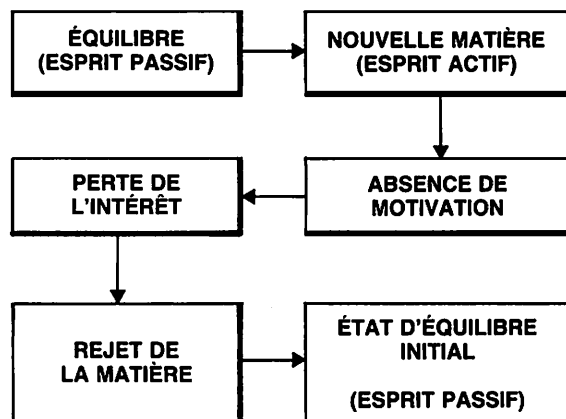
À ce stade de la méthode LOGOS, l'élève cherche à s'assurer de la validité de ses anticipations. Celui-ci, par une analyse sérieuse, doit identifier toutes les hypothèses de solutions possibles concernant un problème. Des déductions successives permettent ensuite d'éliminer certaines hypothèses pour ne retenir que les plus correctes, les plus cohérentes, les plus valides.

Dans cette phase, l'élève doit donc imaginer et construire de nouveaux rapports entre les connais-

TABEAU 1
LES ÉTAPES DE LA MÉTHODE LOGOS



TABEAU 2
DÉSÉQUILIBRE NON RÉUSSI



sances qu'il possède déjà et le problème à résoudre. Pour ce faire, il doit vérifier la cohérence de chacune des solutions élaborées au préalable en utilisant une logique méthodique, précise, exacte.

Le travail à effectuer par l'élève consiste donc à estimer la valeur de chacune des solutions en fonction des données connues du problème. L'hypothèse ou l'explication retenue sera celle qui présente la plus forte « affinité logique » avec le problème à résoudre.

La phase de théorisation

A l'étape précédente, l'élève a obtenu un certain nombre de résultats. De ceux-ci se dégagent des constantes, des regroupements, des principes. L'élève formulera donc de façon plus générale et plus abstraite les règles qui régissent ses « découvertes ».

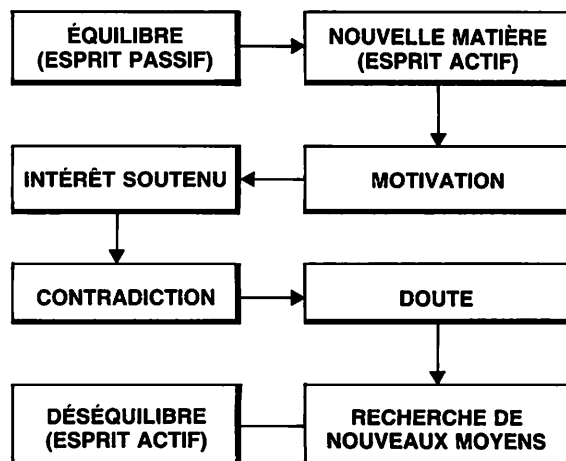
La formulation d'une règle ou d'une théorie oblige l'élève à développer son esprit de synthèse afin d'identifier ce qui est essentiel dans l'ensemble de ses expérimentations. Cette phase de théorisation va donc permettre à celui-ci d'avoir une vision globale sur des expériences qui semblaient isolées à l'origine. Il ne peut pas généraliser ses découvertes sans cette phase de théorisation.

La phase de transfert

Enfin, l'élève pourra démontrer, dans cette dernière étape, qu'il est réellement formel. Il le sera s'il peut généraliser ses découvertes à des cas similaires dans divers contenus. Le rôle du professeur est d'en-

courager la généralisation en proposant des exercices appropriés. La présentation de ces exercices doit respecter un ordre croissant de difficulté tout en évitant que cet accroissement du niveau de difficulté soit trop considérable d'un problème à l'autre. Il est préférable également de présenter quelques problèmes de même niveau de difficulté, avant de passer à un niveau supérieur, afin de s'assurer que l'élève maîtrise bien ses nouvelles acquisitions.

TABEAU 3
DÉSÉQUILIBRE RÉUSSI



Selon les psychologues de l'apprentissage, le transfert peut être horizontal ou vertical. Il est horizontal s'il y a généralisation d'un savoir à différents domaines mais d'un niveau d'abstraction équivalent. Il est vertical s'il y a généralisation de notions à un niveau supérieur d'abstraction. Ultimement, c'est le transfert vertical qui doit être privilégié si l'on veut favoriser le développement de la pensée formelle*.

2. La méthode BBGR d'apprentissage des probabilités et de la statistique

La méthode BBGR** inspirée des travaux de Diénès et de Piaget, vise une meilleure compréhension des concepts de base et une meilleure maîtrise des techniques des probabilités et de la statistique. Les principaux supports de la méthode, le laboratoire expérimental et le laboratoire d'applications, s'articulent sous l'influence d'une stratégie faisant appel au connu de l'élève et à sa capacité de transfert.

Problématique et objectifs

Plusieurs élèves ne parviennent pas à comprendre la portée réelle des notions enseignées dans les cours de probabilités et de statistique ; ils sont souvent dépassés par le grand nombre de concepts et de techniques enseignés et par leur manque d'intégration à des situations concrètes. Le premier objectif de l'enseignement des mathématiques, tel que formulé dans les *Cahiers de l'enseignement collégial*, i.e. de « rendre l'étudiant apte à maîtriser des situations concrètes », est donc difficile à atteindre.

Pour y arriver, la méthode BBGR privilégie la compréhension des concepts de base, la maîtrise des techniques statistiques les plus importantes et le développement des habiletés nécessaires à l'analyse des données, à l'interprétation des résultats et à leur expression.

Description

Le fondement pédagogique et la stratégie d'enseignement s'inspirent des travaux de Piaget et de Diénès.

LE FONDEMENT PÉDAGOGIQUE

Le professeur ne peut transmettre aux élèves les structures cognitives en les faisant simplement connaître et en incitant les élèves à les acquérir. Les structures se construisent par l'action, par un échange

constant entre le sujet et le milieu, elles se constituent progressivement selon des étapes ou stades, ces stades vont du concret à l'abstrait, du sensori-moteur à la pensée formelle ; ce processus général est transposable dans l'apprentissage d'une discipline.

Les étapes respectées sont :

- a) *Intuition* : étape de construction de l'essence et des éléments d'un concept à partir de situations concrètes, d'activités d'observation structurées.
- b) *Abstraction* : activité de reconnaissance des propriétés communes aux situations concrètes.
- c) *Symbolisation* : représentation des propriétés communes selon un code personnel d'abord, puis en fonction de l'appropriation d'un code objectif ou social, ensuite.
- d) *Généralisation* : élargissement du concept, reconnaissance de son applicabilité à d'autres situations.
- e) *Formalisation* : réflexion, synthèse (association, intégration, combinaison) et expression rigoureuse et concise des différents concepts.

LES SUPPORTS DE LA MÉTHODE

Quatre supports pédagogiques rendent possible le respect des étapes précédentes.

- a) Le *laboratoire expérimental* réalise la phase intuitive et la phase d'abstraction à partir d'expériences et d'observations sur des montages de « personnages Lego » et de bâtonnets.
- b) Le *texte de symbolisation* fait passer l'élève des symboles plus ou moins personnels auxquels il est parvenu au laboratoire expérimental à des symboles plus conventionnels, à des définitions plus justes et acceptées en mathématiques.
- c) Le *laboratoire d'applications* : l'élève applique à diverses situations les concepts, les outils découverts au laboratoire expérimental. C'est la phase de généralisation.
- d) Le *texte de formalisation* : les différents concepts sont synthétisés et exprimés d'une façon rigoureuse et concise. C'est un retour théorique sur ce qui a été vu, c'est une révision formelle où apparaît la raison d'être des théorèmes et de la méthode analytique.

* Ceux et celles qui seraient intéressés à mieux connaître cette méthode pourraient consulter : Désilets, J., Roy, D., *La méthode LOGOS*, Service de recherche et expérimentation du Collège de Rimouski, Rimouski, 1984, 47 p.

** Le sigle BBGR reprend l'initiale du nom de famille de chacun des quatre auteurs de cette méthode : Gaétan Beaudoin, Joseph-Marie Briand, Gérard Gagnon et Alain Roy, tous professeurs de mathématiques au Cégep de Rimouski.

LA STRATÉGIE

La stratégie pédagogique retenue tient compte du connu de l'élève pour en arriver à l'inconnu ; cette démarche engendre un phénomène de motivation, de sécurité puis de déséquilibre et de création d'un équilibre nouveau. C'est ce qui se passe de l'expérience de laboratoire à la formulation de règles théoriques précises.

De plus, l'analogie entre l'outil manuel et l'outil intellectuel est utilisée afin de faire prendre conscience de la valeur et des limites des outils intellectuels.

Le tableau 4 résume les différents éléments de la méthode.

L'originalité de la méthode repose essentiellement sur l'intégration et le respect des cinq étapes d'apprentissage déjà mentionnées par le biais de deux laboratoires et en particulier du laboratoire expérimental par les montages de « bonshommes Lego ». On l'expérimente actuellement comme instrument pour faire progresser l'élève vers la pensée formelle.

3. Notre recherche

SON CONTEXTE ET SA FINALITÉ

Le même élève expérimente ces méthodes en 45 heures (Philosophie 340-101) et 75 heures (Statistique 201-337). Nous croyons que ces 120 heures d'activités, axées sur le modèle piagétien, vont faciliter sa progression du stade concret vers un stade

plus formel. Nous ne prétendons pas ici que les élèves vont atteindre le stade formel de la pensée, mais nous supposons que les élèves vont progresser, et ce de façon perceptible dans l'acquisition d'une pensée plus formelle. Nous basons notre hypothèse sur le fait que nos méthodes n'adaptent pas simplement des activités d'apprentissage isolées ou sporadiques mais qu'elles intègrent, dans nos objectifs et nos contenus de cours habituels, un véritable processus naturel d'acquisition de connaissances qui respecte le développement des stades opératoires de l'intelligence et qui s'échelonne sur tout un semestre. Nous voulons donc premièrement, vérifier si la façon dont nos activités d'apprentissage sont structurées à l'intérieur de ces méthodes permet une progression plus évidente vers la pensée formelle que d'autres méthodes et, deuxièmement, identifier l'étendue de cette progression.

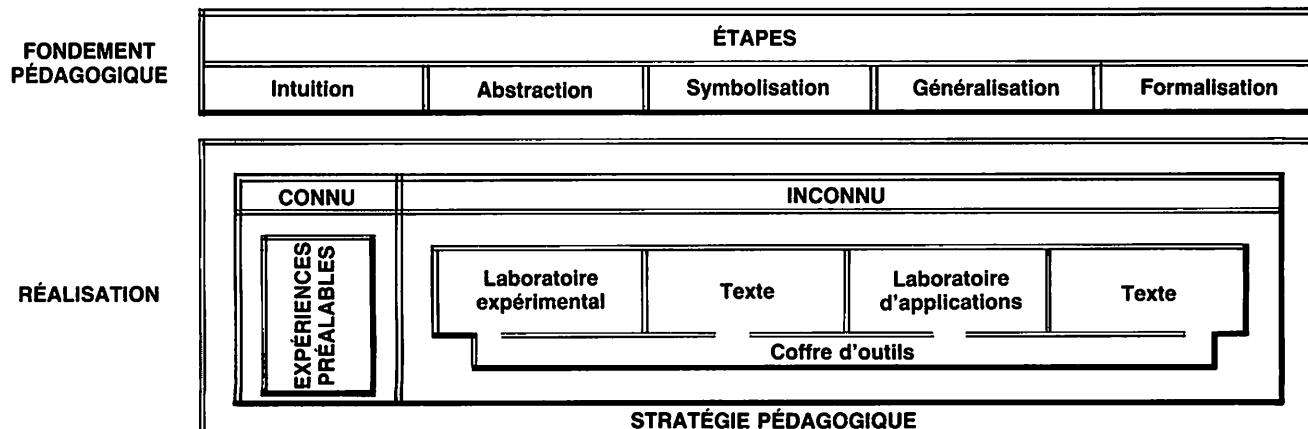
LES HYPOTHÈSES ET OBJECTIFS

Nous pensons que pour réussir les études collégiales, les élèves doivent avoir atteint la pensée formelle et que malheureusement la majorité des élèves de collégial I se situe au niveau opératoire concret.

Nous croyons, comme Desautels², Tellier³ et Torkia-Lagacé⁴, que les élèves n'ont pas développé leur pensée opératoire formelle, faute d'avoir rencontré des situations s'y prêtant. Les méthodes LOGOS et BBGR s'inspirant de la théorie de Piaget et de Diénès, représentent, selon nous, des situations favorables au développement de la pensée formelle. En effet, toute méthode respectant les étapes du développement de l'intelligence devrait favoriser la pro-

TABLEAU 4
MÉTHODE BBGR D'APPRENTISSAGE DES PROBABILITÉS ET DE LA STATISTIQUE

- OBJECTIFS :
- Assurer la compréhension des concepts de base, de leur enchaînement, et du symbolisme qui les véhicule.
 - Assurer la maîtrise des techniques.
 - Développer des habiletés à l'analyse des données, à l'interprétation des résultats et à leur expression.



gression des élèves vers la pensée formelle. Nous postulons qu'en stimulant les élèves par un environnement approprié (des exercices et une méthode spécifique), ils développent une habileté à concevoir toutes les situations possibles, une capacité à effectuer des déductions à partir d'hypothèses, un meilleur agencement des idées ou un fonctionnement plus systématique, bref, une pensée formelle.

Dans ce travail, nous avançons donc comme *hypothèses* :

- 1) que la méthode Logos fait davantage progresser les élèves de collégial I dans l'acquisition de la pensée formelle que la méthode traditionnelle* d'enseignement de la Philosophie 340-101 ;
- 2) que la méthode BBGR fait davantage progresser les élèves de collégial I, qui suivent le cours Statistique 201-337, dans l'atteinte de la pensée formelle que la méthode traditionnelle d'enseignement de cette matière ;
- 3) que l'utilisation des méthodes LOGOS et BBGR fait davantage progresser dans l'acquisition de la pensée formelle, les élèves qui suivent des cours de Philosophie 340-101 et de Statistique 201-337, que l'utilisation d'une seule de ces méthodes ou d'aucune de ces méthodes pour leurs cours.

LE TYPE DE RECHERCHE ET LES PRINCIPAUX ÉLÉMENTS MÉTHODOLOGIQUES

SCHÉMA EXPÉRIMENTAL

La population visée par l'expérience, à l'automne 1984, est celle des élèves qui suivent le cours de Statistique 201-337. Cet ensemble se divise en deux populations disjointes. Une première population se compose de la clientèle de collégial I qui suit à la fois Philosophie 340-101 et Statistique 201-337 (Modèle B).

La seconde population se compose de la clientèle de collégial II qui suit Statistique 201-337 (Modèle A). Tous les élèves de ces deux populations sont sujets dans l'expérimentation.

L'instrument de mesure utilisé est le test ERF de Mirette Torkia-Lagacé. Ce test nous permet d'identifier le stade opératoire — concret I, concret II, formel I, formel II — maîtrisé par l'élève au niveau de la combinatoire, de la proportionnalité, du pourcentage ainsi qu'au niveau du caractère hypothético-déductif.

Pour les fins de l'expérience, les élèves du modèle A sont divisés en trois groupes :

- Groupe 1 : suit la méthode BBGR en Statistique 201-337 et passe le test à la fin du semestre.
- Groupe 2 : suit la méthode traditionnelle en Statistique 201-337 et passe le test à la fin du semestre.
- Groupe 3 : groupe témoin qui passe le test au début du semestre.

Les élèves du modèle B sont divisés en cinq groupes :

- Groupe 1 : suit les méthodes BBGR en Statistique 201-337 et LOGOS en Philosophie 340-101, et passe le test à la fin du semestre.
- Groupe 2 : suit les méthodes traditionnelles en Statistique 201-337 et LOGOS en Philosophie 340-101, et passe le test à la fin du semestre.
- Groupe 3 : suit les méthodes BBGR en Statistique 201-337 et traditionnelle en Philosophie 340-101, et passe le test à la fin du semestre.
- Groupe 4 : suit les méthodes traditionnelles dans les deux cours, et passe le test à la fin du semestre.
- Groupe 5 : groupe témoin qui passe le test au début du semestre.

Les méthodes d'enseignement suivies par les groupes témoins n'ont pas d'importance car ces groupes passent le test au début du semestre. Ceux-ci servent essentiellement à mesurer la progression des autres groupes d'étudiants qui passent le test à la fin du semestre. Afin de rendre opérationnel notre schéma expérimental, nous avons formé des groupes équivalents (pour les deux populations) en répartissant les élèves au hasard, après avoir contrôlé les variables âge, sexe et concentration.

MÉTHODES STATISTIQUES

L'analyse statistique se fait à partir du test non paramétrique Mann-Whitney et de l'analyse des correspondances.

LES PRINCIPAUX RÉSULTATS ET LEUR UTILISATION

L'analyse statistique des résultats confirme nos trois hypothèses. En effet, celles-ci sont vérifiées autant par l'analyse des données brutes que par l'ana-

* Pour les fins de cette recherche, nous entendons par méthode traditionnelle d'enseignement toute autre méthode que les méthodes BBGR et LOGOS.

lyse de la cote obtenue dans chacune des parties du test (la cote est définie en tenant compte du niveau atteint par l'élève dans chacune des parties du test et des items réussis au niveau supérieur*).

Les résultats les plus intéressants concernent la troisième hypothèse. En effet les groupes d'élèves qui ont été soumis à la fois à la méthode LOGOS en Philosophie 340-101 (45 heures d'activités) et à la méthode BBGR en Statistique 201-337 (75 heures d'activités) manifestent une meilleure maîtrise des schèmes de la pensée formelle, notamment dans leurs résultats à la partie hypothético-déductive de l'épreuve ERF, que ceux qui ont été soumis à une seule de ces méthodes ou à aucune d'elles.

Cet aspect de l'effet cumulé des deux méthodes est particulièrement intéressant, parce qu'il encourage l'expansion du modèle pédagogique, lequel pourrait être adapté à d'autres disciplines. Nous pensons, en effet, que l'élève est d'autant plus encouragé à faire usage d'une pensée abstraite, si on multiplie les occasions qui lui sont fournies de le faire. Parce qu'on crée chez lui une habitude de fonctionnement au niveau des structures formelles, parce qu'on lui fournit plus souvent des occasions propices au développement des schèmes de la pensée abstraite, on encourage par le fait même l'intégration et le transfert des acquisitions.

LES NOUVELLES PISTES DE RECHERCHE

- 1- Nous pouvons donc penser que dans un avenir rapproché les éléments types ressortant des deux modèles pédagogiques pourraient être expérimentés dans d'autres disciplines. L'intérêt en ce sens a déjà été manifesté de plusieurs côtés, et continue de grandir.
- 2- Un autre projet a vu le jour au Cégep de Rimouski à la suite de cette recherche.

Il s'agit d'un projet d'intervention préventive s'adressant, dès leur entrée au collège, à des élèves qui auront été dépistés au secondaire comme étant des décrocheurs potentiels. L'approche pédagogique développée par les méthodes LOGOS et BBGR sera utilisée dans cette expérimentation. Ce projet, *Système de dépistage et programme d'études pour les étudiants en difficulté d'apprentissage*, subventionné par PROSIP, est actuellement en marche.

* Les personnes intéressées par le sujet trouveront toutes les informations concernant l'analyse et l'interprétation des résultats dans notre rapport final (publication bientôt disponible).

1. Désilets, J., Roy, D., *L'apprentissage du raisonnement*, Éditions H.R.W., Coll. Les Éditions Parallèles, Montréal, 1974.
2. Desautels, Pierre, *La pensée formelle*, Dépt. de Physique, Collège de Rosemont, juillet 1978.
3. Tellier, Jean, *Développement intellectuel et apprentissage au niveau collégial*, Service de recherche pédagogique, Cégep St-Jérôme, mai 1979.
4. Torkia-Lagacé, Mirette, *La pensée formelle chez les étudiants de Collège I : objectif ou réalité ?* Cégep Limoilou, 1981.