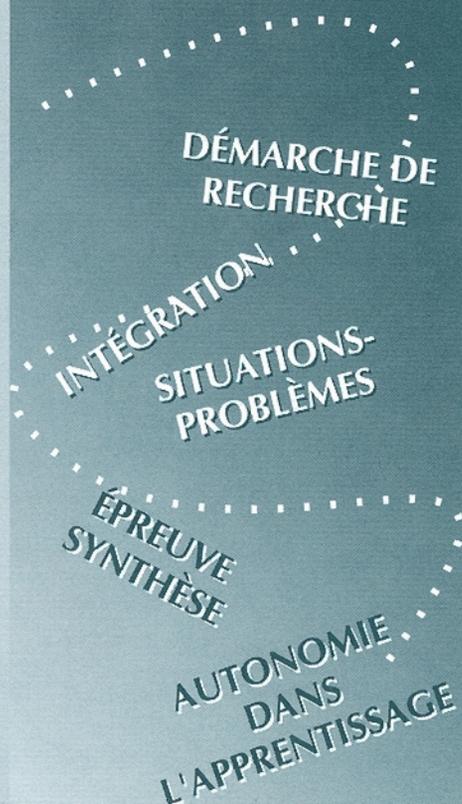


INTÉGRATION D'APPROCHES PAR PROBLÈMES EN SCIENCES PHASE I : ACTIVITÉ DE SYNTHÈSE



Intégration d'approches par problèmes en Sciences de la nature

Phase I **Intégration d'une activité de synthèse en fin de programme**

**Réal Cantin
Denise Lacasse
Lucien Roy**



**Cégep de
Rimouski**

Juin 1996

Maquette de la page-couverture

Nicole Jean

Dépôt légal — Troisième trimestre 1996

Bibliothèque Nationale du Québec

ISBN 2-921214-32-6

Cette recherche a été réalisée grâce à une subvention de la Direction générale de l'enseignement collégial du ministère de l'Éducation dans le cadre du Programme d'Aide à la Recherche sur l'Enseignement et l'Apprentissage (PAREA) accordée aux trois chercheurs pour l'année 95-96.

Le contenu du présent rapport n'engage que la responsabilité du Collège de Rimouski et des ses auteurs.

On peut obtenir des exemplaires de ce rapport en s'adressant aux auteurs :

Réal Cantin, Denise Lacasse ou Lucien Roy

CÉGEP de Rimouski

60, rue de l'Évêché Ouest

Rimouski (Québec), G5L 4H6

Tél. (418) 723-1880

Télé. (418) 724-4961

real_cantin@car.qc.ca

denise_lacasse@car.qc.ca

lucien_roy@car.qc.ca

RÉSUMÉ

Ce rapport de recherche rend compte de la phase I du projet *Intégration d'approches par problèmes en Sciences*. Le projet, dans son ensemble, vise une diversification des approches pédagogiques pratiquées par les enseignants et enseignantes dans les cours de sciences du programme afin de corriger certaines lacunes de formation, particulièrement au niveau de la formation fondamentale.

En effet, le cadre d'enseignement habituel laisse peu de place notamment à l'initiative, à l'autonomie dans l'apprentissage, à la résolution de problèmes contextualisés, à la recherche documentaire, à la culture scientifique, à la communication orale et écrite, à la synthèse et à l'intégration. Plusieurs approches par problèmes, particulièrement l'apprentissage par problèmes (APP) et la résolution de problèmes (RP) peuvent contribuer à combler ces lacunes de formation.

La phase I a consisté à adapter la méthodologie d'apprentissage par problèmes (APP) afin de créer un modèle directement applicable dans un cours d'*Activité de synthèse* en fin de programme. Le modèle devait également prévoir l'insertion de l'épreuve synthèse de programme (ÉSP).

Une fois ce modèle réalisé (automne 1995), il s'agissait d'en vérifier la faisabilité et l'efficacité en le mettant à l'épreuve avec trois groupes d'élèves (hiver 1996). Des sondages permirent de recueillir les perceptions des élèves tout au long du semestre. Le présent rapport fait état du processus suivi.

Les résultats obtenus sont très encourageants. L'expérimentation du modèle a confirmé le potentiel formateur important de la méthodologie APP dans l'acquisition d'une plus grande autonomie dans l'apprentissage. C'est pourquoi nous croyons que l'introduction d'une activité de synthèse, en fin de programme, contribuera à améliorer la qualité de la formation de nos finissants en Sciences de la nature au collégial.

The information in this report is classified "Secret" because its disclosure could result in the identification of sources and methods of the intelligence community, and thus, could be of significant value to the enemy.

This report contains information that is classified "Secret" because its disclosure could result in the identification of sources and methods of the intelligence community, and thus, could be of significant value to the enemy.

The information in this report is classified "Secret" because its disclosure could result in the identification of sources and methods of the intelligence community, and thus, could be of significant value to the enemy.

This report contains information that is classified "Secret" because its disclosure could result in the identification of sources and methods of the intelligence community, and thus, could be of significant value to the enemy.

The information in this report is classified "Secret" because its disclosure could result in the identification of sources and methods of the intelligence community, and thus, could be of significant value to the enemy.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à témoigner notre gratitude envers ceux et celles qui nous ont encouragés et conseillés tout au long de la réalisation de ce projet :

Nos conseillers :

Monsieur Jan Palkiewicz, professeur-chercheur du département des Sciences de l'éducation de l'Université du Québec à Montréal (UQAM), pour ses conseils et ses nombreux encouragements

Monsieur Claude Lassus, professeur-chercheur au département de Biologie de l'Université du Québec à Rimouski (UQAR), qui utilise, depuis déjà trois ans, l'apprentissage par problèmes (APP) dans certains de ses cours

Nos collaborateurs :

Personnel du Service de Recherche et Perfectionnement du Collège de Rimouski

Membres de la Table programme de Sciences de la nature du Collège de Rimouski

Enseignantes et enseignants des départements de chimie et de biologie du Collège de Rimouski

Représentants du département de mathématiques à la table programme : Céline St-Pierre, Gaétan Beaudoin et Philippe Etchecopar, pour leur collaboration aux pistes de transfert à la filière MATHÉMATIQUES-PHYSIQUE

The following information is being provided to you for your information only and is not intended to be used for any other purpose.

This information is being provided to you for your information only and is not intended to be used for any other purpose. It is the property of the Department of Defense and is to be controlled, stored, and disposed of in accordance with the Department of Defense Information Security Manual (DDISMAN) and the Department of Defense Information Security Manual (DDISMAN).

This information is being provided to you for your information only and is not intended to be used for any other purpose. It is the property of the Department of Defense and is to be controlled, stored, and disposed of in accordance with the Department of Defense Information Security Manual (DDISMAN) and the Department of Defense Information Security Manual (DDISMAN).

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	1
SECTION 1 : PRÉSENTATION DU PROJET INITIAL	5
1.1 Problématique du programme actuel.....	7
1.1.1 Carences de formation chez nos diplômés.....	7
1.1.2 Lacunes dans le programme	9
1.1.3 Conjoncture actuelle dans le réseau collégial	11
1.2 Cadre théorique du projet	14
1.2.1 Définition de «problème»	14
1.2.2 Résolution de problèmes et apprentissage	14
1.2.3 Pertinence de l'utilisation de situations-problèmes.....	17
1.3 Cadre méthodologique du projet initial	20
1.3.1 Phase I	22
1.3.2 Phase II	23
SECTION 2 : DÉVELOPPEMENT D'UN MODÈLE APP ADAPTÉ	27
2.1 But et objectifs	32
2.1.1 Objectifs de formation fondamentale visés	32
2.1.2 Objectifs de formation spécifiques visés	34
2.2 Caractéristiques de l'APP classique.....	35
2.3 Adaptation du modèle APP	39
2.3.1 Première partie : Pratique de l'APP	42
2.3.2 Deuxième partie : Travail de recherche (épreuve synthèse de programme).....	57
2.3.3 Discussion sur le modèle d'activité de synthèse proposé.....	65
SECTION 3 : MISE À L'ÉPREUVE DU MODÈLE	71
3.1 Cadre d'expérimentation	73
3.2 Élaboration des situations-problèmes	76
3.3 Planification du semestre	77
3.4 Matériel pédagogique	78
3.5 Pratique de l'APP	79
3.5.1 Situations-problèmes	80
3.5.2 Laboratoires	84
3.6 Travail de recherche	87
3.7 Évaluations	91

SECTION 4 : SONDAGES AUPRÈS DES ÉLÈVES — UNE ANALYSE DESCRIPTIVE	97
4.1 Méthodologie des sondages	99
4.2 Sondage n° 1	101
4.3 Sondage n° 2	104
4.4 Sondage n° 3	106
4.5 Sondage n° 4	108
4.6 Sondage n° 5	110
4.7 Sommaire des résultats quantitatifs	112
4.8 Commentaires des élèves	113
TRANSFERTS, CONCLUSION ET PERSPECTIVES	121
1. Transfert à la filière MATHÉMATIQUES-PHYSIQUE	123
2. Appréciation globale de cette activité de synthèse	127
3. Diversification nécessaire de nos méthodes pédagogiques	128
4. Enseigner explicitement des éléments de formation fondamentale	130
5. Étape suivante : intégration de situations-problèmes dans les cours du programme	131
6. Vers un renouvellement du programme de Sciences de la nature	132
BIBLIOGRAPHIE	133
ANNEXES	141
Annexe I : Exemple de traitement d'une situation-problème	143
Annexe II : Semainier	159
Annexe III : Situations-problèmes proposées	163
Annexe IV : Thèmes suggérés pour le travail de recherche	169
Annexe V : Problématiques retenues	173
Annexe VI : Grilles d'évaluation	183
Annexe VII : Questionnaires-sondages	191

INTRODUCTION

En guise d'introduction, voici quelques précisions sur le contexte et l'historique du projet en relation avec la révision du programme de Sciences de la nature.

Historique du projet

En juin 1992, le Ministère de l'éducation faisait connaître le cadre ministériel du programme en Sciences de la nature. Par la même occasion, le Ministère lançait dans le réseau, un appel à l'expérimentation dont les objectifs étaient de faire préciser les modalités d'application des lignes directrices du programme, d'assurer la révision des plans cadres des cours et enfin, de susciter l'émergence de nouvelles approches pédagogiques. Six projets d'expérimentation ont été retenus, mais le Cégep de Rimouski ne faisait pas partie de ces projets pour des raisons de délai trop court.

Cependant, à l'automne de cette même année, quelques enseignants et enseignantes du Collège de Rimouski ont manifesté de l'intérêt pour utilisation plus généralisée de l'outil informatique dans le cadre des cours de sciences. Cette idée fit son chemin et une demande d'un laboratoire d'informatique pour les élèves de sciences fut préparée. Cependant, un autre mandat fut donné par la Direction des Études à ce groupe de travail, à savoir d'introduire l'approche programme en Sciences de la nature. Un projet d'*expérimentation parallèle* était ainsi lancé et la DGEC acceptait que les documents émanant de notre groupe de travail et de notre «Table programme» soient transmis au comité de suivi, qui avait comme mandat de superviser les expérimentations et de définir subséquemment un projet de programme.

En plus de la demande d'un laboratoire d'informatique, la «Table programme» organisa un Forum à l'automne 1993 ayant comme objectifs de définir des finalités (buts de formation) au programme ainsi que des fils conducteurs reliant les différentes cours.

Les enseignantes et enseignants des disciplines scientifiques du Collège de Rimouski proposèrent trois finalités au programme de Sciences de la nature :

Finalité 1 : *Préparer les élèves à effectuer des études universitaires spécialisées, particulièrement dans les programmes de sciences pures, sciences appliquées et sciences de la santé.*

Finalité 2 : *Par une formation multidisciplinaire, donner aux élèves une vue d'ensemble des sciences et leur fournir une polyvalence nécessaire à des études spécialisées.*

Finalité 3 : *Préparer les élèves à la dimension éthique et sociale du travail scientifique et leur procurer une autonomie de pensée et une culture générale indispensable dans une société technologique et démocratique.*

Pour renforcer l'approche programme, trois fils conducteurs furent identifiés :

Premier fil conducteur : *La culture scientifique*

Les études collégiales offrent une dernière occasion aux élèves du programme d'avoir une vue d'ensemble des sciences avant d'entreprendre des études spécialisées. Nous voyons dans cette donnée une occasion de fournir des éléments de base pour une culture scientifique, d'éveiller la curiosité des élèves et de développer leur sens critique. Nous estimons que les interventions suivantes pourraient contribuer à une culture scientifique des élèves de Sciences de la nature :

- utiliser l'histoire, la genèse des théories et des concepts scientifiques comme argument pédagogique; cela revient à situer les théories dans leur contexte d'émergence;
- situer un concept, une théorie dans l'ensemble des connaissances scientifiques;
- présenter les découvertes scientifiques récentes;
- identifier des applications scientifiques dans la technologie des objets et des procédés d'utilité courante;
- traiter divers aspects de l'activité scientifique (économiques, politiques, sociaux) et de ses conséquences sur des secteurs d'activité de la société.

Deuxième fil conducteur : *L'utilisation usuelle de l'outil informatique*

Les technologies de l'information et des communications peuvent être de précieux recours pour les élèves et les enseignants dans les pratiques d'apprentissage. Il faut, par nos pratiques et nos exigences, amener les élèves à faire de l'ordinateur et des réseaux des *outils de travail usuels*. L'accessibilité de ces technologies, leur puissance et surtout leur intégration toujours plus grande à toutes les tâches professionnelles, notamment en Sciences de la nature, nous y contraignent. Cet objectif peut être atteint par :

- l'intégration de ces outils à notre enseignement (démonstrations, documents, exemples),
- l'exigence de l'utilisation par les élèves dans leurs travaux.

Troisième fil conducteur : *La résolution de problèmes*

Selon KILPATRICK (1985), aucun programme d'enseignement ne peut connaître de succès s'il ne prend en considération les attitudes négatives des élèves et les perceptions qu'ils ont eux-mêmes en résolution de problèmes. En plus d'améliorer la qualité de la formation, une méthode homogène de *résolution de problèmes* peut servir de fil conducteur au programme, créant ainsi plus d'unité entre les disciplines.

Il s'agissait ensuite de traduire dans les cours ces finalités et ces fils conducteurs. Les représentants des différentes disciplines concernées, réunis en «Table programme», ont confié à

notre équipe de recherche le mandat d'insérer la résolution de problèmes à la fois dans les cours et dans **une activité de synthèse (incluant l'épreuve synthèse) en fin de programme**. C'est à partir de ce mandat que fut élaborée une demande de subvention au Programme d'Aide à la Recherche et à l'Apprentissage (PAREA). Cette subvention fut accordée à notre équipe pour un an, et fut consacrée à l'élaboration de l'activité de synthèse dont ce rapport fait état. Messieurs Jan Palkiewicz, professeur-chercheur au département de Sciences de l'éducation à l'UQAM, et Monsieur Claude Lassus, professeur-chercheur au département de biologie de l'UQAR, ont bien voulu servir de consultants externes. Voici quelques considérations ayant mené à l'élaboration de cette demande.

Au-delà des différentes réformes en application ou en expérimentation au niveau collégial, une diversification des approches pédagogiques nous semble essentielle pour compléter la formation des élèves, particulièrement en Sciences de la nature. Parmi les approches *complémentaires* à celles utilisées traditionnellement, la résolution de problèmes (RP) et l'apprentissage par problèmes (APP) semblent très prometteuses. De plus, la mise sur pied d'une activité de synthèse multidisciplinaire basée sur l'apprentissage par problèmes devrait favoriser chez l'élève le transfert des connaissances et une plus grande autonomie dans son apprentissage, préparant ainsi plus adéquatement son entrée à l'université.

Voilà, énoncées sommairement, les considérations qui nous ont amenés à la recherche de moyens pour intégrer des approches par problèmes à l'enseignement des Sciences de la nature au collégial. Nous avons opté pour une recherche-action qui vise un enrichissement durable des approches pédagogiques. Mais pour obtenir du succès, ces approches pédagogiques devaient être partagées par l'ensemble du personnel impliqué et principalement le corps enseignant.

Pendant notre recherche, nous avons rencontré à plusieurs reprises les enseignants et enseignantes des disciplines scientifiques (biologie, chimie, mathématiques et physique), réunis en département, pour leur présenter le modèle développé du cours *Activité de synthèse* et discuter avec eux de sa faisabilité et de sa transférabilité aux deux filières préalablement définies dans le programme : filière CHIMIE-BIOLOGIE, pour les élèves ayant une orientation sciences de la santé et de la vie, et filière MATHÉMATIQUES-PHYSIQUE, pour ceux ayant une orientation sciences pures et appliquées. De plus, la «Table programme» fut tenue informée de l'évolution de nos travaux durant l'année.

Nous avons tout au long de cette recherche, privilégié la transparence et souhaité informer le plus possible la communauté collégiale de l'évolution de nos travaux. Des présentations du modèle développé et de sa mise à l'épreuve furent faites à l'hiver 96, notamment, auprès des enseignants et enseignantes de sciences du Collège de Rimouski, à ceux du Centre matapédien d'études collégiales à Amqui, de même qu'à ceux du Collège de Matane. Finalement, l'équipe de recherche a présenté une communication, dans le cadre de 16^e colloque de l'Association québécoise de pédagogie collégiale (AQPC), en juin 1996. Le présent rapport se veut un autre moyen de communiquer les résultats de cette recherche.

Ce rapport se divise de la manière suivante :

- Dans la **section 1** qui suit, nous vous présentons le cadre théorique et méthodologique du projet initial.

- Dans la **section 2**, nous expliquons les grandes lignes du modèle développé pour la phase I à partir de la méthodologie d'apprentissage par problèmes (APP) pour une activité de synthèse en fin de programme, incluant l'épreuve synthèse de programme.
- Dans la **section 3**, nous rendons compte de la mise à l'épreuve du modèle précédent avec trois groupes d'élèves.
- Dans la **section 4**, nous faisons le bilan des perceptions des élèves à partir des sondages réalisés.
- Comme éléments de **conclusion**, nous ouvrons, entre autres, des perspectives de transfert pour la filière MATHÉMATIQUES-PHYSIQUE.

Phase I :
Intégration d'une activité de synthèse
en fin de programme

SECTION 1 :
Présentation du projet
initial

1.1 PROBLÉMATIQUE DU PROGRAMME ACTUEL

Les principaux éléments de la problématique de ce projet tirent leur origine des lacunes souvent notées dans le programme actuel de Sciences de la nature, lacunes auxquelles l'intégration d'approches par problèmes pourrait apporter des éléments de solution. L'élan de changements suscité par le renouveau de l'enseignement collégial et les projets d'expérimentation du programme créent un environnement particulièrement favorable à la réalisation de ce projet.

Les analyses du programme actuel des Sciences de la nature mettent souvent en lumière des carences dans la formation des élèves et un manque de coordination entre les disciplines. On note aussi que les contenus et les approches pédagogiques ont subi peu de changements majeurs depuis vingt-cinq ans, malgré plusieurs initiatives ponctuelles.

1.1.1 Carences de formation chez nos diplômés

Plusieurs domaines de Sciences de la nature ont connu un développement explosif ces dernières décennies, tant du point de vue académique que technologique. BEYER (1988) notait qu'en 1970 l'information disponible doublait tous les dix ans. En 1991, il prévoyait un doublement tous les 2 ans ! Avec l'avènement de l'autoroute électronique, la diffusion des informations scientifiques devrait être encore plus performante. Que faire, dans un tel contexte, pour préparer adéquatement les élèves du niveau collégial à leurs études universitaires et à leur future vie professionnelle ?

Ce n'est un secret pour personne que les contenus des cours du programme sont très chargés. Selon BLOUIN (1986), les contenus de sciences seraient plus propices au bourrage de crâne qu'à l'assimilation de concepts scientifiques. Aux notions «classiques», datant du siècle dernier ou même avant, s'ajoutent continuellement de nouveaux concepts. Devant cette avalanche de connaissances à transmettre, notre réaction, comme enseignantes et enseignants, a été de peaufiner des cours magistraux d'une grande efficacité. Nous avons mis beaucoup d'énergie à structurer des séances magistrales où chaque minute est comptée, à produire des notes de cours, des résumés, des documents d'accompagnement pertinents. De cette façon, nous avons réussi à maximiser le volume de connaissances transmises, compte tenu des contraintes du régime collégial. Pour louables et nécessaires que furent tous ces efforts, on peut se demander si l'*usage exclusif* de méthodes traditionnelles ne privilégie pas la transmission de l'*information* au détriment de la *formation* elle-même. À quoi sert en effet une tête bien pleine si l'apprenant a beaucoup de difficultés à traduire ses connaissances en actes (transferts de connaissances et résolution de problèmes), à communiquer ses idées, à travailler efficacement en équipe, à poursuivre sa formation de façon autonome ?

Attitude passive et peu créative, difficulté à communiquer

Le plus grand défaut de l'usage exclusif de la méthode magistrale est sans doute de maintenir les élèves dans un rôle passif de récepteurs d'informations (REUMONT et REUMONT, 1991). La participation exigée des élèves en classe se résume souvent à être attentifs afin de pouvoir régurgiter individuellement et intégralement ces connaissances lors d'examens sommatifs. GUILBERT (1979) parle de «*mémorisation à régurgitation périodique de données factuelles désintégrées*».

La difficulté à communiquer que l'on remarque chez plusieurs élèves découle en bonne partie de la passivité des situations d'apprentissage dans lesquelles ils ont baigné tout au long des études secondaires et collégiales. L'apprenant a rarement l'occasion d'exposer sa vision du contenu, de défendre oralement ses idées, de développer une argumentation solide et de déployer sa créativité. L'élève n'est tenu de s'exprimer qu'au moment des évaluations. Or, souvent, celles-ci sont composées principalement de questions de type objectif ou d'exercices stéréotypés, en tout point similaires à ceux faits en classe. Cette situation «*infantilise*» l'apprenant en le maintenant dans un état de dépendance, et suscite peu d'efforts personnels de créativité (FABRE, 1993).

Difficulté à travailler en équipe

Le travail en équipe fait rarement l'objet d'un enseignement explicite, comme si ses modalités allaient de soi. Pourtant, une collaboration efficace entre les membres d'une équipe nécessite le développement de plusieurs attitudes comme la participation active et équitable de tous, le respect et l'écoute de l'autre, la présence et la ponctualité aux réunions, le respect des échéances convenues (ST-ARNAUD, 1989; TUCKMAN, 1965). Souvent, la participation des différents membres de l'équipe est très inégale, sans que l'évaluation des travaux et rapports produits en tiennent compte. Au mieux, se retrouve-t-on avec des rapports qui sont davantage le reflet d'une juxtaposition de travaux individuels que du fruit d'une véritable concertation. Cette situation démotive les plus travailleurs vis-à-vis de ce type d'activité.

Manque d'autonomie dans l'apprentissage

Comme l'élève de sciences dispose personnellement de tout le matériel pédagogique nécessaire à la réussite de ses cours, il a peu l'occasion de faire des recherches bibliographiques, de questionner d'autres intervenants du milieu, bref d'élargir son champ d'investigation. La bibliothèque du collège est le plus souvent utilisée comme un *lieu* de travail dans ses propres documents, et non une *source* d'informations complémentaires. En conséquence, l'enseignant ou l'enseignante est souvent perçu comme l'unique source d'information valable pour la réussite d'un cours, ce qui provoque une grande dépendance de l'élève.

Manque d'intérêt et de motivation

Le rôle de consommateur de connaissances dans lequel est relégué l'élève dans son apprentissage peut provoquer un sentiment d'impuissance et de frustration, d'où peut émerger un manque de confiance en soi et un désintérêt pour les études (REUMONT et REUMONT, 1991).

D'autre part, la *motivation* des élèves est reconnue comme une composante essentielle à la réussite de leurs études (GAGNON *et al.*, 1993). En ce qui concerne la résolution de problèmes, PRAWAT (1989) avance même que les dispositions et la motivation des élèves sont aussi nécessaires à la solution d'un problème qu'une bonne organisation des connaissances et une stratégie de résolution appropriée. Or, plusieurs élèves perçoivent les situations qui servent de prétexte à une étude ou à des problèmes comme abstraites et essentiellement théoriques. Ce constat découle d'une longue tradition académique inspirée de méthodes d'enseignement classiques et du statut du formalisme comme expression du savoir sans référence à une démarche réaliste d'apprentissage et de découverte (DÉSAUTELS, 1980). Ainsi, nous soumettons souvent des problèmes aux élèves sans référence aux situations réelles d'origine.

Difficulté à résoudre des problèmes

Selon BLOUIN (1986), les élèves de sciences sont amenés à résoudre presque exclusivement des exercices, rarement des problèmes, et deviennent d'habiles applicateurs de formules et de recettes toutes faites. La pratique d'exercices décontextualisés prépare mal, toutefois, à la résolution de problèmes tirés de la vie réelle. REUMONT et REUMONT (1991) notent des difficultés importantes de ce point de vue chez plusieurs élèves de sciences. JOSHUA et DUPIN (1993) se sont interrogés sur les raisons qui empêcheraient les élèves de résoudre correctement des problèmes scientifiques, pour peu que ces problèmes s'écartent, même légèrement, des exercices résolus en classe. L'hypothèse avancée est que peu d'erreurs ont pour cause un manque de connaissances, mais tiennent plutôt à des erreurs de raisonnement : difficultés à repérer les éléments pertinents d'un problème, difficultés à organiser de manière systématique l'approche d'un problème, saut rapide vers des conclusions non vérifiées; difficultés à construire une représentation graphique d'un problème, etc. D'après LALIBERTÉ (1988), cette situation n'est pas unique au système d'éducation québécois, puisque les lacunes pour résoudre des problèmes semblent également très répandues aux États-Unis et en France.

1.1.2 Lacunes dans le programme

Les carences de formation observées chez nos finissants tirent en partie leur origine de la structure du programme lui-même et des approches pédagogiques pratiquées.

Structures disciplinaires étanches

Le programme actuel de Sciences de la nature, dans sa partie formation spécifique, est articulé autour des quatre disciplines scientifiques : biologie, chimie, mathématiques et physique. De fait, il n'est qu'une juxtaposition de cours dont les seuls éléments énoncés correspondent aux contenus disciplinaires. Cet ensemble de cours constitue, en pratique, la somme des seuils d'accueil universitaires. Ceci est confirmé par le CONSEIL SUPÉRIEUR DE L'ÉDUCATION (1988) et le CONSEIL DES COLLÈGES (1992).

Ainsi, cet accent mis uniquement sur les contenus disciplinaires ne peut amener que le cloisonnement des disciplines car chaque cours est conçu et donné comme une entité séparée des autres. D'autre part, la structure même de l'institution collégiale, en regroupement de disciplines autogérées, amplifie ce phénomène de cloisonnement. Structure qui porte en elle des apprentissages éclatés, des apprentissages non intégrés et non transférés, un enseignement non concerté (FORCIER, 1994). Résultat, les élèves n'arrivent pas à faire des liens entre les différents cours et les différentes disciplines. Les connaissances sont transmises de façon parcellaire, chaque cours se présentant comme un compartiment étanche. Cet enseignement *par tiroirs* découle de l'absence de coordination du programme. Il n'y a pas d'harmonisation entre les disciplines tant au niveau des concepts communs que des méthodes pédagogiques et de l'évaluation des apprentissages. Déjà, en 1988, le CONSEIL SUPÉRIEUR DE L'ÉDUCATION recommandait aux collèges d'appuyer toutes les mesures d'ordre pédagogique, organisationnel ou curriculaire qui, se fondant sur les exigences de vrais programmes, contribueraient à briser des blocs de cours indépendants l'un de l'autre et à réduire le parallélisme des disciplines.

Manque d'échanges entre les enseignants

En plus du cloisonnement disciplinaire, on constate trop souvent, à l'intérieur d'une même discipline, des pratiques d'enseignement individualistes laissant peu de place à la concertation dans la planification des cours, à des échanges professionnels sur les approches pédagogiques pratiquées, voire à du partage de tâches. Cette situation rend plus difficile l'établissement de liens entre les cours d'une même discipline, et contribue à la parcellisation des connaissances.

Contenus et approches pédagogiques peu modifiées depuis 25 ans

Le programme actuel de Sciences de la nature a fêté son quart de siècle et durant toute cette période peu de changements ont été apportés à la grille de cours et aux contenus dont les descriptions datent de 1975-78. Il y a bien eu quelques modifications des plans cadres de quelques cours comme celui de chimie générale 202-101 en 1982, mais même ce changement fut difficilement accepté dans le réseau. Pour s'ajuster aux apports considérables des découvertes des dernières décennies, les enseignants et enseignantes de certaines disciplines, comme la biologie, ont cherché à pallier cet immobilisme par une inflation des connaissances transmises.

Si les contenus n'ont pas toujours été actualisés, on peut faire la même remarque pour les méthodes pédagogiques utilisées. Les types d'approches pédagogiques, dans l'ensemble, ont peu changé, et le cours magistral reste souvent le seul type de méthode en vigueur. Quelques tentatives ont été faites dans certains collèges, ou dans certains cours, entre autres en chimie générale (CANTIN et CHÉNARD, 1989), mais elles sont restées marginales. Une preuve de cet immobilisme est la faible pénétration de l'outil informatique dans les cours du programme (sauf quelques initiatives locales, comme au Collège de Rimouski), outil pourtant omniprésent dans le monde scientifique d'aujourd'hui.

Utilisation abusive d'exercices et de problèmes non contextualisés

L'aspect technique (calculs) prend souvent une importance exagérée par rapport au raisonnement lui-même et surtout à l'aspect qualitatif d'un phénomène, pourtant essentiel à sa compréhension. Trop souvent les problèmes sont réduits à des exercices de calcul et l'on évacue l'initiative individuelle pour réaliser l'étape d'analyse et de modélisation essentielle à un apprentissage durable.

La résolution de problèmes souffre d'une conception de la connaissance dont la portée n'est essentiellement qu'académique (REUMONT et REUMONT, 1991). Ainsi, la solution, voire la «réponse» à un problème est souvent présentée comme unique et définitive. De même, dans nos «preuves», les problèmes sont résolus de façon linéaire, séquentiellement selon une démarche logique qui part d'une hypothèse et mène à coup sûr à la solution.

On ne saurait trop insister sur le fait que les notions enseignées sont désincarnées et ne font pas suffisamment référence à des situations concrètes, réalistes et qui rejoignent les élèves. Par exemple, considérons la place qu'occupent les techniques de calculs dans les cours, notamment en mathématiques. Pourtant, l'objectif *officiel* des cours de mathématiques au collégial est de «mathématiser des situations concrètes». En somme, il faudrait que l'analyse, la problématisation et la modélisation des phénomènes fassent parties intégrantes des enseignements et des apprentissages dans les cours, notamment en sciences.

Manque de culture scientifique

Nous ne nous soucions pas toujours d'intégrer l'actualité scientifique aux contenus des cours. Nous abordons rarement la genèse historique d'un concept pour en faciliter la compréhension ou pour cerner le contexte d'une découverte. Ce faisant, nous contribuons à maintenir le mythe du savant qui fait une découverte scientifique spontanément ou selon une démarche logique et exempte d'erreurs (CANTIN et CHÉNARD, 1990). Selon ALLÈGRE (1995), les élèves oublient très rapidement les concepts enseignés car le côté culturel a manqué durant ces apprentissages. Ce scientifique affirme : *«Ils (les élèves) ont fait de la mécanique mais ne savent pas qu'Aristote pensait telle chose, que Galilée a fait ceci, que Newton cela, etc. Ils apprennent les règles de conversion de l'énergie, et on secoue l'équation à qui mieux mieux.»*

1.1.3 Conjoncture actuelle dans le réseau collégial

Le contexte actuel nous semble favorable à une remise en question des approches pédagogiques à cause, d'une part, du courant de changement provoqué par le renouveau imposé par le Ministère de l'Éducation et, d'autre part, des projets d'expérimentation du programme de Sciences de la nature en vigueur dans certains collèges. L'initiative locale du personnel enseignant de la «Table programme» de Sciences de la nature du Collège de Rimouski s'inscrit dans cette tendance.

Renouveau de l'enseignement collégial

Le renouveau de l'enseignement collégial devrait être une excellente occasion de changement puisqu'il vise des cibles stratégiques comme la mise en place de cheminements sans piétinements ni détours inutiles, la capacité de vivre des transitions harmonieuses entre les grandes étapes de formation, des programmes d'études cohérents et adaptés aux besoins, et la cohérence avec les programmes universitaires (GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 1993). Mais avant de parler d'articulation et d'harmonisation entre collège et université, il faut d'abord harmoniser entre elles les disciplines du programme. Dans ce but, le renouveau encourage les collèges à soutenir les pratiques efficaces visant l'approche programme et l'intégration des connaissances.

La perspective d'une épreuve synthèse obligatoire est une autre source de changement. Le programme actuel de Sciences de la nature ne laisse pas de place à des activités conséquentes d'intégration des apprentissages puisque tous les cours sont strictement disciplinaires. Il faut donc envisager rapidement la mise sur pied d'une *activité de synthèse*, au même titre que celle introduite dans le programme de Sciences humaines.

Des expérimentations dans certains collèges, dont le Collège de Rimouski

La perspective qui inspire les actions du renouveau concernant le programme des Sciences de la nature est nette : favoriser les arrimages et les harmonisations bien au-delà des structures d'accueil universitaire. C'est dans cette perspective stratégique que le ministère a subventionné six équipes d'enseignantes et enseignants, conseillères et conseillers pédagogiques de collèges et des représentants d'universités. Ces projets devaient conduire à un nouveau programme de Sciences de la nature présentant une meilleure harmonisation sur le plan des contenus interdisciplinaires et sur le plan du continuum entre cégeps et universités, de même qu'une redéfinition possible des cours disciplinaires. Toutefois, pour que ces objectifs débouchent pleinement sur des modifications tangibles de la formation des élèves, il faudra que des *pratiques pédagogiques nouvelles soient parallèlement expérimentées et intégrées au programme*.

Même si le Collège de Rimouski ne fait pas partie des projets subventionnés, les enseignantes et enseignants des quatre disciplines scientifiques se sont donné comme défi de redéfinir les objectifs généraux et les finalités du programme, d'identifier des fils conducteurs permettant une intégration interdisciplinaire et l'introduction de l'outil informatique dans les cours (BEAUDOIN *et al.*, 1994). Trois fils conducteurs ont été identifiés dans le programme : la *résolution de problèmes*, la *culture scientifique* et l'utilisation usuelle de l'*outil informatique*. Plus spécifiquement, la modalité retenue pour l'implantation du fil conducteur *résolution de problèmes* est l'intégration progressive, dans les cours de la formation spécifique, de méthodes de résolution de problèmes et la mise sur pied d'une *activité de synthèse* basée sur l'apprentissage par problèmes. C'est dans cette perspective que notre groupe de travail a été créé pour planifier, préparer et expérimenter des approches par problèmes dans le programme de Sciences de la nature.

Vers un programme renouvelé

De ces expérimentations tant provinciales que locales, le Comité de suivi a fait une mise en commun et en mai dernier un projet de programme renouvelé a été formulé. Dans ce projet de programme, nous retrouvons les buts du programme, énoncés sous forme de macro-compétences, décrivant des manières d'agir qui devraient habiliter les étudiantes et étudiants à intégrer leurs apprentissages et à les appliquer de façon adéquate dans l'ensemble des situations auxquelles ils seront confrontés dans leurs études universitaires en sciences. L'ensemble des cours de formation spécifique et de la formation générale devraient contribuer, d'une manière qui leur est propre, au développement de la majorité de ces macro-compétences. Voici la liste de ces buts de formation :

- maîtriser les connaissances et habiletés de la formation scientifique de base
- maîtriser les connaissances et habiletés de la formation générale de base
- appliquer la démarche expérimentale
- aborder la résolution de problèmes de façon systématique
- utiliser des technologies appropriées de traitement de l'information
- raisonner avec rigueur
- communiquer efficacement
- apprendre de façon autonome
- travailler en équipe
- se construire un système de valeurs
- montrer des dispositions compatibles avec l'esprit et l'activité scientifiques
- traiter des situations nouvelles à partir de ses acquis

Notre expérimentation cadre très bien dans ces objectifs, car nous constatons que plusieurs des buts de formation énoncés dans ce projet concordent avec nos préoccupations et devraient permettre de palier aux carences de formation identifiés précédemment. De plus, il est bon de préciser que dans ce projet de programme au moins deux unités pour un objectif d'intégration des apprentissages sont prévues, ces deux unités étant prises dans les huit unités au choix de l'établissement.

1.2 CADRE THÉORIQUE DU PROJET

Afin d'éviter toute confusion, définissons d'abord ce que nous entendons par «problème». Nous verrons ensuite de quelle façon la résolution de problèmes peut améliorer l'apprentissage.

1.2.1 Définition de «problème»

À quoi correspond un problème? Voilà une question ouverte. Les réponses varient selon les conceptions et les pratiques de l'enseignement. Le terme «problème» recouvre une multitude de sens selon le contexte, la discipline et les tâches à accomplir.

Dans le cadre de notre projet, il convient de préciser immédiatement que, dans notre esprit, un problème, *ce n'est pas* un exercice, une application de techniques de calculs, ni l'application directe et exclusive de notions qui viennent d'être montrées en théorie. C'est plutôt une *situation* réaliste, tirée de la vie réelle (donc contextualisée), relativement complexe (définie par plusieurs paramètres), faisant appel à différentes connaissances antérieures (intégration, transfert) et nécessitant une investigation approfondie pour être résolue.

À cet effet, la définition suivante de PALKIEWICZ (1996) rejoint notre propos : *«Un problème est une interrogation suscitée par une situation, un événement ou une question, interrogation à laquelle répondra l'étude individuelle qui suivra une discussion en équipe.»*

Nous préférons donc le terme «*situation-problème*» plutôt que «*problème*» puisqu'il réfère explicitement à un *contexte* concret et suggère une investigation plus globale lors du processus d'analyse et de résolution.

1.2.2 Résolution de problèmes et apprentissage

L'idée selon laquelle la résolution de problèmes est, en elle-même, une activité d'apprentissage nous semble faire l'objet d'un solide consensus en éducation, notamment chez celles et ceux qui se réclament du courant cognitiviste (TARDIF, 1992). Nous souscrivons également à cette idée. C'est ce qui nous amène au postulat de recherche suivant : *l'application d'une méthodologie de résolution de problèmes peut améliorer l'apprentissage.*

Du caractère systématique de la résolution de problèmes

À notre connaissance, POLYA (1945) est le premier à avoir abordé la résolution de problèmes sous l'angle de l'apprentissage. La leçon essentielle du professeur Polya est que la solution d'un problème passe par une démarche systématique dont les *étapes* sont : comprendre le problème, concevoir un plan de solution, appliquer le plan retenu et évaluer la solution. Le pédagogue y va

également de quelques petits «trucs» comme : bien nommer les variables d'un problème, faire un croquis de la situation, inventorier les lois applicables, partir de la solution et remonter vers l'hypothèse, etc. Voilà autant de conseils qui semblent évidents... mais qui sont rarement enseignés explicitement ou appliqués.

La publication de *Human Problem Solving* (NEWELL et SIMON, 1972) constitue une percée majeure dans les tentatives d'*automatisation* de certaines méthodes de résolution de problèmes. Les idées de base de ces auteurs sont que la résolution de problèmes est un processus qui doit être organisé, structuré et que l'on doit d'abord construire une *représentation d'un problème* avant de s'attaquer à sa solution. On y retrouve les idées de POLYA, dans des termes différents et formulées avec plus de précision. NEWELL et SIMON ont réalisé les programmes *Logic Theorist* (LT) et *General Problem Solver* (GPS). LT est un démonstrateur de théorèmes alors que GPS, une généralisation de LT, procède d'une hypothèse vers une conclusion en minimisant la «distance» à un but à atteindre.

Des préalables à la solution d'un problème

Dans un contexte d'apprentissage, on peut transposer les idées exposées précédemment en amenant l'élève à suivre une *démarche systématique dans la résolution de problèmes*. Pour y parvenir, diverses études (PRAWAT, 1989) suggèrent que, pour un apprentissage efficace, la résolution de problèmes doit s'appuyer sur trois éléments :

- des connaissances solidement organisées sur un sujet donné,
- des stratégies et des heuristiques adaptées à la situation du problème,
- de bonnes dispositions et une motivation des élèves.

Le premier élément influence le choix du second. Les deux premiers conditionnent le troisième. On ne saurait trop insister sur la nécessité de la représentation et de la structuration des connaissances pour les utiliser efficacement (PAQUETTE et ROY, 1990). Plusieurs experts reconnaissent que l'élève devrait aborder un problème par la *construction d'une représentation personnelle* du problème. À cet effet, la *schématisation de concepts* (BRETON, 1990; LOISELLE *et al.*, 1991) nous semble une pratique de nature à faciliter la structuration des connaissances, leur mémorisation à long terme et leur réutilisation dans d'autres contextes.

Quant aux stratégies de résolution, on distingue généralement les stratégies générales des stratégies spécifiques aux problèmes, les stratégies limitatives des stratégies par extension. On admet que les stratégies de résolution de problèmes doivent être adaptées aux connaissances à traiter et à l'objectif visé par un problème. PRAWAT (1989) souligne enfin qu'un enseignement explicite de stratégies de résolution ainsi que le choix conscient d'une stratégie favorisent la motivation. Par ailleurs, le choix de problèmes réalistes, inspirés de ceux du monde contemporain, aident l'élève à en percevoir la pertinence, ce qui contribue fortement à la motivation (BARROWS, 1986; DES MARCHAIS, 1991; FABRE, 1993).

Résolution de problèmes et sciences cognitives

Le modèle d'apprentissage proposé par les sciences cognitives est adopté par plusieurs professionnels de l'enseignement. Les idées de GAGNÉ (1985), ANDERSON (1990) et TARDIF (1992) ont été reprises au niveau collégial (GAGNON *et al.*, 1993). Nous croyons que le modèle cognitiviste est bien adapté à des interventions sur des activités de résolution de problèmes ou d'apprentissage par problèmes. *Comme activité d'apprentissage, la résolution de problèmes devrait donc respecter les étapes d'un processus d'apprentissage.*

Avec quelques variantes et nuances terminologiques, la plupart des auteurs consultés s'entendent sur les étapes suivantes de résolution d'un problème :

- analyse et représentation des connaissances du problème,
- activation des connaissances antérieures pour générer une solution,
- application de la solution conçue,
- évaluation de la solution et de la procédure de résolution.

Il y a une *similarité significative* entre les étapes suggérées pour résoudre un problème (définition du problème, analyse et représentation, conception d'une solution, application, évaluation et production des résultats) et les étapes d'un processus d'apprentissage selon le modèle cognitiviste (activation, élaboration, organisation, application, procéduralisation, intégration et transfert).

Par ailleurs, PRAWAT (1989) mentionne que la *rétroaction* entre les étapes de résolution et le *recours aux connaissances antérieures* sont des opérations qui, en plus d'être essentielles, facilitent la solution d'un problème lorsqu'elles sont effectuées consciemment. Voilà pourquoi nous estimons avec REUMONT et REUMONT (1991) que le paradigme cognitif, notamment son cadre constructiviste, fournit un modèle satisfaisant d'un processus de résolution de problèmes.

De l'importance de situations-problèmes dans l'apprentissage

Une situation-problème peut servir d'*élément déclencheur*, de point de départ d'un apprentissage. Si la situation est adaptée aux élèves, elle peut aussi servir de cadre, ou de prétexte à l'acquisition de contenus disciplinaires. Partir d'une situation-problème permet de fournir un contexte à l'enseignement et démontrer que des notions abstraites sont incarnées dans des phénomènes de la vie courante et sont requises à leur explication.

L'*analyse* d'un problème est une étape d'apprentissage essentielle qui est trop souvent escamotée ou faite sommairement par l'enseignante ou l'enseignant sans que les élèves y participent. Pourtant, on déplore que des élèves tentent de résoudre un problème sans en comprendre la donnée. Si on exige que l'élève fasse l'analyse d'une situation-problème, il devra construire une *représentation*, un modèle abstrait du phénomène qu'il étudie. C'est l'étape de symbolisation et de modélisation jugée essentielle pour la solution d'un problème. Seulement après, l'élève pourra intervenir sur un modèle, le manipuler comme une maquette, un prototype. Enfin, il pourra appliquer des techniques de calcul aux paramètres de son modèle pour en faire un traitement quantitatif s'il y a lieu.

D'autre part, il nous semble qu'un enseignement basé sur des situations-problèmes est un excellent cadre pour la synthèse et l'intégration de plusieurs éléments. En effet, cette approche permet de mesurer la capacité des élèves à mettre en œuvre des comportements pour résoudre efficacement des problèmes relativement complexes dans une famille de situations. La famille des situations-problèmes est constituée à partir des contextes du programme de formation (CAUCHY et SAINT-ONGE, 1995). Enfin, nous estimons aussi qu'un enseignement par situations-problèmes facilite le transfert de connaissances (LALIBERTÉ, 1995).

Un modèle d'enseignement adapté

L'introduction d'approches par problèmes dans le cadre d'apprentissage du programme de Sciences de la nature contribuerait à la *diversification* des méthodes pédagogiques, diversification rendue nécessaire autant par l'éventail des contenus à transmettre que par les exigences de formation. Le défi est de bien équilibrer l'enseignement et l'encadrement avec la pratique individuelle et en groupe d'activités de nature à favoriser l'initiative et l'autonomie des élèves.

En plus de la résolution de problèmes proprement dite, PALKIEWICZ (1990), DES MARCHAIS (1991) à la faculté de médecine de l'Université de Sherbrooke, et SOUKINI et FORTIER (1993) au niveau collégial fournissent un autre cadre pédagogique à explorer, l'apprentissage par problèmes (APP). Nous retenons notamment l'idée d'un *tutorial* et le travail en petits groupes d'élèves sur des problèmes comme approche pédagogique. Le tutorial s'appuie sur le modèle des sciences cognitives pour structurer et détailler les étapes de résolution d'un problème. Par ailleurs, il fait appel à l'initiative des élèves et peut être utilisé dans l'évaluation. Il nous semble pertinent de l'utiliser en fin de programme, dans le cadre d'une activité de synthèse permettant l'intégration des connaissances.

1.2.3 Pertinence de l'utilisation de situations-problèmes en sciences

Il semble que la résolution de vrais problèmes (et pas seulement d'exercices) soit essentielle à la formation scientifique (ORANGE, 1993). Déjà, en octobre 1988, la DGEC préconisait un développement, dans le programme de Sciences de la nature, de méthodes efficaces de résolution de problèmes incluant l'identification de la problématique d'une situation, la perception des concepts et des modèles pertinents sous-jacents, la formulation d'hypothèses et leur validation. En adoptant les stratégies appropriées, l'approche par résolution de problèmes peut améliorer la confiance en soi, la motivation, la communication et le travail en équipe. Elle aide également à faire des synthèses et des analyses plus approfondies (AMQ, 1991).

Pour l'intégration et le transfert des connaissances

D'après PRAWAT (1989), le fait que des individus aient acquis un savoir pertinent à une situation donnée ne garantit aucunement qu'ils vont recourir à ce savoir, qu'ils vont le rendre accessible et utile dans les situations appropriées. Plusieurs stratégies d'apprentissage peuvent améliorer ce transfert en faisant interagir les savoirs antérieurs et les nouvelles connaissances avec des situations pratiques. Cette mise à l'épreuve permet d'ancrer durablement les nouvelles connaissances. De plus, elle permet de développer leurs habiletés à mieux référer aux connaissances acquises pour faire face adéquatement aux situations nouvelles. Les approches par problèmes peuvent contribuer à l'intégration des connaissances (SOUKINI et FORTIER, 1993). L'habileté à résoudre des problèmes implique la capacité à transposer et à adapter les connaissances à de nouvelles situations (AMQ, 1991).

Pour le travail en équipe

En donnant une formation explicite et en prévoyant des approches par problèmes qui sollicitent la communication d'idées et la coopération à l'intérieur de petits groupes, on peut améliorer également l'efficacité et le goût du travail en équipe. Les élèves apprennent à coopérer et à améliorer leurs relations interpersonnelles. Ils s'entraînent à exprimer leur pensée, à interagir et à faire progresser la discussion. C'est également l'avis de BURTON (cité par STEEN, 1989).

Pour l'analyse et la synthèse

La maîtrise des processus d'analyse et de synthèse demande de la discipline et de la pratique. Dans un enseignement centré uniquement sur des cours magistraux, ces processus sont assurés essentiellement par l'enseignant ou l'enseignante. Par contre, dans certaines méthodes d'approche par problèmes, l'élève doit, dès le départ, s'entraîner à définir lui-même le problème, à trier l'essentiel de l'accessoire, à synthétiser et à résumer les informations, à identifier les phénomènes en cause, à générer des hypothèses pour une interprétation rationnelle, à circonscrire les questions d'étude pour aller chercher lui-même les informations pertinentes. Cette démarche est très proche de celle du chercheur scientifique, et comme le souligne l'AMQ (1991), elle permet d'insister autant sur l'heuristique, c'est-à-dire le processus d'investigation et d'analyse, que sur le contenu.

Pour la motivation, la créativité et l'auto-apprentissage

Proposer des problèmes qui ont une signification concrète pour les élèves, qui se rapprochent des situations réelles pourra avoir comme effet de les motiver, de les intéresser, de les inciter à l'action afin d'acquérir des connaissances et de développer des habiletés (REUMONT et REUMONT, 1991).

Dans plusieurs méthodes d'approche par problèmes, une responsabilité plus importante est confiée à l'élève dans son apprentissage, alors que l'enseignant ou l'enseignante joue le rôle de gestionnaire du processus d'analyse du problème plutôt que de pourvoyeur d'information ou de formules. L'élève a plus de liberté pour atteindre les objectifs d'apprentissage selon son cheminement personnel. Il doit acquérir de la discipline et gérer son temps. Il se familiarise

davantage avec la recherche d'informations, prend l'habitude de consulter les sources documentaires. Face à l'avalanche d'informations disponibles, il apprend à faire une sélection judicieuse, à résumer, à extraire l'essentiel. Cette autonomie permet l'adaptation à la nouveauté et l'affirmation de soi. D'après l'AMQ (1991), les problèmes qui présentent des situations riches, en offrant plus d'une voie de solution, permettent à l'élève de choisir la voie qui lui semble la plus naturelle, avec laquelle il se sent le plus à l'aise. L'élève peut ainsi manifester sa créativité et développer le sentiment d'acquérir une certaine autonomie dans le processus d'acquisition de connaissances. D'après FUSTIER (1992), les techniques de résolution de problèmes sont étroitement liées aux méthodes de créativité. Celles-ci se trouvent au cœur du processus qui permet de passer de la perception du problème à la découverte de sa solution.

En déployant pleinement ses capacités personnelles de résolution de problèmes, en communiquant ses idées au sein du groupe, en apprenant à trouver par lui-même des sources d'information, l'apprenant peut mesurer ses capacités à gérer son apprentissage. D'après REUMONT et REUMONT (1991), l'élève qui a développé une habileté en résolution de problèmes acquiert une meilleure confiance en ses capacités et manifeste plus d'indépendance sur le plan de l'apprentissage.

Par ailleurs, plus les conditions d'apprentissage sont significatives et proches des situations réelles, plus il est facile de retrouver ces éléments lorsqu'ils se présentent dans la vie (DES MARCHAIS, 1991; SOUKINI et FORTIER, 1993). Il semble donc raisonnable de penser que la pratique de la résolution de problèmes durant l'apprentissage aidera l'apprenant dans des démarches similaires de la vie courante ou professionnelle.

1.3 CADRE MÉTHODOLOGIQUE DU PROJET INITIAL

Dans tous les cours de Sciences, on demande actuellement aux élèves de résoudre de nombreux exercices et quelques problèmes. Peut-on augmenter efficacement la part dévolue aux activités de résolution de problèmes ? La nature distincte des problèmes selon les disciplines et selon les cours est-elle un obstacle à l'intégration d'une méthodologie homogène ? Peut-on associer plusieurs disciplines dans l'élaboration d'une activité de synthèse commune basée sur l'apprentissage par problèmes ? Quel compromis faire entre l'acquisition de contenus disciplinaires et le développement d'une formation fondamentale ? Ces interrogations nous ont conduits à notre question de recherche qui s'énonce ainsi :

Dans le cadre d'une approche programme, comment intégrer graduellement des approches par problèmes dans les cours de sciences pour amener progressivement les élèves à une démarche autonome d'apprentissage par problèmes ?

Dans notre recherche, nous avons tenu à respecter les prémisses suivantes :

- Notre enseignement devrait viser des objectifs de formation fondamentale et les finalités du programme, notamment le développement de l'autonomie de l'élève dans son apprentissage (BEAUDOIN *et al.*, 1994).
- L'approche programme est nécessaire à l'intégration concertée de pratiques homogènes dans différentes disciplines et à la réalisation d'une activité de synthèse.
- On doit rechercher un compromis entre l'acquisition de connaissances disciplinaires et le développement de la formation fondamentale chez l'élève.
- On devrait diversifier nos formes d'interventions pédagogiques.
- On doit enseigner explicitement des éléments de méthodologie comme une démarche de recherche et de résolution de problèmes, la schématisation des concepts, des règles de travail en équipe, une méthode de recherche et d'analyse documentaire (GAGNON *et al.*, 1993).
- L'élaboration de problématiques fait partie du processus de résolution de problèmes (FUSTIER, 1992).
- Le contexte d'évaluation doit s'apparenter au contexte d'apprentissage. En conséquence, avec l'introduction d'approches par problèmes (APP), les évaluations devraient mesurer la capacité des élèves à analyser et à traiter des situations-problèmes (SAINT-ONGE, 1995).

- Une activité de synthèse est nécessaire pour atteindre l'objectif d'intégration des connaissances du programme de Sciences de la nature.
- L'application d'approches par situations-problèmes peut favoriser un apprentissage durable, améliorer l'intégration des connaissances et l'autonomie de l'élève (FABRE, 1993).
- La résolution de problèmes doit respecter les étapes d'un processus d'apprentissage, notamment celles du modèle proposé par les sciences cognitives (PRAWAT, 1989).
- On doit élargir le champ des connaissances disciplinaires pour y intégrer des éléments de culture scientifique et pour susciter la curiosité chez les élèves (BEAUDOIN *et al.*, 1994).

Des objectifs de projet concrets

Bien que les objectifs de notre projet puissent sembler ambitieux, nous n'avons d'autres préoccupations que de produire des *changements* concrets dans la manière de «livrer» le programme de Sciences aux élèves. Voilà pourquoi nous avons opté pour une recherche-action. Bien sûr, nous nous alimentons au courant de celles et ceux qui recherchent des modèles efficaces pour favoriser l'autonomie des élèves et augmenter leurs capacités de synthèse, d'intégration et de transfert des connaissances. Mais nous travaillons aussi à démontrer la faisabilité des idées que nous avançons.

Une recherche-action

Notre projet initial était une *recherche-action* visant, d'une part, la mise sur pied d'une *activité de synthèse* en fin de programme selon un modèle adapté d'apprentissage par problèmes (**phase I**), et, d'autre part, l'implantation de modèles adaptés de résolution de problèmes dans les cours réguliers de la formation spécifique (**phase II**). Pour l'essentiel, notre modèle vise le développement des capacités de travail en équipe, d'application d'une démarche autonome de recherche, de schématisation des connaissances et de communication dans un groupe. De plus, les situations-problèmes vont servir comme éléments déclencheurs qui exigent une synthèse, une intégration et un transfert des apprentissages.

Nous croyons que cette recherche pourrait amorcer un important processus de changement chez nos collègues enseignants. C'est pourquoi nous avons choisi la recherche-action comme cadre de réalisation de notre projet. Selon ELLIOT (1981), WALKER (1985) et CARR et KEMMINS (1986), la recherche-action vise à améliorer la pratique, la compréhension des praticiens face à leur pratique et la situation dans laquelle la pratique a lieu. De même, LEGENDRE (1993) exprime nos propres vues quand il mentionne que le but d'une recherche-action est de «résoudre des problèmes concrets et particuliers à un milieu scolaire» et que «toutes les phases de sa réalisation sont conduites par les éducateurs engagés dans le milieu scolaire directement concerné». En somme, ce choix méthodologique est motivé par notre volonté de :

- poursuivre notre initiative dans la démarche des enseignantes et enseignants du programme Sciences de la nature au Collège de Rimouski depuis plus de trois ans,
- générer des changements concrets dans notre milieu, par souci de cohérence avec la problématique développée,

- développer des modèles et des outils qui permettent l'atteinte de nos objectifs et qui soient facilement transférables,
- faire un bilan de la réalisation de notre projet et le diffuser dans le réseau.

Les deux phases de notre projet sont résumées dans les pages qui suivent.

1.3.1 Phase I

Dans nos choix stratégiques, deux scénarios étaient possibles : intégrer progressivement un modèle de résolution de problèmes dans chacun des cours de sciences du programme, *puis* terminer par la mise sur pied d'une activité de synthèse basée sur l'apprentissage par problèmes, ou débiter plutôt par l'activité de synthèse. C'est le second choix qui a été retenu pour trois raisons principales. Tout d'abord, la mise au point d'une activité de synthèse dès le début du projet donne plus de temps pour valider et raffiner notre modèle avant de l'implanter dans les délais prévus par le renouveau. Par ailleurs, pour que notre projet soit une pleine réussite, il faut une participation volontaire des enseignantes et enseignants de sciences de notre collège. Or, l'activité de synthèse offre un cadre neuf qui ne se heurte pas à des réticentes dictées par des habitudes. L'équipe peut donc innover plus franchement, mettre elle-même à l'épreuve le modèle avec quelques groupes d'élèves et prouver ainsi sa faisabilité avant d'impliquer le reste de la communauté. Finalement, comme l'activité ne laisse personne indifférent, une expérimentation réussie pourrait avoir un effet d'entraînement positif.

**Adaptation d'un modèle d'apprentissage par problèmes (APP)
dans un cours *Activité de synthèse* en fin de programme**

Ce volet du projet comprend :

- concevoir un modèle d'activité de synthèse dans un cadre d'apprentissage par situations-problèmes adapté au niveau collégial;
- dans ce modèle APP, proposer un arrimage pour l'épreuve synthèse;
- faire valider ce modèle par des consultants externes;
- en collaboration avec d'autres enseignantes et enseignants des disciplines concernées, intégrer le modèle proposé à la filière CHIMIE-BIOLOGIE, puis à la filière MATHÉMATIQUES-PHYSIQUE du programme de Sciences de la nature;
- mettre à l'épreuve avec des groupes d'élèves le modèle d'activité de synthèse proposé;

- faire le bilan de cette application et réajuster le modèle au besoin;

Toutefois, malgré les bénéfices que peuvent retirer les élèves de cette activité de synthèse, il nous a semblé que ce cours, en fin de programme, serait insuffisant à lui seul à combler toutes les lacunes de formation en Sciences la nature. Par ailleurs, il est important d'appliquer un fil conducteur dans les différents cours de Sciences pour assurer une approche programme. Le principal fil conducteur retenu par la table programme de Sciences de la nature au Collège de Rimouski est justement la *résolution de problèmes*.

Dans ce but, notre projet initial prévoyait, dans une deuxième phase, la conception, l'adaptation et l'application d'un modèle d'intégration de résolution de problèmes dans les cours réguliers des quatre disciplines scientifiques.

1.3.2 Phase II

Notre projet visait également à faire des situations-problèmes une composante importante dans la planification et le déroulement des cours de sciences. Par la même occasion, on prévoyait également l'introduction progressive d'une méthodologie commune de résolution de problèmes.

**Développement d'un modèle pour l'implantation
de la résolution de problèmes (RP)
dans les cours de sciences du programme**

Dans les cours de sciences du programme, l'utilisation de problèmes complexes et contextualisés (situations-problèmes) pourrait offrir une plate-forme enrichissante et complémentaire aux présentations magistrales. Elle permettrait, entre autres, (1) l'intégration et les transferts de connaissances lors de la synthèse d'un cours ou d'une partie de cours; (2) la visualisation d'exemples d'applications des connaissances théoriques dans la vie réelle — d'où stimulation de la motivation et d'une compréhension plus approfondie et plus durable. Dans ce but, le deuxième volet de cette recherche prévoyait :

- concevoir un modèle d'intégration de résolution de problèmes dans les cours de sciences du programme;
- faire valider ce modèle par des consultants externes;
- en collaboration avec une équipe de travail formée d'enseignantes et d'enseignants des quatre disciplines concernées, intégrer et adapter le modèle de résolutions de problèmes proposé aux différents cours du programme qui servent de seuil d'accueil universitaire;

- en collaboration avec les enseignantes et enseignants des quatre disciplines concernées, mettre à l'épreuve le modèle adapté avec des groupes d'élèves;
- faire le bilan de cette application et réajuster le modèle au besoin;

À terme, l'ensemble de ce projet visait l'intégration des connaissances et l'autonomie des élèves placés dans des situations de résolution de problèmes. Nous estimons que cette habileté, cette compétence, peut s'acquérir progressivement si les élèves suivent une démarche graduée de résolution de problèmes. Pour y parvenir, nous estimons qu'il faut induire un changement durable dans les pratiques pédagogiques des enseignantes et enseignants dans le programme des Sciences de la nature par une diversification des approches. Le but ultime étant, évidemment, d'améliorer la qualité de l'enseignement et donc, la formation des élèves.

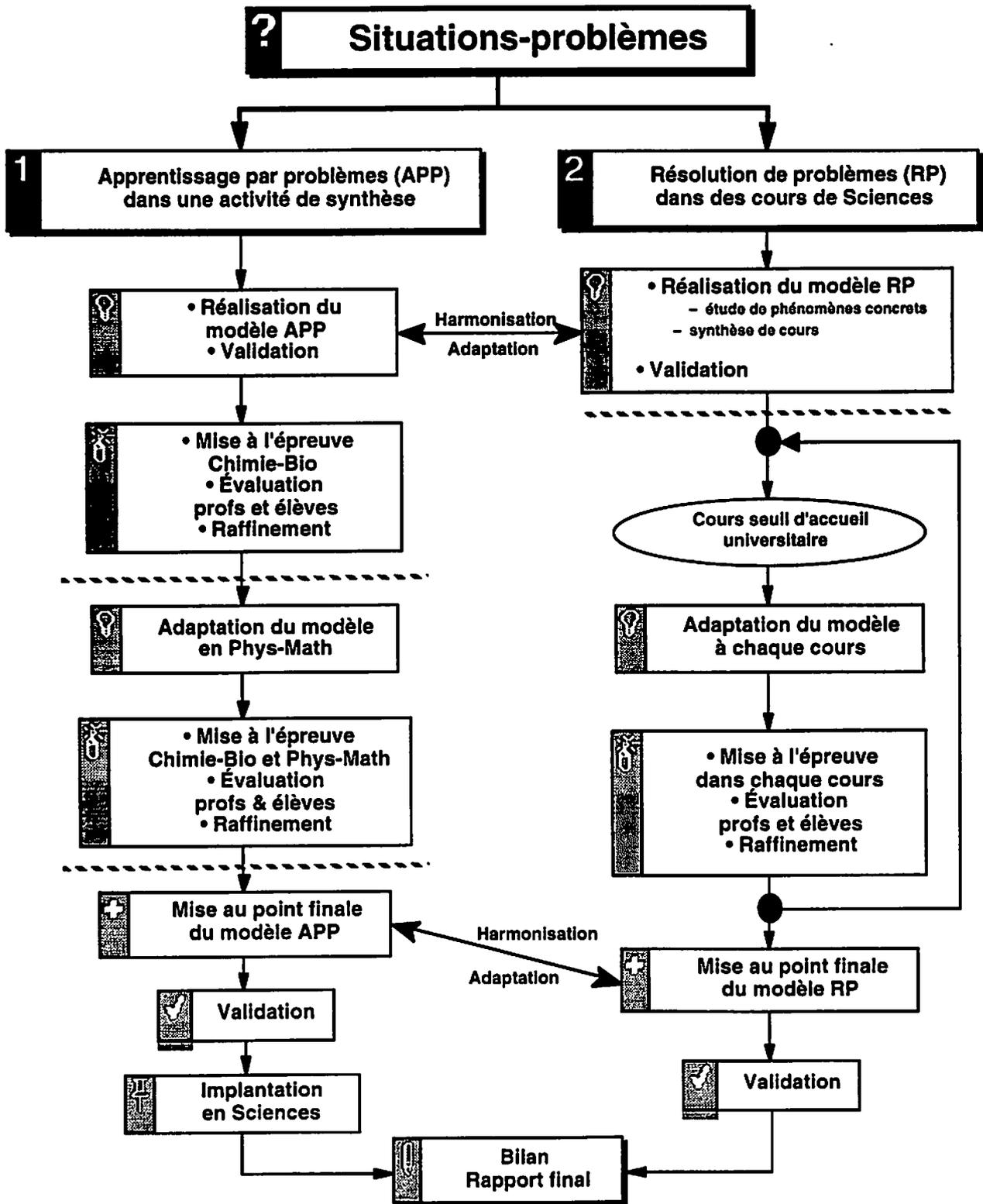
Le schéma de la page suivante illustre globalement le déroulement prévu dans le projet initial, qui devait s'étaler sur trois ans.

IMPORTANT

Seule la phase I de ce projet est présentée dans ce rapport.

La subvention PAREA qui nous a permis d'amorcer ce projet n'a été accordée que pour une période d'une année seulement (sans renouvellement).

Intégration d'approches par problèmes en Sciences
(Méthodologie du projet initial)



Phase I :
Intégration d'une activité de synthèse
en fin de programme

SECTION 2 :
Développement d'un
modèle APP adapté

Comme nous l'avons mentionné dans la première section de ce rapport, l'acquisition d'apprentissages spécifiques par les élèves à l'intérieur de chacun des cours du programme n'assure pas *automatiquement* leur transfert et leur intégration chez nos finissants, ni ne confère les habiletés procédurales pour les mettre en œuvre au moment requis. D'où plusieurs lacunes de formation observées. Comment y remédier? Avec Jean-Pierre GOULET (1994), nous pensons que le bien fondé de l'épreuve synthèse de programme (ÉSP) réside dans sa contribution à l'amélioration de la qualité des apprentissages au collégial. Dans cette optique, l'ÉSP nous paraît une excellente occasion pour diversifier les approches pédagogiques utilisées traditionnellement en Sciences de la nature, de façon à apporter des correctifs aux lacunes de formation.

En cela nous rejoignons plusieurs pédagogues dans leur conception de l'ÉSP. Cette épreuve est l'occasion d'évaluer l'atteinte d'objectifs de niveau élevé, de l'ordre de l'intégration et du transfert des apprentissages, des objectifs reliés à la formation fondamentale (GOULET 1995; LALIBERTÉ 1995; ST-ONGE 1995; FORCIER et al. 1994; etc.). La COMMISSION D'ÉVALUATION DE L'ENSEIGNEMENT COLLÉGIAL (1995) affirme également qu'il faudrait réfléchir à la façon de traduire de telles compétences génériques en objectifs de programme dont les collèges pourraient vérifier la maîtrise dans le cadre de l'épreuve synthèse.

Par ailleurs, il serait irréaliste de soumettre les élèves à une épreuve synthèse de ce type sans d'abord les y préparer, sans leur donner au préalable l'occasion de *s'exercer* (FORCIER et al. 1994; GOULET 1995). C'est pourquoi notre équipe a tenu, en accord avec la table programme locale, à intégrer l'ÉSP dans *un cours d'activité de synthèse*. D'ailleurs en 1992, le CONSEIL DES COLLÈGES de l'époque proposait déjà de réaliser une activité de synthèse au dernier semestre du programme des Sciences de la nature permettant de démontrer que l'élève a atteint les grands objectifs du programme. Le Conseil justifiait la mise sur pied d'un tel cours par le fait que, s'il est fondamental que les élèves du collégial démontrent qu'ils ont intégré leurs apprentissages, il faut leur montrer comment le faire : au moins un cours ou une activité devrait avoir un tel objectif de façon explicite. Cette suggestion est reprise par le GROUPE DE TRAVAIL SUR L'ÉPREUVE SYNTHÈSE DE PROGRAMME en 1995. Dans ce cours, l'accent devrait être mis en priorité sur le transfert des connaissances et l'exercice de compétences reliées à la formation fondamentale.

Quel type d'approche pédagogique serait le plus propice à l'atteinte de tels objectifs? L'approche pédagogique que nous avons choisie pour cette activité, celle qui nous a semblé la plus propice aux buts poursuivis, est l'apprentissage par situations-problèmes (APP). On sait déjà que le développement des *compétences* exige tôt ou tard une confrontation à des situations-problèmes relativement complexes, réalistes et contextualisées (PERRENOUD, 1995). Par ailleurs, l'APP est particulièrement propice au développement de l'autonomie dans l'apprentissage car elle donne un rôle très actif aux élèves dans leur formation, laisse plus de place à la communication orale et écrite, au travail d'équipe, à l'initiative et à la créativité, développe le sens des responsabilités, oblige à rechercher activement les sources d'information, à faire des synthèses et des transferts de connaissances, donne un sens aux apprentissages du fait de la contextualisation des problèmes traités. De plus, avec des situations proposées qui se rapprochent du contexte du programme universitaire choisi par l'élève, la motivation s'en trouve grandement améliorée. Finalement, en exigeant le traitement des situations-problèmes sous au moins deux angles disciplinaires (chimie

et biologie, par exemple), on contribue au décloisonnement des connaissances. Ceci est important afin de les préparer à l'ÉSP qui devrait forcément avoir un caractère transdisciplinaire (GOULET, 1994). De plus, de nombreuses recherches dans divers pays ont démontré la pertinence de ce type d'approche par problèmes (PALKIEWICZ, 1996).

Toutefois, le modèle APP dans sa forme classique, conçu au départ pour le milieu universitaire, est difficile à appliquer intégralement dans le contexte collégial du fait, d'une part, des contraintes organisationnelles (nombre d'élèves par groupe, horaires, etc.) et, d'autre part, du niveau de maturité de nos élèves. Il a donc fallu l'adapter. C'est ce modèle adapté que nous décrirons dans la section 2 de ce rapport. Par ailleurs, du fait des exigences du nouveau, une place distincte pour l'épreuve synthèse de programme a été intégrée au modèle proposé.

Comment intégrer ce cours dans le programme de Sciences de la nature? Comment articuler ce cours? Comment amener les enseignantes et enseignants dans une structure où ils pourront se retrouver et bien fonctionner? Pour répondre à ces questions et vérifier la faisabilité de notre modèle, une mise à l'épreuve a été intégrée au projet. Cette mise à l'épreuve s'est faite dans un cadre réaliste, tenant compte des contraintes habituelles au milieu collégial, avec trois groupes d'élèves de finissants de Sciences de la nature au semestre d'hiver 1996. Les conditions de cette expérimentation vous sont présentées dans ses grandes lignes à la section 3.

Il était également important, tout au long de la mise à l'épreuve de ce cours, de sonder la perception des élèves et de recueillir leurs commentaires afin d'apporter éventuellement des correctifs aux difficultés rencontrées durant l'activité. Plusieurs sondages ont donc été proposés aux élèves (cinq au total). Leur dépouillement et les commentaires qui s'y rattachent sont présentés à la section 4.

Finalement, on trouvera en conclusion, quelques perspectives d'avenir et des pistes de transfert du modèle proposé.

Approche programme et profils de sortie en Sciences de la nature

L'activité de synthèse doit être construite à partir des finalités du programme. Or, les finalités d'un programme sont normalement identifiées à des objectifs de formation fondamentale transférables et à des objectifs disciplinaires généraux. Dans un cadre d'apprentissage par problèmes, les finalités d'un programme, normalement identifiées en équipe programme, devraient nous orienter dans le choix des situations-problèmes retenues pour l'activité synthèse. En somme, l'activité de synthèse, et l'épreuve synthèse qui pourrait lui être intégrée, devrait être un cadre pour développer et mesurer la capacité des élèves à résoudre efficacement des problèmes relativement complexes dans la *famille de situations* caractéristiques du programme d'étude (CAUCHY et SAINT-ONGE, 1995).

Puisque le programme actuel ne prévoit pas de cours particulier où pourrait s'insérer une activité de synthèse, nous proposons de l'intégrer à la banque de cours au choix. Le modèle original mis au point sera appliqué à deux filières distinctes, soit une orientation CHIMIE-BIOLOGIE et une orientation MATHÉMATIQUES-PHYSIQUE correspondant aux affinités naturelles des élèves

(motivation). Les thèmes des problèmes proposés et le traitement qui sera demandé distingueront essentiellement les deux orientations, permettant de viser des contenus adaptés aux exigences académiques universitaires. Les départements concernés seront étroitement associés aux différentes étapes du processus. Ces modalités sont déjà acceptées localement.

Nous estimons que la valeur d'une activité de synthèse tient à la pertinence des situations d'étude, leur degré de réalisme et leur rôle de support à l'apprentissage des concepts disciplinaires visés. Toutefois, pour que l'activité soit motivante pour les élèves, il fallait que les situations-problèmes proposées soient le plus proche possible de l'orientation universitaire choisie, en accord avec le profil de sortie. Or, à l'évidence, il existe dans le programme des Sciences de la nature deux profils de sortie distincts : celui des **Sciences pures et appliquées**, d'une part, et celui des **Sciences de la santé et de la vie**, d'autre part. Il était donc tout naturel de concevoir deux activités de synthèse distinctes, bâties sur le même modèle, mais présentant des situations-problèmes adaptées à chacun de ces deux profils. Il a donc été convenu de préparer un modèle commun d'activité de synthèse de programme autour d'une démarche d'apprentissage par problèmes. Dans un premier temps, compte tenu de la constitution de l'équipe de recherche, c'est la filière CHIMIE-BIOLOGIE qui a d'abord été adaptée et mise à l'épreuve. Les disciplines de mathématiques et de physique, en équipe pluridisciplinaire, seront responsables, dans un deuxième temps, de l'adaptation du modèle proposé au profil Sciences pures et appliquées (filiale MATHÉMATIQUES-PHYSIQUE).

2.1 BUT ET OBJECTIFS

Le cours d'activité de synthèse que nous proposons vise à la fois des objectifs de formation fondamentale et des objectifs spécifiques disciplinaires.

2.1.1 Objectifs de formation fondamentale visés

Les objectifs de formation fondamentale poursuivis par le cours d'Activité de synthèse correspondent aux compétences génériques attendues d'un finissant du collégial apte à entreprendre des études universitaires dans un domaine scientifique. Ils visent à rendre *opérationnelles* les connaissances spécifiques acquises tout au long du programme collégial.

Voici la liste des objectifs qui sont principalement ciblés :

- *Favoriser l'autonomie dans l'apprentissage*

Objectif ultime de tout le processus entrepris ici. Il s'agit d'augmenter l'aptitude de nos finissants à gérer de façon autonome une situation requérant l'acquisition de connaissances nouvelles, en mobilisant ses connaissances antérieures pour dresser un plan de recherche documentaire, effectuer cette recherche et en faire la synthèse.

- *Développer des stratégies de recherche documentaire efficaces*

Cet objectif inclut le développement de la capacité :

- d'utiliser efficacement la bibliothèque pour trouver rapidement les documents les plus pertinents à sa recherche;
- d'extraire l'information recherchée des documents consultés, en sachant distinguer l'essentiel de l'accessoire;
- d'organiser et de résumer l'ensemble des informations recueillies;
- de faire la synthèse des informations recueillies en relation avec le problème traité;
- d'illustrer convenablement cette synthèse sous forme de schéma.

- *Améliorer la capacité à résoudre des problèmes complexes tirés de la vie réelle*

Cet objectif vise à développer, par la pratique, des stratégies d'analyse et de résolution de situations-problèmes selon la démarche suivante :

- analyser et définir le problème en distinguant l'essentiel de l'accessoire;
- faire appel à ses connaissances antérieures afin de poser des hypothèses vraisemblables;
- cibler les connaissances nouvelles à acquérir;
- dresser un plan de recherche documentaire adéquat et l'exécuter;
- appliquer au problème traité les informations recueillies au cours de la recherche;
- cibler les solutions éventuelles à appliquer.

- *Apprendre à travailler en équipe efficacement*

L'équipe est un instrument puissant pour résoudre des problèmes d'envergure, exécuter des tâches complexes, entretenir la motivation individuelle, acquérir des habiletés en communication, améliorer son sens des responsabilités. Pour travailler en équipe efficacement, il faut toutefois développer différentes attitudes comme la participation active aux discussions, le sens des responsabilités vis-à-vis de l'équipe, le partage équitable des tâches, la capacité d'assumer certaines fonctions particulières au sein de l'équipe, comme celles d'animateur, de secrétaire et de porte-parole.

- *Développer des capacités de communication*

Une bonne qualité de communication, tant orale qu'écrite, fait partie des compétences attendues de tout débutant universitaire. Nous visons plus particulièrement dans ce cours, le développement de la capacité de :

- communiquer adéquatement au sein de l'équipe;
- rédiger un compte rendu, un journal de bord et un rapport de recherche en respectant les normes établies;
- faire des présentations orales dynamiques et intéressantes.

- *Favoriser les transferts et l'intégration des connaissances*

Cet objectif sera favorisé par l'analyse de situations-problèmes nécessitant le rappel de connaissances antérieures et par le traitement des situations-problèmes sous différents angles disciplinaires.

2.1.2 Objectifs de formation spécifiques visés

Bien que les objectifs de formation fondamentale soient mis de l'avant et prennent une importance plus marquée dans le cours d'activité de synthèse que dans les cours réguliers du programme, l'acquisition de connaissances spécifiques nouvelles font également partie des objectifs de ce cours. Les contenus visés par ces objectifs sont déterminés par les deux départements ciblés en fonction de la filière choisie.

Pour les élèves, les connaissances spécifiques à acquérir sont des éléments motivateurs essentiels pour entreprendre les démarches proposées. Il ne faut donc pas les négliger. Comme le mentionnait Michel Saint-Onge¹, les contenus spécifiques jugés par les élèves peu importants ou peu utiles pour leurs futures études universitaires, peuvent les amener au refus de s'investir véritablement. D'où l'importance de la concertation interdépartementale pour le choix des contenus de ce cours. Dans cette même optique, l'élaboration de situations-problèmes appropriées à la filière choisie par l'élève est également indispensable.

¹ SAINT-ONGE, Michel. *Moi, j'enseigne toujours quelque chose, ou L'importance des contenus dans l'enseignement*, 16e colloque de l'AQPC, Montréal, Juin 1996.

2.2 CARACTÉRISTIQUES DE L'APP CLASSIQUE

Avant d'entreprendre la description du modèle proposé, il est utile de référer au modèle original de la méthodologie d'apprentissage par problèmes (APP) telle que pratiquée déjà depuis quelques années dans certaines universités québécoises et étrangères, particulièrement dans les facultés de médecine. On pourra ainsi mieux cibler les adaptations et les variantes proposées dans notre modèle.

Les principales étapes du processus d'apprentissage par problèmes tel que pratiqué dans certaines facultés de médecine sont résumés dans les pages qui suivent. Les personnes qui le désirent trouveront à l'intérieur de la bibliographie de ce rapport et dans plusieurs autres ouvrages une description plus détaillée de cette méthodologie.

L'APP classique comprend trois phases principales. Une quatrième est toutefois implicite et correspond à l'étude individuelle d'approfondissement avant l'évaluation. Un schéma illustrant ces différentes phases accompagne ce résumé.

Phase I : Problématique et planification du travail

(En classe, par groupe de 8-12, en présence du tuteur, dictionnaire disponible)

INTRODUCTION : Clarifier les termes et les expressions de l'énoncé du problème, identifier et extraire les *indices* (éléments de la donnée du problème qui guident vers sa résolution).

Saisir rapidement les indices significatifs d'un problème et s'assurer d'une compréhension commune de son énoncé.

DÉFINIR LE PROBLÈME : s'entendre sur une formule brève (une phrase) résumant la situation.

Saisir rapidement la «nature» du problème.

DRESSER LA LISTE DES PHÉNOMÈNES DEMANDANT EXPLICATION (questions d'étude) : Analyser un problème en le subdivisant en questions de plus faibles envergures.

Faire un plan d'analyse d'un problème.

PROPOSER DES HYPOTHÈSES D'EXPLICATION : En se fondant sur les connaissances antérieures, utiliser son jugement pour supposer des explications rationnelles. En profiter, au passage, pour noter les informations à rechercher durant la deuxième phase.

À partir du plan d'analyse du problème, utiliser son jugement et ses connaissances antérieures pour proposer des hypothèses d'explication.

ORGANISER LES HYPOTHÈSES SOUS FORME DE SCHÉMA : Faire la synthèse, catégoriser, relier les hypothèses entre elles afin d'en arriver à poser une sorte de diagnostic provisoire sur la situation-problème. En profiter pour identifier les secteurs qui nécessitent des vérifications (questions à éclaircir).

Donner une représentation globale (mais provisoire) du problème.

FORMULER DES OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE : Dresser la liste des informations spécifiques requises à la compréhension des phénomènes exposés dans le problème. Établir des priorités, circonscrire les objectifs d'étude. Suggérer quelques références à consulter. Établir un calendrier des activités. Bref, décider d'un plan d'action permettant de résoudre le problème.

Préparer un plan de travail.

Phase II : Collecte et traitement des données

(Travail individuel)

ORGANISER SON TRAVAIL DE RECHERCHE : Chacun s'engage à la cueillette des informations permettant de répondre aux objectifs d'apprentissage. Organiser son temps et ses activités de façon à être efficace.

- Compléter ses sources d'information par une recherche bibliographique (inventorier).
- Choisir les références les plus pertinentes, écarter les autres.
- Extraire l'information, lire, résumer, synthétiser, repérer ce qui est essentiel, écarter l'accessoire.

Trouver les sources d'information et dégager rapidement ce qui est essentiel en le soulignant, le reformulant, le résumant.

- Faire la synthèse des informations recueillies (intégration). Inscrire les points d'interrogation à discuter en classe. Généraliser. Modifier ses représentations antérieures.
- Construire une nouvelle représentation du problème qui intègre les nouvelles informations aux connaissances antérieures. Établir la cohérence entre les différents éléments.

Faire la synthèse des nouvelles informations et modifier en conséquence la représentation globale du problème.

- Faire un bilan de son travail : noter la qualité des références consultées, noter les difficultés rencontrées, les impasses qui ne pouvaient déboucher sur le but visé. Diagnostiquer les erreurs de procédure. Déclencher un processus de correction.

Faire le bilan du travail personnel.

Phase III : Mise en commun et bilan

(En classe, par groupe de 8-12, en présence du tuteur)

REPRENDRE EN GROUPE L'ANALYSE DU PROBLÈME :

- Communiquer ses résultats au groupe
- Confronter ses résultats avec ceux des autres
- Argumenter, critiquer, défendre ses idées, rectifier ses erreurs
- Synthétiser les différents points de vue afin de s'entendre sur une compréhension commune et un nouveau schéma intégrateur
- Rapporter des éléments de curiosité et de culture scientifiques rencontrés durant la recherche.

Valider et compléter sa représentation en la confrontant à celle des autres.

FAIRE LE BILAN :

- Échanger sur les ressources utilisées et les stratégies employées par chacun
- Évaluer les progrès d'apprentissage réalisés
- Évaluer la démarche du groupe, la qualité des interactions, le climat de travail
- Proposer des correctifs

Faire le bilan de la méthodologie et du travail d'équipe.

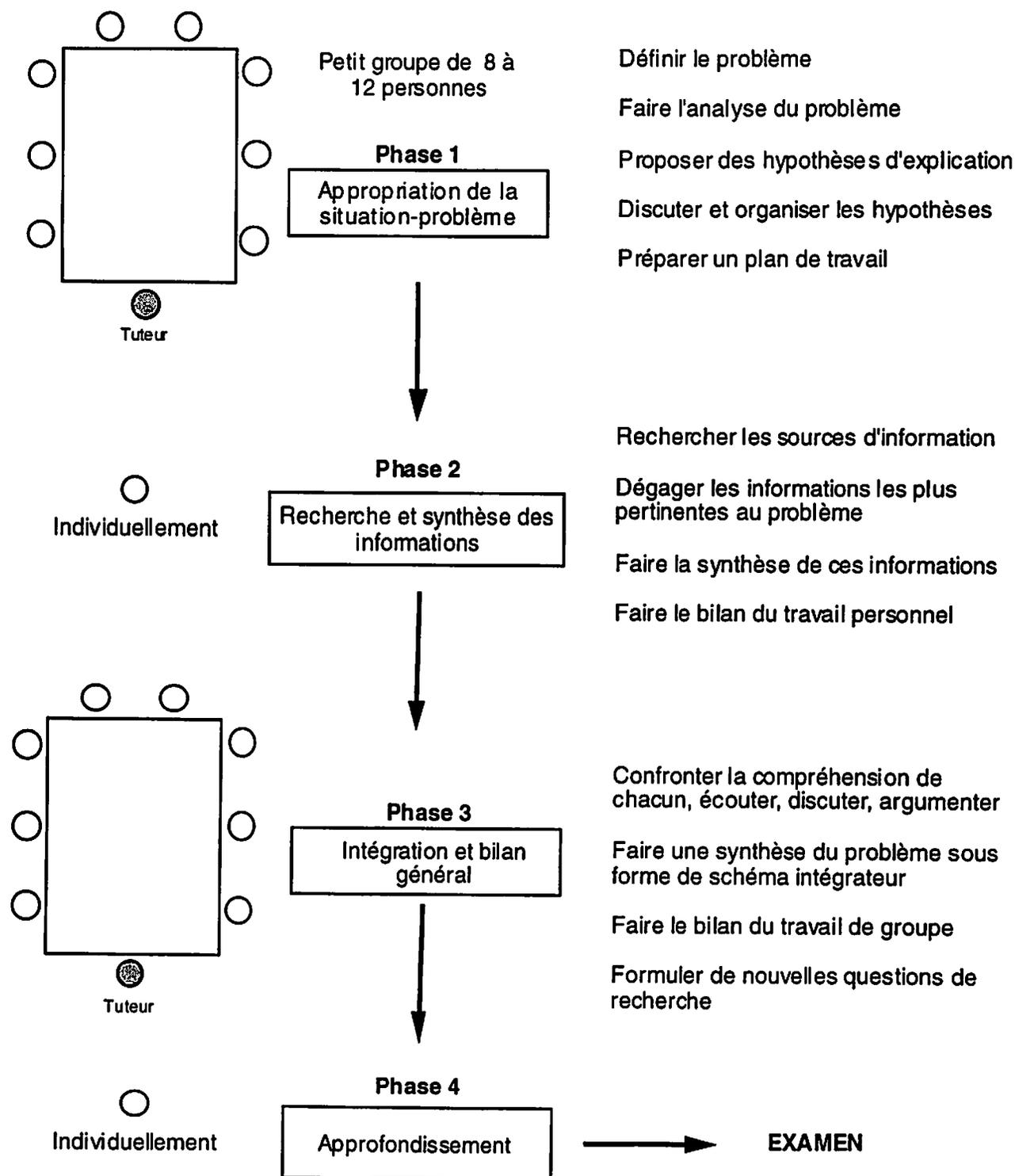
ÉLARGIR L'ANALYSE ET LE CHAMPS D'INVESTIGATION :

- Ouvrir sur d'autres problèmes reliés à celui traité

Formuler des questions de recherche.

N.B. Un cours magistral ou une conférence traitant du sujet abordé dans le problème peut parfois s'intercaler durant l'analyse du problème.

Méthodologie APP classique (faculté de médecine)



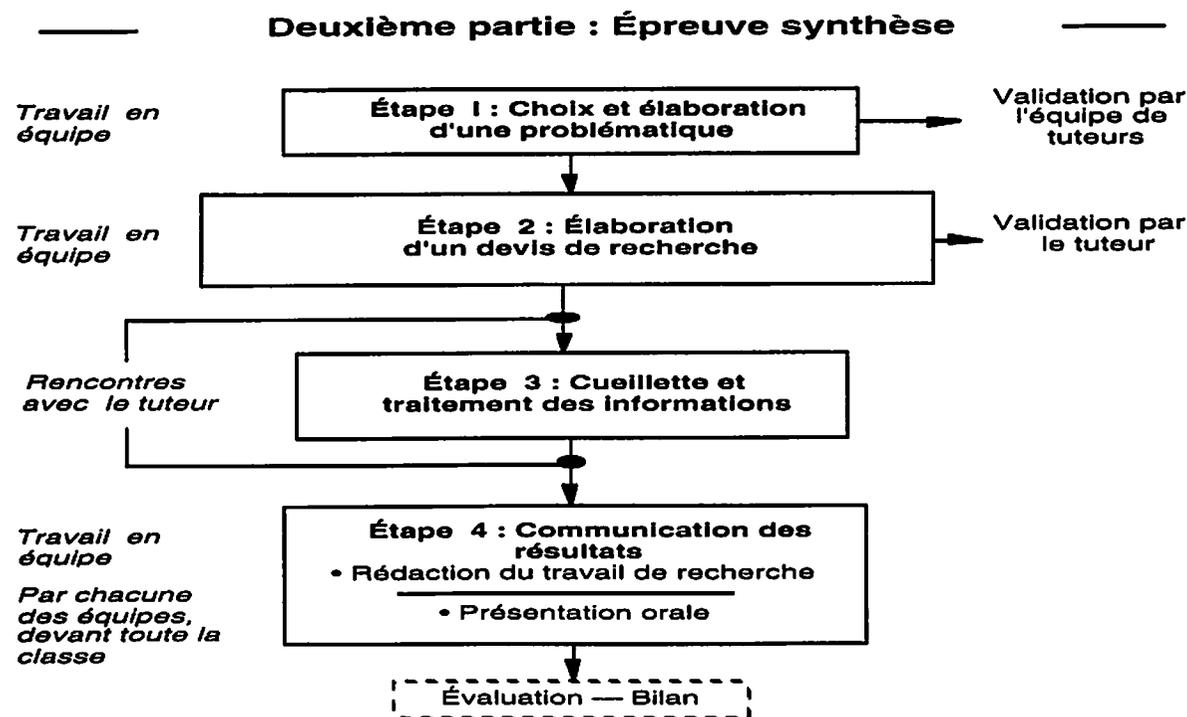
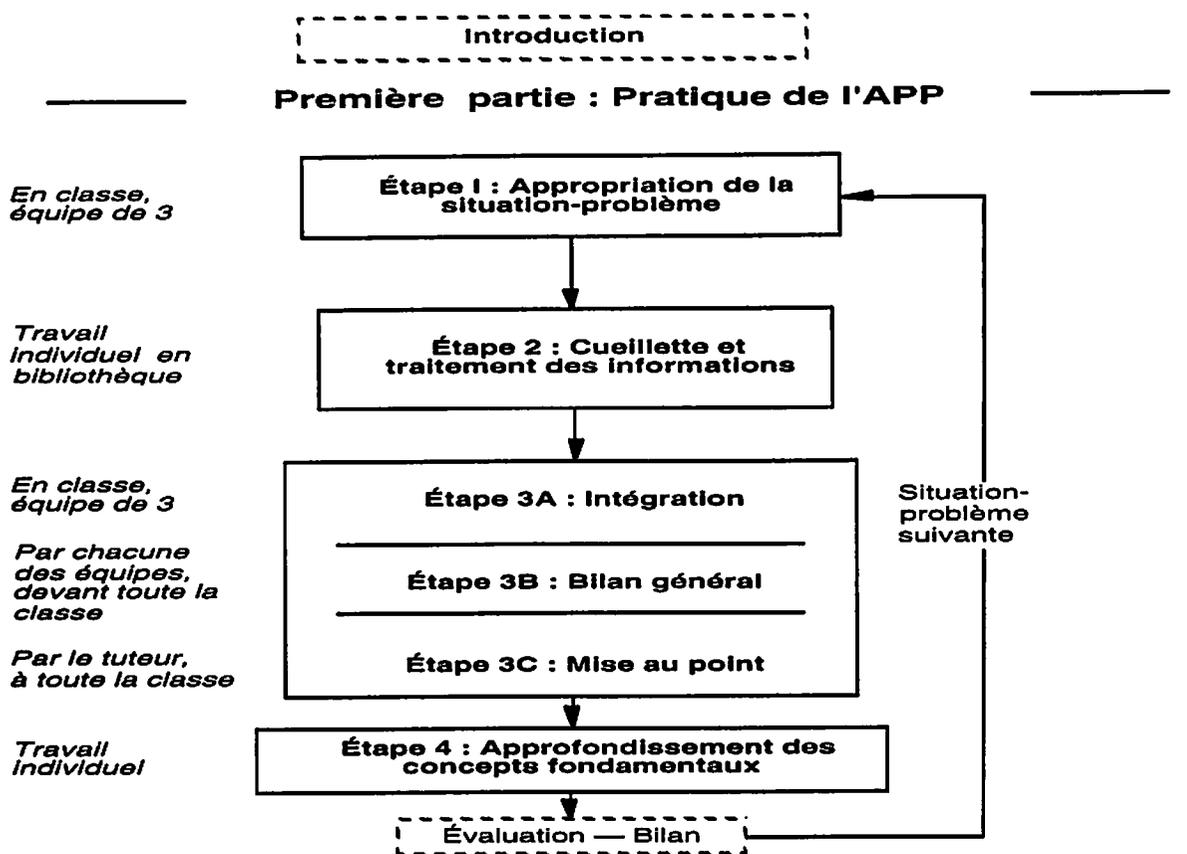
2.3 ADAPTATION DU MODÈLE APP

Comme nous l'avons mentionné antérieurement, les contraintes physiques des études collégiales (horaires des élèves, disponibilité et caractéristiques des locaux de classe, tâches des enseignantes et enseignants, tâches des élèves) et le niveau de maturité de nos élèves nous ont amené à adapter le modèle APP classique. De plus, s'ajoutait la nécessité d'inclure une épreuve synthèse distincte au cours.

C'est pourquoi l'activité de synthèse proposée prévoit une division du cours en deux grandes parties d'une durée sensiblement équivalente. La **première partie** est une adaptation du modèle APP utilisant des situations-problèmes appropriées à la démarche et au profil de sortie, tout en permettant l'atteinte des objectifs reliés aux contenus retenus par les deux disciplines du profil envisagé. Cette étape de l'activité de synthèse sert de tremplin à la **deuxième partie** qui consiste en un travail de recherche autour d'une problématique choisie par l'élève. Cette recherche, donnant lieu à la production d'un rapport et d'un exposé oral, pourrait tenir lieu d'épreuve synthèse.

Un schéma d'ensemble du cours est présenté à la page suivante.

Cours *Activité de synthèse* en Sciences de la nature



Introduction à la méthodologie

En plus des deux parties nommées précédemment, une courte **introduction** est prévue en tout début de semestre. Elle comprend essentiellement deux éléments : (1) un enseignement explicite de la méthode APP et ses justifications pédagogiques, ainsi que (2) les avantages du travail d'équipe et les attitudes à développer pour le rendre efficace.

Cette introduction, même brève, est indispensable pour plusieurs raisons. Premièrement, elle se justifie par le fait qu'il s'agit généralement, pour les élèves, d'un premier contact avec la méthode APP. La modification profonde des rôles respectifs de l'élève et du tuteur et des comportements qui en découlent de part et d'autre obligent à cette mise au point. De plus, la participation très active demandée aux élèves dans cette méthodologie d'apprentissage exige une justification des efforts attendus. La prise de conscience, par les élèves, des bénéfices qu'ils peuvent en retirer pour mieux les préparer aux études universitaires est un facteur très favorable à leur participation.

Deuxièmement, il est nécessaire de faire un enseignement explicite du travail d'équipe. On se souviendra qu'il s'agit d'un des principaux objectifs de formation fondamentale visés par ce cours. Même si dans des cours précédents, des travaux d'équipe sont exigés, aucune directive n'accompagne généralement ces exigences et aucune évaluation de la qualité du travail d'équipe n'est faite. En conséquence, les travaux produits montrent le plus souvent une juxtaposition de travaux individuels — ou traduisent le travail d'un seul membre de l'équipe — plutôt que le résultat d'une véritable concertation. Peu de satisfactions sont retirées de ces expériences. Le membre de l'équipe le plus perfectionniste se sent exploité et préfère généralement travailler seul. C'est pourquoi, pour corriger cette situation, il est nécessaire d'enseigner les attitudes à développer pour un véritable travail d'équipe et les nombreux avantages que les élèves peuvent en retirer, tant pour le cours que pour leur vie professionnelle à venir.

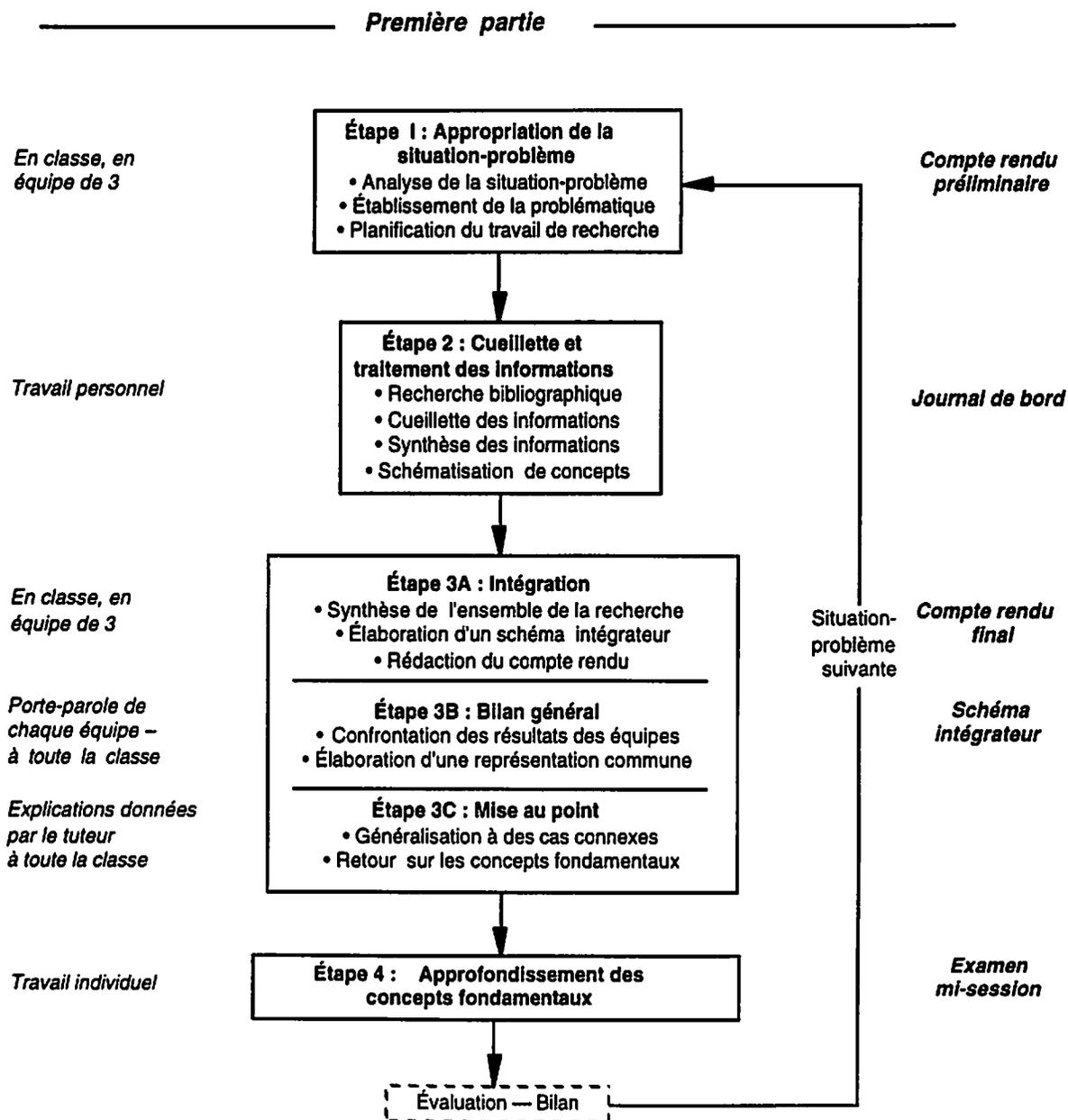
Un *Guide de l'élève* (voir la table des matières de ce guide à la section 3) sert d'appui à cette présentation.

Passons maintenant à une présentation sommaire de chacune des deux parties annoncées, soit la pratique de l'APP, d'une part, et l'application de cette méthodologie à un travail de recherche, d'autre part.

2.3.1 Première partie : Pratique de l'APP

Le schéma suivant montre les grandes étapes et sous-étapes du modèle d'APP adopté pour la première partie de ce cours d'activité de synthèse.

Activité de synthèse en Sciences de la nature



Les grands objectifs visés par la méthode APP sont :

- optimiser les conditions favorisant l'apprentissage autonome;
- stimuler la motivation à l'apprentissage;
- entraîner au processus d'analyse des situations-problèmes;
- développer des attitudes et habiletés à travailler en équipe et à interagir en groupe.

Comparaison avec le modèle APP classique

Comme on peut le constater, ce modèle est largement inspiré du modèle APP classique. Il s'agit donc de l'étude et du traitement d'une situation-problème en équipe, encadré d'un tuteur, selon quatre grandes étapes (ou phases) : (1) appropriation de la situation-problème; (2) cueillette et traitement des informations; (3) intégration et bilan; (4) approfondissement.

Par contre, il en diffère notamment par les points suivants :

- **Taille des équipes** — Les équipes formées sont beaucoup plus petites (3 élèves au lieu de 8 à 12 pour l'APP classique) ce qui permet de rassembler dans une même classe l'ensemble du groupe, quelque soit sa taille. En conséquence, le tuteur ne peut assister à tous les débats d'une même équipe, devant partager sa disponibilité entre plusieurs équipes. Le tuteur agit plutôt comme consultant et visite à tour de rôle les différentes équipes. Précisons toutefois que la rédaction d'un *compte rendu préliminaire* par le secrétaire de l'équipe au fur et à mesure des discussions permet au tuteur de prendre rapidement connaissance de la démarche générale suivie.

Si la classe est nombreuse (30 élèves et plus), notre modèle prévoit toutefois la possibilité de subdiviser la classe en deux à certaines étapes (étape 1 et étape 3A).

L'équipe de trois peut présenter à la fois des avantages et des inconvénients. Les principaux avantages sont de permettre des discussions plus libres, plus détendues au sein de l'équipe, de donner plus de responsabilités aux élèves, et de les rendre davantage conscients de leur implication dans le processus. L'équipe qui reste passive ou ne s'implique pas activement dans le processus n'avance pas. Par contre, dans un tel contexte, les élèves peuvent se sentir plus insécures dans leur démarche, surtout au début. D'où l'importance, d'une part, d'une bonne préparation dans l'introduction présentée au début du cours, et, d'autre part, de la grande disponibilité du tuteur qui s'efforce de répondre aux demandes.

Le choix du nombre trois est à mettre en relation avec les trois fonctions définies dans l'équipe (voir plus loin, à la section 2.3.3) que chacun assumera à tour de rôle. Cette taille d'équipe favorise la communication, même de la part du plus timide. Les liens d'amitié qui s'établissent sont plus étroits. La responsabilité de chacun envers son équipe est plus vive.

Le choix des partenaires s'effectue au début du semestre, sur la base des affinités individuelles. Les risques de conflits interpersonnels sont ainsi grandement atténués. Par

exemple, les personnes méticuleuses et très perfectionnistes se sentiront plus à l'aise dans une équipe dont tous les membres ont le souci du travail bien fait. Une fois les équipes formées, elles seront stables pour toute la première partie.

- **Partage des tâches de recherche** — À l'étape 2, pour la cueillette et le traitement des informations, au lieu d'effectuer une recherche individuelle sur l'ensemble des questions de recherche définies en équipe à l'étape 1, un partage peut se faire afin d'alléger le travail de recherche compte tenu du temps alloué, de susciter la collaboration et d'accroître le sens des responsabilités. Toutefois, certaines questions référant aux concepts fondamentaux sous-jacents au problème devraient être abordées par tous les membres de l'équipe.
- **Tenue d'un journal de bord** — La démarche de recherche est entièrement consignée dans un journal de bord individuel (voir plus loin, dans cette section). Le tuteur peut ainsi juger de l'ampleur et de la qualité du travail de recherche effectuée par chacun des élèves, de sa capacité à distinguer l'essentiel de l'accessoire ainsi que de la qualité de la synthèse effectuée. Il apprend également aux élèves à être méthodique. Son évaluation tant formative que sommative récompense l'effort fourni individuellement et donne des pistes de correction de la stratégie de recherche documentaire.
- **L'étape d'intégration est subdivisée en trois sous-étapes distinctes** — La première, l'intégration (étape 3A), correspondrait à peu près à la phase trois de l'APP classique. Toutefois deux autres sous-étapes s'y ajoutent : le bilan général (étape 3B) et la mise au point par le tuteur (étape 3C). Leurs particularités sont soulignées dans les deux paragraphes qui suivent.
- **Exposé oral du porte-parole de chaque équipe** — À l'étape 3B, le porte-parole de chacune des équipes expose à tour de rôle au groupe-classe la vision de son équipe concernant la situation-problème traitée. Cet exposé s'effectue à l'aide du schéma intégrateur construit par l'équipe à l'étape 3A. Ces exposés permettent aux comparaisons de s'établir tout en donnant l'occasion de se pratiquer à communiquer oralement de façon formelle devant un groupe. Le tuteur aura également l'occasion d'apprécier rapidement les lacunes et les disparités dans la compréhension de la situation-problème.
- **Une mise au point par le tuteur** — L'étape suivante appelée *mise au point* (étape 3C), suit immédiatement les exposés oraux, et donne l'occasion au tuteur de réagir et de combler les lacunes observées. Il ne s'agit pas d'un cours magistral en bonne et due forme sur le sujet traité, ce qui pourrait avoir comme conséquence un relâchement du processus de recherche dans les situations-problèmes suivantes (pourquoi chercher, le prof. va l'expliquer...) et, d'autre part, de dévaloriser les exposés faits par les élèves. Cette étape correspond plutôt à un complément théorique aux exposés qui viennent d'être présentés. Son ampleur et son contenu varieront en conséquence. Cette étape permet également de rassurer les élèves sur la justesse de leur démarche.
- **Remise d'un compte rendu final** — L'intégration et la synthèse de l'ensemble des recherches individuelles des membres de l'équipe (étape 3A) sont consignées dans un compte rendu officiel qui traduit normalement la compréhension de l'équipe sur le problème. Cette exigence oblige l'équipe à clarifier ses points de divergence jusqu'à l'obtention d'un consensus. Le schéma intégrateur qui l'accompagne est le même que celui présenté par le porte-parole dans son exposé (étape 3B). Le tuteur est ainsi en mesure de

porter un jugement sur le travail accompli, de souligner certaines erreurs de compréhension s'il y a lieu, et de donner des directives pour améliorer la qualité du traitement du problème suivant.

- **Objectifs de contenus remis par le tuteur à la fin de la mise au point** — Afin de préparer l'étape 4 d'approfondissement, il est important de bien préciser les concepts fondamentaux sous-jacents à la situation-problème traitée. Un examen situé au milieu du semestre, juste avant la deuxième partie du cours, permettra de vérifier la compréhension de chacun vis-à-vis de ces concepts.
- **Inclusion de séances de travaux pratiques (laboratoire)** — Les sciences de la nature sont basées sur l'observation et l'expérimentation. Il était donc justifié d'intercaler des séances de laboratoire en appui aux concepts sous-jacents aux situations-problèmes ou complémentaires à ceux-ci.

Description des quatre étapes et leurs justifications pédagogiques

L'étude d'une situation-problème s'étale sur deux semaines, et s'effectue suivant les quatre grandes étapes annoncées précédemment. En voici le détail et les justifications pédagogiques.

PREMIÈRE ÉTAPE : Appropriation de la situation-problème (en équipe de trois)	
<p>Cette première étape se déroule en classe, en présence du tuteur. Sa durée peut varier, selon les équipes et selon les situations-problèmes, de une à deux heures. Comme outils, l'équipe se sert essentiellement d'un <i>dictionnaire</i> et du gabarit inclus dans le <i>Guide de l'élève</i>. Le secrétaire de l'équipe rédige un <i>compte rendu préliminaire</i> au fur et à mesure du déroulement de l'étape. Il s'agit essentiellement d'un brouillon montrant la démarche poursuivie et la teneur des discussions.</p>	
<i>activités</i>	<i>objectifs de formation</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Après lecture de la situation-problème, période de réflexion personnelle • Éclaircissement sur les termes utilisés (mots ou expressions à définir) • Définition du problème en une phrase d'une ou deux lignes • Analyse de la situation-problème en la divisant en sous-problèmes (questions soulevées par le problème) • Repérage des indices • Émission d'hypothèses d'explication et discussion permettant de retenir les plus plausibles • Organisation des hypothèses et schématisation provisoire • Formulation des questions d'études (<i>territoires</i> à explorer et...) • Planification du travail de recherche à effectuer : se répartir les tâches, fixer un calendrier (... <i>voies</i> pour y parvenir) • Rédaction du COMPTE RENDU PRÉLIMINAIRE (secrétaire) 	<p>Mobiliser les connaissances antérieures</p> <p>S'assurer d'une compréhension commune du problème à traiter (un problème bien cerné est en partie résolu)</p> <p>Apprendre à décortiquer un problème complexe en sous-unités plus faciles à aborder</p> <p>Mettre en évidence les différentes facettes du problème (avec regard multidisciplinaire)</p> <p>Stimuler la créativité; utiliser son jugement</p> <p>Réaliser que l'entraide facilite la résolution d'un problème (il y a plus d'idées dans plusieurs têtes que dans une!)</p> <p>Se forger une première représentation globale du problème</p> <p>Clarifier la direction à prendre dans le travail de recherche et les buts visés</p> <p>Apprendre à planifier adéquatement un travail de recherche</p>

N.B. Avant de quitter la classe, l'équipe fait vérifier son compte rendu préliminaire par le tuteur.

Dès que la première étape est complétée, les membres de l'équipe peuvent se rendre à la bibliothèque pour effectuer la recherche (deuxième étape).

DEUXIÈME ÉTAPE : Cueillette et traitement des informations (individuel)	
La deuxième étape se fait individuellement, à la bibliothèque et ailleurs. L'ensemble de la démarche de recherche, les informations recueillies et la synthèse qui en découle sont consignées dans le JOURNAL DE BORD propre à chacun.	
<i>activités</i>	<i>objectifs de formation</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Recherche bibliographique des sources d'information • Cueillette des informations les plus pertinentes • Synthèse des informations recueillies • Construction d'une représentation schématique reflétant cette synthèse • Consignation de la démarche de recherche, des résumés de lecture et bilan des difficultés rencontrées lors de la recherche dans le JOURNAL DE BORD personnel 	<p>Apprendre à trouver rapidement la documentation adéquate</p> <p>Apprendre à trier l'essentiel de façon à extraire rapidement les informations recherchées</p> <p>Développer les techniques de résumés de lecture</p> <p>Développer l'esprit de synthèse</p> <p>Acquérir de nouvelles connaissances de façon autonome</p> <p>Établir des liens cohérents entre les différents volets du problème</p> <p>Permettre un retour sur la méthode (métacognition)</p> <p>Trouver des solutions aux obstacles d'ordre matériel ou méthodologique</p> <p>Apprendre à être méthodique</p> <p>Permettre l'évaluation de la démarche de recherche</p>

La troisième étape se déroule en classe, dès la fin de la recherche. Elle se divise en trois sous-étapes : l'intégration, le bilan général et la mise au point. Entre l'intégration (étape 3A) et le bilan général (étape 3B) un délai d'au moins 48 heures permet au secrétaire de saisir sur ordinateur le texte du compte rendu final et au porte-parole de préparer son exposé. Par contre, la mise au point (étape 3C) suit immédiatement le bilan général.

TROISIÈME ÉTAPE : Intégration, bilan et mise au point (en classe)

A– Intégration (en équipe de trois)

Phase d'intégration où les membres d'une même équipe s'entendent pour établir un portrait général de la situation-problème sous forme d'un texte-synthèse et d'un schéma intégrateur.

<i>activités</i>	<i>objectifs de formation</i>
<ul style="list-style-type: none">• Mise en commun et synthèse des travaux de recherche des membres de l'équipe• Discussion débouchant sur un consensus et un schéma intégrateur commun• Bilan du travail d'équipe• Rédaction du COMPTE RENDU FINAL (secrétaire)	<p>Améliorer les capacités de communication</p> <p>Porter un jugement, défendre ses idées de façon convaincante, tout en admettant ses erreurs</p> <p>Clarifier les concepts et les liens entre eux</p> <p>Trouver des solutions aux comportements inadéquats</p> <p>S'assurer de la participation de tous au processus de recherche</p>

B– Bilan général (ensemble de la classe)

Les porte-parole des différentes équipes présentent, à tour de rôle à toute la classe, leur vision de la situation-problème à partir de leur schéma intégrateur présenté sur acétate.

<ul style="list-style-type: none">• Remise des COMPTES RENDUS au tuteur• Confrontation des représentations du problème des différentes équipes (porte-parole) et discussion afin d'arriver à un consensus• Préparation à l'étape de généralisation par le tuteur en répondant à des questions connexes au problème traité.	<p>Développer les habiletés de communication envers un auditoire intéressé et critique</p> <p>Enrichir et améliorer la représentation du problème</p> <p>Développer l'habileté à traiter un problème</p> <p>Faire des transferts</p> <p>Passer du particulier au général</p>
--	--

C– Mise au point (par le tuteur à toute la classe)

Une mise au point par le tuteur termine la troisième étape (étape 3 C). Elle permet au tuteur de clarifier et de compléter certains points restés obscurs au cours des présentations des élèves, et de mettre en relief les concepts fondamentaux sous-jacents à la situation-problème. Il précise également les objectifs d'apprentissage qui seront évalués dans un EXAMEN, vers la mi-session.

<ul style="list-style-type: none">• Retour et mise au point, par le tuteur, des concepts fondamentaux à approfondir.• Établissement des objectifs d'apprentissage en prévision de l'ÉVALUATION	<p>Déboucher sur l'apprentissage des notions fondamentales</p> <p>Trier l'essentiel de l'accessoire</p>
---	---

QUATRIÈME ÉTAPE : Approfondissement des concepts fondamentaux (*individuel*)

La quatrième étape correspond à une étude individuelle permettant l'approfondissement des concepts fondamentaux. Chacun se prépare ainsi à l'évaluation de contenus prévue pour la mi-session. Cette étape se déroule entièrement en dehors des locaux de cours.

<i>activités</i>	<i>objectifs de formation</i>
• Étude individuelle des concepts fondamentaux sous-jacents à la situation-problème	Consolider les apprentissages par un approfondissement des concepts fondamentaux Apprendre à revenir systématiquement sur le travail accompli afin de l'enrichir par une réflexion personnelle

On trouvera à l'**annexe I** de ce document, à titre d'exemple, une situation-problème traitée selon les différentes étapes proposées.

Il s'agit maintenant de planifier ces étapes à l'intérieur du cadre-horaire hebdomadaire des élèves.

Planification des horaires

La planification des horaires prévoit deux rencontres hebdomadaires, l'une de *trois heures consécutives* et l'autre de *deux heures*, séparées dans la semaine par un délai d'au moins 48 heures. Chaque situation-problème s'étale normalement sur une période de deux semaines.

Comme le montre *le tableau de la page suivante*, les **étapes 1 et 3A** s'effectuent durant les blocs de 3 heures. Elles se déroulent en classe, en équipes de trois. Afin de permettre un meilleur encadrement des équipes par le tuteur dans le cas de groupes-classes particulièrement imposants (30 élèves et plus), le modèle prévoit une division possible du bloc de 3 heures en deux séances de 1h30 chacune où la moitié des équipes seraient respectivement convoquées. Toute la classe est cependant réunie pour les **étapes 3B et 3C**, de même que pour les expériences de laboratoire.

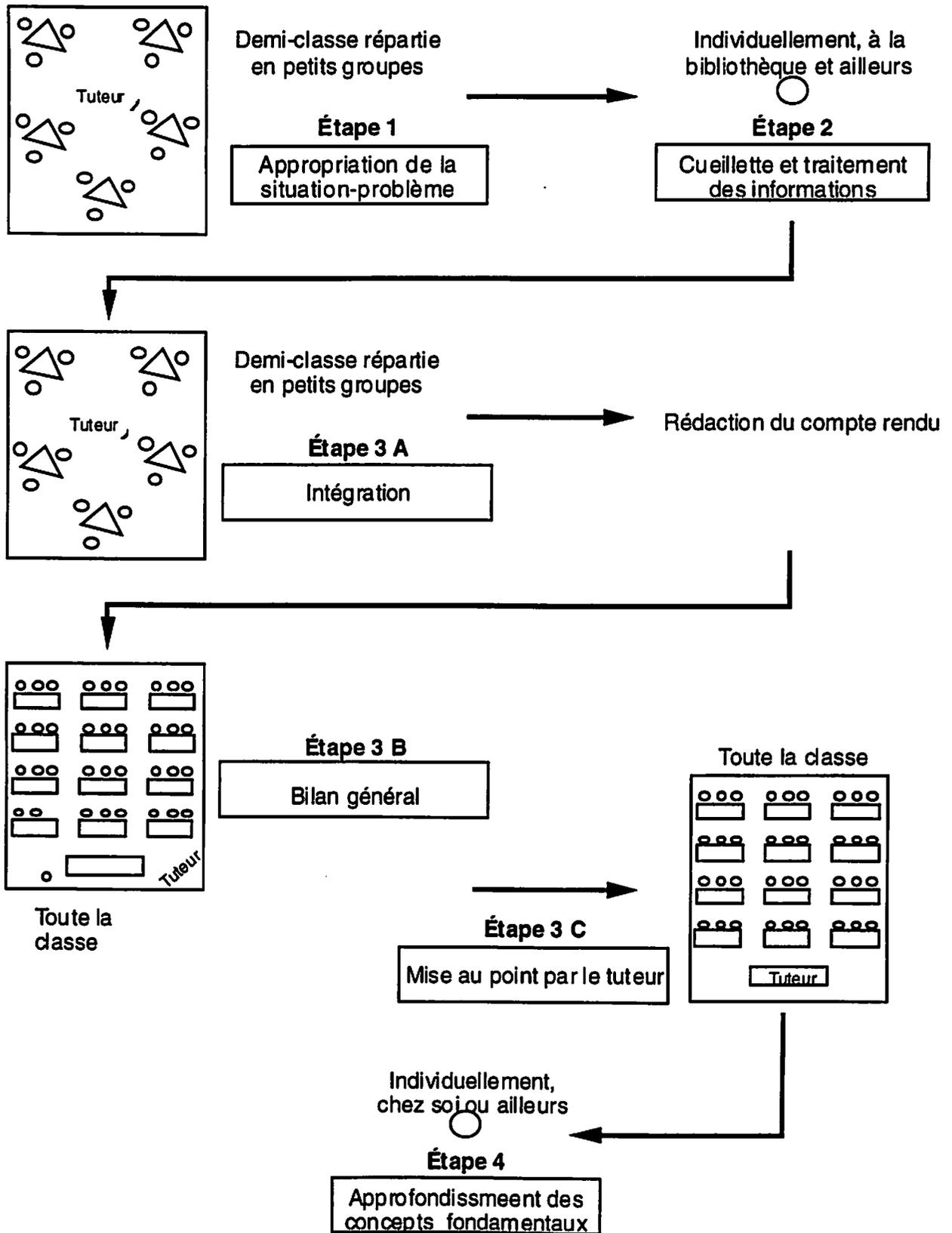
Dans le cas d'une situation problème d'une durée de 2 semaines, le scénario prévoit donc :

- *La première semaine :*
 - 1– En classe, rencontre d'équipe pour aborder une situation-problème nouvelle et compléter l'étape 1.
 - 2– Chacun des membres de l'équipe entreprend ensuite, à la bibliothèque ou ailleurs, sa part de recherche individuelle qui sera consignée dans son journal de bord (étape 2).
 - 3– Une séance de **laboratoire** occupe le bloc de deux heures de la première semaine. Les expériences se font par équipes, mais les résultats de toute la classe sont ensuite mis en commun.
- *La deuxième semaine:*
 - 1– En classe, rencontre d'équipe pour faire la synthèse et l'intégration des recherches effectuées par les membres de l'équipe (**étape 3 A**). Ces éléments, ainsi que le bilan du fonctionnement de l'équipe, vont servir de base à la rédaction du **COMPTE RENDU FINAL** par le secrétaire.
 - 2– En dehors de la classe, saisie du compte rendu final (secrétaire), préparation de l'exposé oral à partir du schéma intégrateur construit en équipe (porte-parole) et révision des concepts (tous).
 - 3– En classe, chaque porte-parole expose au groupe, à tour de rôle, la compréhension de son équipe de la situation-problème étudiée. Comme outil à son exposé, le porte-parole se sert uniquement du schéma intégrateur original construit par l'équipe et présenté sur acétate (**étape 3 B**). Le tuteur termine la rencontre par une généralisation et une mise au point à propos des concepts les plus fondamentaux sous-jacents à la situation-problème et précise les objectifs d'apprentissage touchant les contenus visés (**étape 3 C**). Lors de cette séance, chaque équipe remet au tuteur leur compte rendu et leurs journaux de bord.
 - 4– En dehors de la classe, au moment jugé opportun, chacun passe à l'étape d'approfondissement des contenus (**étape 4**).

Semaine 1 de la situation-problème		
<i>Bloc de 3 heures (ou deux périodes de 1h30)</i>	<i>Recherche-étude</i>	<i>Bloc de 2 heures</i>
<p>Analyse du problème et planification du travail de recherche</p> <p>Rédaction du COMPTE RENDU PRÉLIMINAIRE (<i>secrétaire</i>)</p> <p>ÉTAPE 1 (équipe de 3)</p> <p>Début de l'étape 2 (recherche individuelle en bibliothèque)</p>	<p>Cueillette et synthèse des informations, schéma intégrateur</p> <p>Rédaction du JOURNAL DE BORD</p> <p>ÉTAPE 2 (individuel)</p>	<p>LABORATOIRE se rapportant au sujet traité</p> <p>(toute la classe)</p>
Semaine 2 de la situation-problème		
<i>Bloc de 3 heures (ou deux périodes de 1h30)</i>	<i>Recherche-étude</i>	<i>Bloc de 2 heures</i>
<p>Mise en commun et synthèse des résultats par les membres du groupe; construction d'un SCHÉMA INTÉGRATEUR</p> <p>Bilan du travail d'équipe</p> <p>Rédaction du COMPTE RENDU FINAL (<i>secrétaire</i>)</p> <p>ÉTAPE 3 A (équipe de 3)</p>	<p>Saisie du COMPTE RENDU FINAL (<i>secrétaire</i>)</p> <p>Préparation de la présentation et saisie du SCHÉMA INTÉGRATEUR sur acétate (<i>porte-parole</i>)</p> <p>Début de l'étape 4 Approfondissement des nouveaux concepts (individuel)</p>	<p>Présentation des comptes rendus par chacun des porte-parole à partir du SCHÉMA INTÉGRATEUR</p> <p>ÉTAPE 3 B (toute la classe)</p> <p>Mise au point par le tuteur ÉTAPE 3 C (toute la classe)</p> <p>Remise des COMPTES RENDUS</p> <p>Remise du JOURNAL DE BORD</p>

Le schéma de la page suivante illustre le déroulement en classe des différentes étapes indiquées précédemment.

Méthodologie utilisée pour l'étude des situations-problèmes



Gabarit du compte rendu préliminaire (étape 1)

Pour diriger et faciliter la démarche d'appropriation de la situation-problème, un gabarit est fourni aux élèves dans leur *Guide de l'élève*. En voici une version abrégée.

Termes à définir

Après lecture attentive de la situation-problème, il est nécessaire de clarifier certains termes utilisés, d'où l'utilité d'avoir un dictionnaire disponible durant cette étape.

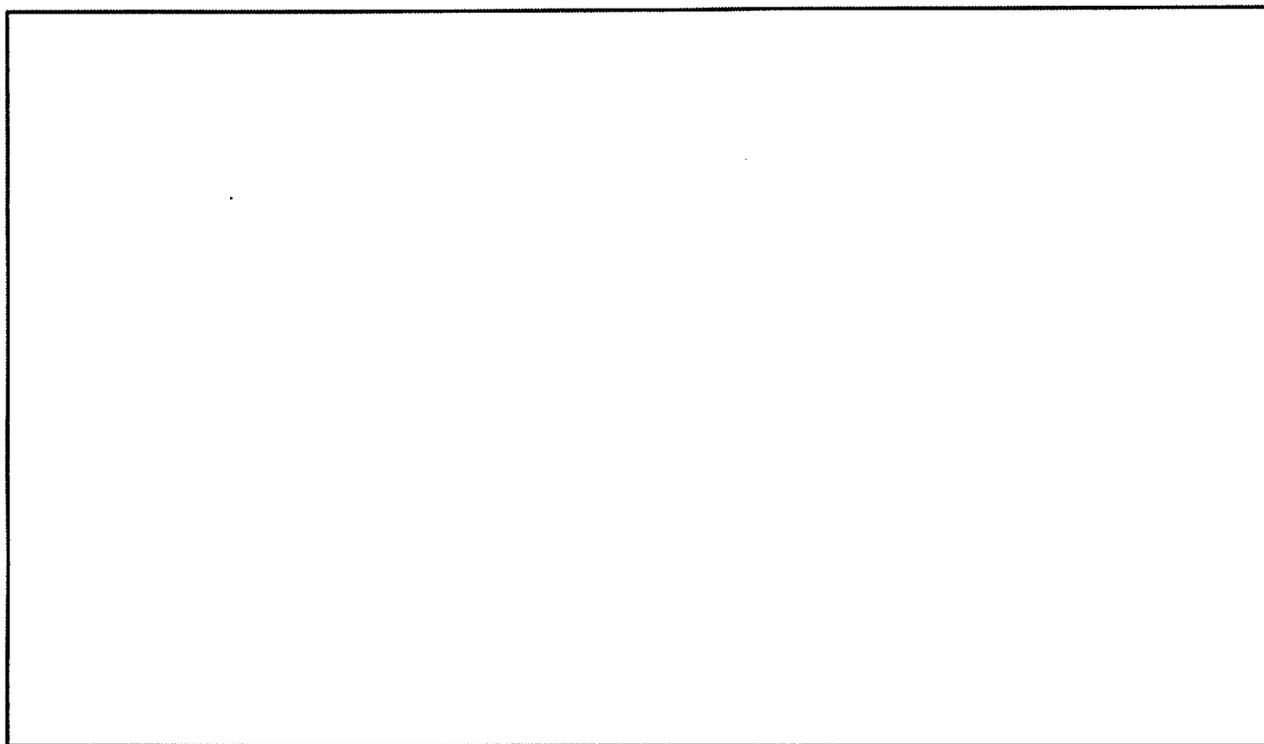
1• Définition du problème _____

L'équipe formule en une ou deux phrases l'essentiel de la donnée du problème.

2• Questions soulevées par le problème (sous-problèmes)	3• Hypothèses d'explication (connaissances antérieures)
a)	a)
b)	b)
c)	c)
d)	d)
etc.	etc.

L'équipe analyse le problème et le divise en sous-questions. Des hypothèses d'explication sont avancées à partir des connaissances antérieures.

4• Organisation des hypothèses d'explication du problème —> SCHÉMA PROVISOIRE



L'équipe ordonne et relie les hypothèses d'explication dans un SCHÉMA PROVISOIRE donnant une vue d'ensemble des explications relatives au problème.

5• Questions d'étude

QUESTION 1 _____
QUESTION 2 _____
QUESTION 3 _____
QUESTION 4 _____

Etc.

L'équipe établit la liste des questions nécessitant une recherche d'information.

6• Planification de la recherche

L'équipe se partage les QUESTIONS D'ÉTUDE permettant d'orienter la recherche documentaire à effectuer par chacun des membres. Toutefois, les questions couvrant les concepts les plus importants doivent être couvertes par TOUS.

L'annexe I de ce document donne un exemple de traitement d'une situation-problème selon ce gabarit.

Journal de bord (étape 2)

Dans le but de faciliter la recherche documentaire, quelques conseils sont prodigués en début de semestre sur la base d'un document inclus dans le *Guide de l'élève*. Par la suite, au fur et à mesure de sa recherche, l'élève notera sa démarche dans un journal de bord. Celui-ci est remis au tuteur pour évaluation à la fin de chaque cycle (étape 3C).

On retrouve dans le journal de bord les éléments suivants :

- 1° La liste des questions d'études dont l'élève était responsable compte tenu du plan de travail établi par l'équipe;
- 2° La liste des références consultées en les regroupant de la manière suivante :
 - Ouvrages de références (encyclopédies et autres)
 - Livres spécialisés
 - Livres de base du cours
 - Revues
- 3° Un résumé des informations pertinentes tirées de chaque référence citée;
- 4° Une synthèse des informations pertinentes recueillies dans l'ensemble de la recherche, mise en relation avec le problème traité;
- 5° Un schéma intégrateur illustrant cette synthèse;
- 6° Des éléments de culture scientifique, identifiés comme tel;
- 7° Un bilan de la recherche effectuée et des difficultés rencontrées

Dans l'annexe I, on trouvera un exemple de journal de bord rédigé en tenant de ces divers éléments.

Compte rendu final (étape 3A)

Au cours de l'étape d'intégration (étape 3A) chacun rend compte aux autres membres de l'équipe du fruit de ses recherches. À la lumière de ces informations, l'équipe reprend le problème dans son ensemble, revoit sa définition, ses hypothèses d'explication, son schéma provisoire. Le compte rendu final est une synthèse traduisant la compréhension du problème dans son ensemble par l'équipe après recherches individuelles et discussions au sein de l'équipe. Sa rédaction et sa saisie à l'ordinateur incombent au *secrétaire* de l'équipe.

On retrouve dans le compte rendu final :

- 1° un texte-synthèse d'une à deux pages traduisant la compréhension de l'équipe en regard avec la situation-problème;
- 2° une représentation sous forme de schéma intégrateur illustrant cette synthèse;
- 3° de nouvelles questions d'étude suscitées par la recherche effectuée;
- 4° un bilan du travail d'équipe.

Le compte rendu final doit être remis au tuteur au début de l'étape 3B. Le compte rendu préliminaire, sous sa forme brouillon, doit être joint en annexe.

Exposé oral (étape 3B)

Le schéma intégrateur construit en équipe à l'étape précédente (étape 3A) sert de base à l'exposé oral assuré par le porte-parole. À tour de rôle, les différentes équipes présentent ainsi leur représentation du problème à l'ensemble du groupe. Chaque présentation dure 5 à 10 minutes.

Les comparaisons qui s'établissent permettent aux élèves de visualiser la diversité des représentations. Ces exposés sont également un outil précieux pour le tuteur qui aura ainsi une bonne idée du niveau de compréhension des élèves, des lacunes ou erreurs à combler dans sa mise au point

Mise au point (étape 3C)

Avec la mise au point, le tuteur a l'occasion de faire le point, de corriger les erreurs et de combler les lacunes de compréhension relatives à la situation-problème étudiée. Son contenu sera donc variable, en rapport direct avec la qualité des exposés présentés. Cette étape dure moins d'une heure.

Les élèves notent également les objectifs d'apprentissage reliés aux contenus disciplinaires essentiels sous-jacents au problème. Ces derniers serviront de base à l'examen de mi-session.

2.3.2 Deuxième partie : Travail de recherche (épreuve synthèse de programme)

En vérifiant les critères de validité de l'épreuve synthèse de programme chez différents pédagogues éclairés (ST-ONGE 1995; TREMBLAY 1994), on constate que cette épreuve doit permettre l'observation des capacités de résolution de situations-problèmes complexes, proches de situations réelles, représentatives de celles qui seront rencontrées par des débutants à l'université dans l'orientation choisie, en référence au profil de sortie. Il doit également permettre d'exercer un jugement sur le niveau de compétence atteint.

Nous partageons aussi l'avis de TREMBLAY (1994) quant aux exigences d'une épreuve synthèse et nous les retenons comme critères de validation :

- fait référence au profil de sortie;
- exige des tâches complètes : recours aux interactions;
- exige des tâches signifiantes : appel aux connaissances spécifiques;
- exige des tâches complexes : usage des stratégies cognitives et métacognitives.

Ceci ne peut évidemment se vérifier de façon ponctuelle à l'intérieur d'un examen. C'est pourquoi nous avons privilégié une ÉSP basée sur un projet personnel et original (LAVEAULT, 1995) et ayant un caractère formateur important (FORCIER et al., 1994). En effet, pour être réaliste, cette épreuve doit permettre d'amasser une masse critique d'informations, exiger l'accomplissement des tâches qui favorisent l'intégration (résumés, synthèses, etc.); en conséquence, il faut du temps pour que tout cela s'organise en schémas opératoires (ST-ONGE, 1995). Dans notre modèle, près de la moitié du semestre est consacrée à cette deuxième partie.

Après s'être préparés par la pratique de l'APP pendant la première moitié du semestre, les élèves devraient maintenant être prêts pour faire face au travail de recherche qui servira d'épreuve synthèse. Il était logique, compte tenu de l'accent mis sur la coopération dans ce cours, de demander un travail de recherche aux équipes plutôt qu'aux individus. Cette formule permet également d'approfondir davantage la problématique choisie en considérant plusieurs aspects du problème. Toutefois, pour mesurer la contribution individuelle, l'équipe attribue un responsable à chacun des volets développés dans la problématique. L'évaluation de l'exposé et du rapport tiendront compte de ces attributions.

Nous avons subdivisé cette partie en quatre étapes : (1) le choix d'un thème de recherche et l'élaboration d'une problématique; (2) la production d'un devis de recherche précisant les différents volets et le niveau de traitement de la problématique; (3) la cueillette et le traitement des informations relatives à la problématique abordée; et finalement, (4) la présentation orale et écrite du rapport de recherche rédigé. Ces étapes sont résumées dans le schéma et le tableau des deux pages suivantes.

Activité de synthèse en Sciences de la nature

Deuxième partie : Épreuve synthèse

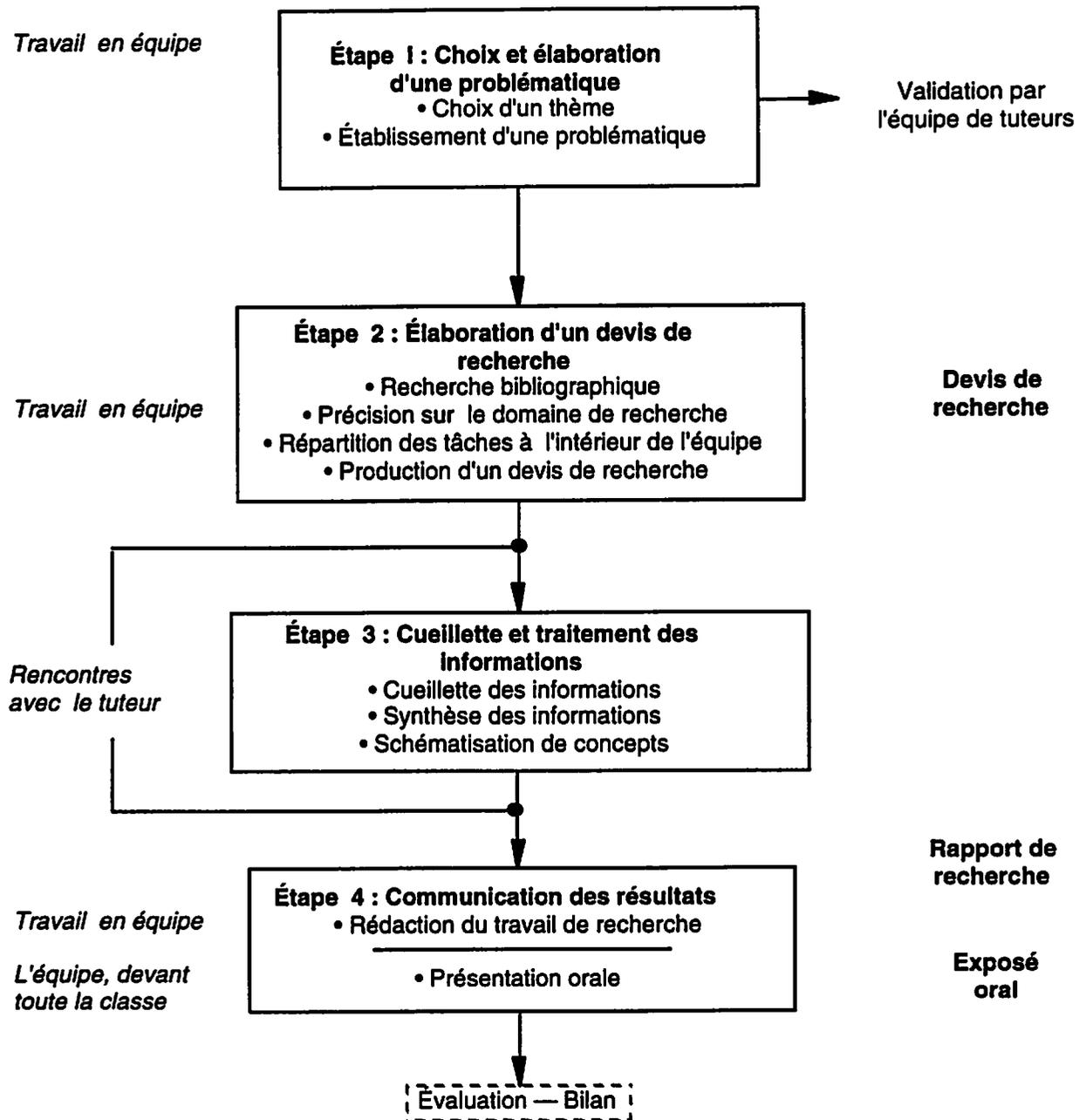


Tableau des différentes étapes de la deuxième partie servant d'épreuve synthèse

PREMIÈRE ÉTAPE : Choix d'un thème et élaboration d'une problématique	
<i>activités</i>	<i>objectifs de formation</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Choix d'un thème • Établissement, par équipe, d'une problématique particulière à partir du thème choisi <p><i>Cette problématique doit être validée par l'équipe de tuteurs</i></p>	<p>Favoriser la motivation</p> <p>Apprendre à élaborer une problématique de recherche, étape préalable importante d'un processus de recherche</p>
DEUXIÈME ÉTAPE : Production d'un devis de recherche	
<ul style="list-style-type: none"> • Établissement d'un plan montrant les étapes de réalisation de la recherche accompagné de son échéancier, et attribution des responsabilités des membres de l'équipe • <i>Présentation du devis au tuteur</i> 	<p>Apprendre à planifier une recherche</p> <p>S'assurer l'atteinte des objectifs par chacun des membres</p> <p>Réduire les tensions au sein de l'équipe et développer le sens des responsabilités</p>
TROISIÈME ÉTAPE : Cueillette et synthèse des informations	
<ul style="list-style-type: none"> • Application de la méthodologie de recherche: <ul style="list-style-type: none"> – Recherche et collecte des informations* – Synthèse des informations recueillies – Échanges au sein de l'équipe – Élaboration de schémas intégrateurs <p><i>Des rencontres hebdomadaires avec le tuteur sont prévues</i></p> <p>* Certaines équipes pourront intégrer un volet expérimental à leur recherche</p>	<p>Apprendre à trouver rapidement les différents sources d'information disponibles</p> <p>Développer l'habileté à extraire rapidement les informations recherchées d'un manuel ou d'articles de revues scientifiques</p> <p>Améliorer l'esprit de synthèse</p> <p>Développer l'autonomie dans l'apprentissage</p> <p>Favoriser un bon travail en équipe</p>
QUATRIÈME ÉTAPE Présentation orale et écrite d'un rapport de recherche	
<ul style="list-style-type: none"> • Rédaction d'un rapport de recherche • Présentation orale, par chacun des membres de l'équipe, du résultat de la recherche devant toute la classe, en s'appuyant sur un ou plusieurs schémas • Réponses aux questions des élèves et/ou du tuteur • Remise du rapport de recherche au tuteur pour évaluation 	<p>Apprendre à rédiger un rapport scientifique en suivant les normes établies</p> <p>Développer une argumentation cohérente dans un français correct</p> <p>Faire la synthèse du travail accompli</p> <p>Intégrer harmonieusement les différents volets de traitement du problème</p> <p>Développer les habiletés de communication</p> <p>Vérifier le niveau de compréhension</p> <p>Vérifier le degré de clarté de la présentation</p> <p>Évaluer le travail de recherche selon les différents critères établis</p>

Première étape : Choix d'un thème et élaboration d'une problématique

Il est temps maintenant d'appliquer à un problème de plus grande envergure les outils méthodologiques développés dans la première partie. Toutefois, la composition des équipes peut changer pour cette deuxième partie car la motivation vis-à-vis du sujet d'étude choisi doit être le principal élément rassembleur. Le choix du thème doit être approuvé par l'équipe de tuteurs.

Choix du thème

Un certain nombre de critères servent de base à l'acceptation ou non du choix des élèves :

- Il faut d'abord respecter l'orientation pluridisciplinaire du cours; en conséquence, le sujet doit pouvoir être traité d'un point de vue scientifique, sous au moins deux angles disciplinaires (chimie et biologie dans la filière développée ici);
- la documentation disponible est un autre élément très important : il faut donc s'assurer préalablement d'avoir accès à toute la documentation nécessaire pour traiter le sujet;
- les délais d'exécution de la recherche doivent également être pris en compte : si le sujet est trop vaste, il sera difficile d'en faire le tour dans les temps prévus.

Une fois le thème choisi et approuvé, chaque équipe énonce une problématique reliée à celui-ci. En effet, en recherche, les problèmes ne sont pas posés d'avance, et l'établissement d'une problématique est donc une étape très importante d'une démarche de recherche. De plus, la problématique permet de cerner davantage les questions d'étude.

Établissement d'une *problématique*

Comment passer du thème retenu à la problématique?

Une problématique est un énoncé de problème contextualisé (dramatisé ou non), qui montre l'importance du thème dans la société d'aujourd'hui, qui circonscrit le sujet d'étude, et qui débouche sur une ou des questions.

À titre d'exemple, voici une problématique possible à partir du thème CANCER :

Parmi les types de cancer fréquemment rencontrés dans notre société, le cancer du poumon occupe une place à part du fait de l'implication manifeste du tabagisme dans les facteurs de risque. Voici les questions auxquelles notre recherche veut répondre:

- *Quel est le rôle précis du tabagisme dans l'apparition du cancer du poumon?*
- *Quels sont les mécanismes et les étapes du développement de ce cancer?*
- *Quels sont les traitements actuellement pratiqués et leur taux de réussite?*

Cette problématique est contextualisée mais non dramatisée. La même problématique dramatisée pourrait donner ceci :

Mon oncle Téléphore vient d'apprendre qu'il souffre d'un cancer du poumon. Étant un fumeur invétéré, cette habitude de vie a probablement contribué au déclenchement de ce redoutable cancer. Voici les questions auxquelles notre recherche veut répondre:

- *Quel est le rôle précis du tabagisme dans l'apparition du cancer du poumon?*
- *Quels sont les mécanismes et les étapes du développement de ce cancer?*
- *Quels sont les traitements actuellement pratiqués et leur taux de réussite?*

La problématique est également sujette à l'approbation du tuteur.

Grille de validation de la problématique

Pour être acceptée par le tuteur, la problématique établie doit répondre à certains critères :

- énoncé clair et compréhensible de la question de recherche
- problématique d'actualité qui débouche sur des questions d'ordre scientifique, dans au moins deux disciplines (biologie et chimie dans le cas présent)
- sujet intéressant, riche et motivant
- problématique différente de celles des autres équipes

Deuxième étape : Production d'un devis de recherche

Chaque équipe doit ensuite planifier sa recherche, préciser les différents aspects du problème qui seront traités, attribuer les responsabilités respectives des membres de l'équipe, établir un échéancier réaliste et faire une liste préliminaire de documents pertinents disponibles.

Clarifier la contribution particulière de chacun des membres de l'équipe est une opération importante car elle permettra (1) d'effectuer un partage équitable des responsabilités, (2) de réduire le champ d'investigation de chacun des membres, (3) de se rapprocher du contexte de recherche habituel, (4) de réaliser une pondération individuelle lors de l'évaluation du rapport de recherche.

Contenu et grille de validation du devis de recherche

Pour être accepté par le tuteur, le devis de recherche doit comprendre :

- une page-titre incluant les renseignements habituels
- un rappel de la problématique

- un plan de travail (table des matières provisoire du futur rapport de recherche) incluant une introduction, la présentation des différents volets abordés dans l'étude du problème et une conclusion
- une identification claire des responsabilités de chacun des membres de l'équipe
- un échéancier réaliste d'exécution du travail de recherche
- une bibliographie provisoire citant les principales références disponibles

Le tout doit être édité et présenté au tuteur dans les délais prévus.

Troisième étape : Cueillette des informations et synthèse de celles-ci

Après approbation du devis de recherche par le tuteur, la troisième étape peut commencer. On appliquera la méthode de recherche documentaire développée dans la première partie du cours à ce problème de plus grande envergure.

Des rencontres hebdomadaires avec le tuteur sont prévues (une entente avec le tuteur permettra d'en déterminer l'horaire). Ces rencontres devraient permettre notamment, de conseiller les équipes sur d'autres sources éventuelles d'information, de résoudre les difficultés passagères dans le processus de recherche, de vérifier le respect de l'échéancier prévu, de répondre à des interrogations portant sur la compréhension des textes consultés, d'arbitrer des conflits éventuels au sein de l'équipe.

Quatrième étape : Rédaction du rapport de recherche et présentation orale

Quand les différents éléments du travail de recherche sont rassemblés, il est temps de passer à la rédaction du rapport écrit et à la préparation de l'exposé oral.

1– Rapport de recherche

Comme mentionné précédemment, nous avons fait le pari d'exiger un travail de recherche en équipe tout en se gardant la possibilité d'évaluer la contribution de chacun des membres lors de la correction du rapport de recherche et de l'exposé. À cette fin, on se souvient qu'un responsable avait été désigné par l'équipe pour chaque volet de la problématique dans le devis de recherche.

Le rapport de recherche doit comprendre trois parties : deux troncs communs (introduction et conclusion) — sous la responsabilité de toute l'équipe — séparés par un corps central dont les

divisions correspondent aux différents volets de la problématique développés par chacun des membres de l'équipe. *Le tableau ci-dessous et le schéma de la page suivante illustrent cette organisation.*

Le premier tronc commun correspond à une introduction et à une présentation de la problématique étudiée. Un historique ou des données statistiques peuvent montrer l'importance de cette problématique dans la société d'aujourd'hui. Les différentes questions de recherche amenant la division du corps central du rapport y sont annoncées clairement.

Chaque membre de l'équipe développe son propre volet de la recherche et prépare illustrations, tableaux et schémas correspondants. Il doit toutefois se soucier de la cohérence avec les autres parties du rapport (même terminologie, références aux autres parties, suite logique, etc.).

Le deuxième tronc commun permet l'intégration de l'ensemble de la recherche. On doit y mettre en évidence les principaux points qui ressortent de cette étude. On doit également indiquer les perspectives d'avenir suscités par les recherches en cours et énoncer de nouvelles questions d'étude dont les réponses permettraient d'amener une meilleure compréhension du sujet.

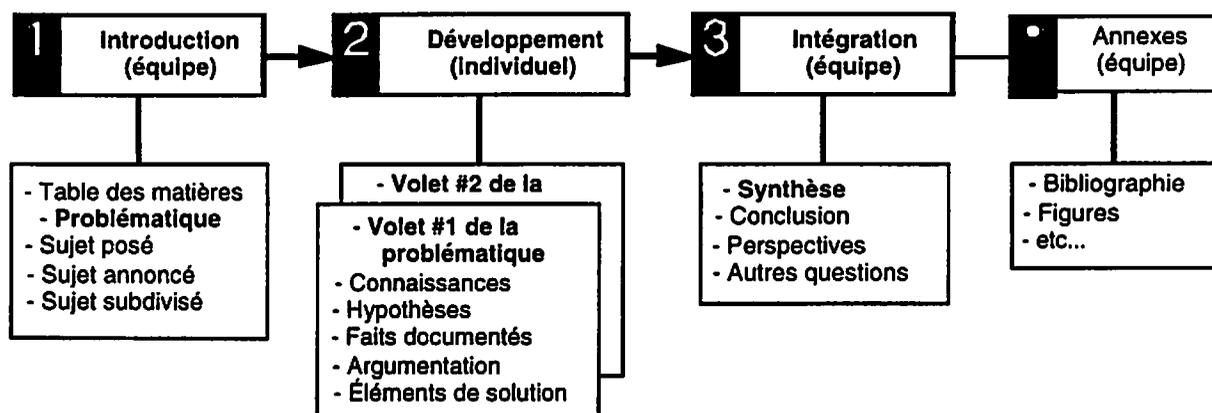
Un nombre de page minimum est exigé (20 à 30 pages selon le nombre de coéquipiers, excluant tableaux et schémas), le tout édité à l'ordinateur. On demande également le respect des droits d'auteurs, l'indication de références complètes, une bibliographie conséquente et diversifiée, incluant quelques références en langue anglaise.

Tableau montrant la division du rapport de recherche

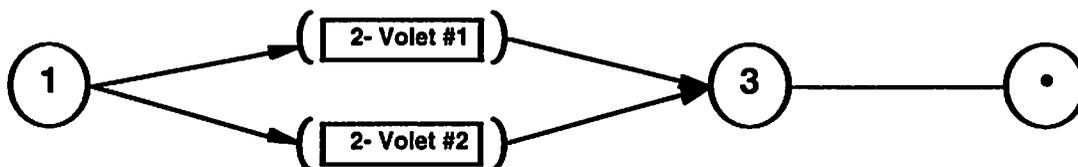
Premier tronc commun	<ul style="list-style-type: none"> • Page-titre • Table des matières • Énoncé de la problématique • Introduction tenant compte des connaissances antérieures • Sujet posé, sujet annoncé, sujet divisé
Corps central	<ul style="list-style-type: none"> • Des sections bien identifiées traitant différents volets de la problématique (chaque membre de l'équipe est responsable d'une section)
Deuxième tronc commun	<ul style="list-style-type: none"> • Intégration de l'ensemble de la recherche sous forme de texte et de schéma • Conclusion, perspectives d'avenir, questions soulevées par la recherche • Bibliographie • Annexes s'il y a lieu (tableaux, schémas, illustrations)

Rapport de recherche et exposé

Contenu



Structure



2- Exposé oral

Chaque équipe doit présenter un exposé d'environ 30 minutes résumant son travail de recherche. Tout comme pour la rédaction écrite, chaque membre de l'équipe est responsable d'une partie de l'exposé et prépare schémas, tableaux et illustrations sur acétates (leur nombre n'est pas limité).

Matériel permis :

- transparents à projeter
 - *plan* de l'exposé
 - éléments essentiels de synthèse
 - schémas, tableaux, figures
- repères sur fiches personnelles

On demande d'appliquer le même principe qu'aux exposés de la première partie du cours, à savoir offrir un support visuel constant aux explications et s'y référer durant le discours. On doit éviter la lecture de texte. Les fiches permises doivent servir uniquement de repères.

2.3.3 Discussion sur le modèle d'activité de synthèse proposé

Dans le modèle proposé, on identifie un certain nombre de pratiques pédagogiques privilégiées :

- Tutorat
- Travail en équipe
- Recherche documentaire
- Synthèse
- Schématisation
- Communication orale
- Communication écrite
- Culture scientifique
- Place des laboratoires
- Aspect multidisciplinaire

Rôle du tuteur

Dans la pédagogie par problèmes, le rôle de l'enseignant n'est plus d'*enseigner* mais de *faire apprendre* (PERRENOUD, 1995) en guidant, conseillant, dirigeant et encourageant les équipes au cours des différentes étapes. Le terme *tuteur* convient d'ailleurs mieux à cette fonction. Une telle participation est analogue à celle d'un entraîneur qui dirige, observe, corrige, intervient lorsque son aide est nécessaire, mais se retire lorsque l'élève fonctionne de façon autonome (HOWE et MÉNARD, 1993). Ceci constitue un vrai « choc culturel », tant de la part des élèves que de la part des enseignants. D'où l'importance de l'étape d'*introduction* au début du cours pour bien préciser et justifier cette pédagogie. Toutefois, même si son rôle est plus effacé, le tuteur est indispensable à l'encadrement des équipes, surtout au début. Il doit montrer une grande disponibilité sans jamais s'imposer. L'élève prend ainsi conscience qu'il est le principal responsable de ses apprentissages : premier pas vers une pleine autonomie.

Place de la recherche documentaire

On s'étonne parfois que les élèves de Sciences de la nature parviennent à la fin de leur formation collégiale sans avoir eu à effectuer de recherche bibliographique. Ceci tient au fait que les notes de cours — ou les volumes de références — ainsi que les explications des enseignants suffisent généralement pour répondre aux objectifs de chacun des cours du programme. Au moment d'entrer à l'Université, cette dépendance exclusive doit être levée en développant des stratégies de recherche d'information. Notre modèle prévoit donc un enseignement explicite de la recherche documentaire, une mise en pratique à chaque situation-problème, un élargissement de cette

recherche dans la deuxième partie du cours à d'autres bibliothèques que celle du collège, à des personnes-ressources du milieu, au réseau de communication Internet, etc.

Place du travail d'équipe

Les groupes d'élèves de Sciences de la nature se particularisent souvent par un esprit d'individualisme et de compétition. L'entraide est presque inexistante. Pourtant, la capacité de travailler en équipe fait partie des compétences à viser dans le programme (COMMISSION D'ÉVALUATION DE L'ENSEIGNEMENT COLLÉGIAL, 1995). Cette attitude réduit l'enthousiasme et prépare mal à l'insertion dans des équipes professionnelles ou sociales futures. Par ailleurs, plus de 600 études ont montré que l'apprentissage en équipes (*apprentissage coopératif*) améliore le rendement de l'apprenant; il encourage également la collaboration entre élèves en plus de favoriser leur développement affectif, cognitif et social (CAILLÉ, 1996). À l'université comme sur le marché du travail, il est de plus en plus nécessaire de fonctionner en équipe. Les subventions de recherche sont accordées beaucoup plus fréquemment aux équipes de chercheurs qu'aux individus isolés. Le traitement de problèmes complexes exige le plus souvent la collaboration d'individus formés dans différents champs de compétence. Finalement, une équipe peut réaliser des travaux d'envergure que des individus isolés seraient incapables de mener à bien.

Pourtant, tout le monde a connu un jour ou l'autre une expérience décevante de travail d'équipe. L'irresponsabilité de certains, le partage inégal des tâches, le manque de motivation de quelques-uns, les conflits de personnalité, le manque de communication ou la compétition entre les individus peuvent en être responsables.

C'est pourquoi un accent tout particulier est accordé dans ce modèle au véritable travail d'équipe. Des règles et des attitudes précises sont enseignées explicitement pour rendre ce travail d'équipe efficace et agréable. En suivant ces quelques règles de conduite simples, le travail en équipe peut non seulement faciliter le travail à exécuter, mais également devenir une expérience humaine enrichissante. Une partie de l'évaluation lui est d'ailleurs réservée.

Trois fonctions particulières sont assumées à tour de rôle par les membres de l'équipe : *animateur*, *secrétaire* et *porte-parole*. Des tâches précises sont rattachées à chacune de ces fonctions. Ces mesures ont pour but de responsabiliser chacun des membres envers son équipe. Le tableau de la page suivante décrit les responsabilités associées à chacune des fonctions.

FONCTION	RESPONSABILITÉS
ANIMATEUR	<ul style="list-style-type: none"> • Propose un ordre du jour à chaque réunion • Gère le temps durant les réunions, de façon à réaliser toutes les étapes dans le temps alloué • Orchestre la discussion sans monopoliser la parole • S'assure de la participation de tous les membres de l'équipe aux discussions • S'assure du bon avancement du travail à toutes les étapes • Convoque des réunions supplémentaires, s'il y a lieu • Vérifie la bonne répartition des tâches entre les membres de l'équipe
SECRÉTAIRE	<ul style="list-style-type: none"> • Étape 1 : Rédige un compte rendu préliminaire à partir des éléments d'analyse qui font consensus au sein de l'équipe • Photocopie le compte rendu préliminaire et le distribue aux autres membres de l'équipe • Étape 3A : Rédige le compte rendu final à partir des notes prises durant cette étape. Il s'assure d'avoir en main tous les éléments nécessaires à cette rédaction avant la fin de la réunion • Fait des photocopies du compte rendu final, et en remet un exemplaire au tuteur au début de l'étape 3B
PORTE-PAROLE	<ul style="list-style-type: none"> • Communique avec le tuteur, au nom de son équipe, lors de problèmes particuliers • Présente le compte rendu devant la classe (étape 3B)

Place de la synthèse

En sciences, dans la pédagogie traditionnelle, on a souvent à faire des analyses, mais rarement des synthèses. Les enseignants se chargent le plus souvent de cette étape dans la présentation de la matière enseignée. Dans la pédagogie par situations-problèmes, au contraire, les élèves doivent démontrer des capacités de synthèse, de réflexion et de questionnement (BÉDARD, 1996). L'APP les amène à lire beaucoup plus. À partir des informations, parfois contradictoires, puisées à différentes sources au moment de leurs recherches documentaires, les élèves doivent trier l'essentiel de l'accessoire, résumer, synthétiser.

Place de la communication orale

Dans la pédagogie traditionnelle centrée sur la transmission des savoirs, le contrat de l'élève est d'écouter, de tenter de comprendre, de faire ses exercices et de restituer ses acquis au moment

d'examens écrits (PERRENOUD, 1995). Les élèves n'ont donc pas souvent l'occasion d'exposer oralement leur compréhension de la matière, d'argumenter et de défendre leurs idées sur des thèmes scientifiques, ce qui explique souvent leurs difficultés à communiquer oralement devant un groupe. Dans la pédagogie de situations-problèmes au contraire, le rôle de l'élève est de s'engager et de participer à l'effort collectif. Cette coopération ne peut se faire sans communication. Dans notre modèle, les échanges se font d'abord en petites équipes, où chacun s'exprimera tout naturellement, même les plus timides. À la fin de chaque situation-problème, le porte-parole (fonction occupée au moins une fois par chaque participant) aura ensuite pour tâche d'exposer la compréhension de l'équipe sur le problème à toute la classe. Plus tard, à la fin du travail de recherche, un exposé d'environ 30 minutes finalisera le semestre. Ces communications amènent les élèves à clarifier leur compréhension du sujet présenté.

Place de la communication écrite

L'écriture doit être considérée comme un élément essentiel de l'enseignement scientifique (ALLÈGRE, 1995). On ne peut se satisfaire uniquement de réponses abrégées et schématiques. Trop d'élèves en sciences ont des difficultés à argumenter de façon logique, complète et détaillée sur un thème scientifique donné. Pour leur donner l'occasion de s'exercer, notre modèle comprend plusieurs communications écrites de type explicatif : compte rendu préliminaire et compte rendu final d'équipe, journal de bord individuel, rapport de recherche rédigé selon des normes établies.

Place de la schématisation

Dans un cours de synthèse, il est utile de proposer des activités qui ont explicitement pour visée l'intégration des apprentissages, comme les *schémas de concepts* (LALIBERTÉ, 1994). Ces représentations permettent de structurer les connaissances, d'établir des liens entre les concepts, de les hiérarchiser. Dans le modèle proposé, chaque situation-problème donne lieu à la construction de plusieurs schémas : (1) un *schéma provisoire* élaboré par chacune des équipes à la fin de la première étape (apparaissant dans le compte rendu préliminaire); (2) un *schéma-synthèse* illustrant la synthèse de la recherche effectuée individuellement dans chaque journal de bord; (3) un *schéma intégrateur* résumant la compréhension globale de l'équipe sur la situation-problème (apparaissant dans le compte rendu final). Au moment de l'exposé oral (étape 3B), ce schéma intégrateur sert de base aux explications données par le porte-parole. Finalement, lors de la mise au point par le tuteur (étape 3C), celui-ci se servira de différents schémas pour résumer ses propos. Des conseils seront prodigués tout au long du semestre afin d'améliorer la qualité des schémas présentés. De même, à la fin du semestre, pour l'exposé oral rattaché au travail de recherche, les élèves doivent appuyer leurs explications sur différents schémas, tableaux et figures.

Pourquoi insister sur la schématisation? La schématisation est un outil de représentation et de structuration des connaissances :

- qui oblige à effectuer une construction personnelle, une vue d'ensemble du problème (identifier, mettre en ordre, relier les concepts)

- qui facilite la structuration des connaissances, leur mémorisation à long terme et leur réutilisation dans d'autres contextes (transferts)
- qui facilite la tenue des exposés

Aspect multidisciplinaire

Le cloisonnement disciplinaire, si hermétique en sciences, est à l'origine des difficultés de transferts, des apprentissages par tiroirs remarquables chez les élèves. Notre activité de synthèse est une bonne occasion de décroisonnement puisque le traitement d'une situation-problème n'alimente pas qu'un seul apprentissage et qu'une seule discipline (PERRENOUD, 1995). On demande aux élèves de travailler les situations-problèmes proposées — ainsi que la problématique choisie pour le travail de recherche — sous au moins deux facettes disciplinaires. chimie et biologie dans le profil des *Sciences santé et de la vie*, physique et mathématiques pour le profil *Sciences pures et appliquées*. Plusieurs disciplines de formation générale sont également indirectement impliquées (français : par l'accent mis sur la communication et l'écriture, le respect de normes rédactionnelles, etc.; anglais : par l'utilisation de références en langue anglaise dans leurs recherches; informatique : par l'utilisation de l'outil informatique pour les rédactions, des technologies de l'information pour les recherches; philosophie : par l'importance accordée à la logique des argumentations). Cette dimension multidisciplinaire a pour corollaire la nécessité d'une collaboration étroite entre des représentants de différentes disciplines, particulièrement entre les tuteurs des deux disciplines scientifiques ciblées par le profil de sortie.

Partie I : Pratique de l'APP

- Choix des situations-problèmes
- Traitement des situations-problèmes sous au moins deux facettes disciplinaires (chimie et biologie —> profil Sciences santé et de la vie physique et mathématiques —> Sciences pures)

Partie II : Travail de recherche (ÉSP)

- Choix des problématiques
- Traitement de la problématique sous ses deux facettes disciplinaires scientifiques +
 - qualité du langage parlé et écrit, structuration du texte et respect des normes rédactionnelles (français)
 - logique de l'argumentation (philosophie)
 - utilisation de références en langue anglaise (anglais)
 - utilisation de l'outil informatique pour la rédaction et la recherche documentaire
 - débouché possible sur une implication sociale, éthique ou économique de la problématique

Place de la culture scientifique

Plusieurs pédagogues pensent que l'enseignement des sciences devrait comporter davantage d'éléments de culture scientifique (ALLÈGRE, 1995). Afin de favoriser cette démarche, nous demandons à nos élèves d'inclure explicitement dans leurs travaux de recherche (journaux de bord, rapport de recherche) des informations de cette nature tirées de leurs lectures.

Place de l'évaluation formative

Notre modèle a, avant tout, un aspect formateur. Pour rassurer les élèves et leur donner l'occasion de *se pratiquer*, tous les éléments d'évaluation rattachés à la *première* situation-problème (comptes rendus, exposés, journal de bord, évaluation du travail d'équipe) sont corrigés de façon formative. De plus, les interventions du tuteur auprès des équipes, tout au long du semestre, visent essentiellement la *formation*.

Place des laboratoires

Plusieurs recherches ont démontré qu'une méthode d'enseignement favorisant la manipulation concrète et l'expérimentation de l'élève donne de meilleurs résultats que les seuls exposés des enseignants (CAILLÉ, 1996). Il nous a donc paru tout naturel d'appuyer par des expériences de laboratoire les concepts sous-jacents aux situations-problèmes étudiées. Dans notre modèle, une séance de laboratoire est associée à chaque situation-problème traitée durant la période de pratique de l'APP. Les manipulations se font par équipe, mais les résultats de toute la classe sont ensuite mis en commun pour interprétation. Des questions d'auto-évaluation sont incluses dans les protocoles pour faciliter l'intégration.

Phase I :
Intégration d'une activité de synthèse
en fin de programme

SECTION 3 :
Mise à l'épreuve du
modèle

1. Décrivez les conditions de la réaction de synthèse de l'acide acétique.

2. Écrivez l'équation chimique de la réaction de synthèse de l'acide acétique.

3. Expliquez le rôle de l'acide sulfurique dans la réaction de synthèse de l'acide acétique.

L'introduction d'un cours appelé *Activité de synthèse* dans le programme n'était pas sans créer des modifications importantes sur les contenus de cours et possiblement sur la répartition des ressources entre les disciplines. Deux principes furent établis au niveau de la Table programme pour l'introduction de ce cours : les ressources départementales devaient être préservées et les cours identifiés pour l'activité de synthèse ne devaient pas être des cours servant de seuil d'accueil universitaire. Il revenait alors à chacune des disciplines concernées par les cours choisis d'établir les contenus à intégrer dans ce cours. Finalement cette mise à l'épreuve du modèle proposé devait se faire dans un cadre qui s'approche le plus possible du contexte habituel de l'enseignement régulier : groupes formés selon les processus habituels, pas de contraintes d'horaires particulières et, surtout, présence en classe d'un seul enseignant ou enseignante, même si les contenus touchent deux disciplines.

3.1 CADRE D'EXPÉRIMENTATION

Dans le cadre de cette expérimentation, nous présentons tout d'abord la manière dont nous avons procédé pour introduire un cours *Activité de synthèse* dans le programme de Sciences de la nature à l'hiver 96. Ensuite, nous évoquerons les contenus disciplinaires retenus par les deux disciplines, les détails relatifs à l'inscription des élèves et des précisions sur la clientèle inscrite dans ce cours.

Identification des cours pour l'activité de synthèse

La clientèle visée par cette mise à l'épreuve du modèle est celle des élèves désirant s'inscrire à l'université dans les domaines des sciences de la santé et de la vie (filière CHIMIE-BIOLOGIE). Comme le programme actuel ne laisse aucune place à un cours supplémentaire, il s'agissait de cibler les cours de la banque de cours au choix (un de chimie et un de biologie) pouvant être remplacés par l'*Activité de synthèse*. Selon la grille des cours du programme au Cégep de Rimouski, ces élèves doivent choisir, au quatrième semestre, deux cours dans cette banque. Compte tenu de leur orientation universitaire, ils prennent évidemment le cours de Biologie générale II (101-401-78), qui est un seuil d'accueil universitaire, et un deuxième cours — soit le cours de Chimie organique II (202-302-75), soit celui de Biologie humaine (101-160-78). C'est la raison pour laquelle ces deux derniers cours furent ciblés pour une substitution par l'*Activité de synthèse*.

Contenus disciplinaires

Bien entendu, un travail sur la définition des contenus essentiels pour ce nouveau cours devait être fait par les deux départements concernés. Vu l'aspect multidisciplinaire de ce cours, il était naturel de privilégier des *notions de biochimie*. Le département de Biologie décida de faire un réarrangement de ses contenus du cours de Biologie générale 401, de façon à transférer certaines notions dans l'*Activité de synthèse*.

Voici les contenus retenus par la Biologie pour l'*Activité de synthèse*.

- enzymes et activité enzymatique;
- respiration cellulaire, fermentation et bassin métabolique;
- photosynthèse.

Le département de Chimie identifia les contenus suivants :

- glucides : classification, structure linéaire et cyclique, isomères, les disaccharides et polysaccharides;
- lipides : classification, triglycérides, saponification, hydrogénation, phospholipides, cholestérol;
- protéines et enzymes : caractère acido-basique, sel interne, isomérisation optique, classification des acides aminés, niveaux d'organisation des protéines;
- acides nucléiques : structure de l'ARN, ADN, ATP et ADP (lien avec l'énergie cellulaire).

Inscription des élèves

Comment les élèves pouvaient-ils s'inscrire à ce cours *Activité de synthèse* puisqu'il n'avait pas d'existence officielle, c'est-à-dire pas de numéro propre? Cette difficulté fut contournée en demandant aux élèves de s'inscrire comme ils l'auraient fait normalement selon leurs goûts et leur intérêt, soit au cours de chimie organique, soit au cours de biologie. Bien évidemment, les élèves devaient être informés de ces modalités ainsi que des grandes orientations de ce nouveau cours avant l'inscription. Dans ce but, des rencontres d'information ont été organisées avec chacun des groupes d'élèves de chimie organique I, à l'automne 95. L'équipe de tuteur (Réal Cantin—chimie et Denise Lacasse—biologie) s'est chargée de ces rencontres.

Clientèle

Ces modalités ont permis de préserver les ressources départementales. En effet, comme dans les années antérieures, la clientèle s'est répartie en deux groupes de biologie et un groupe de chimie. C'est donc avec cette clientèle que le modèle développé fut mis à l'épreuve.

Tableau montrant la clientèle prévue et réelle

Clientèle	Biologie	Chimie	Total
prévue	40	20	60
inscrite au 20 janvier 1996	55	16	71
réelle au 15 février 1996	53	16	69

En tout début d'expérimentation, nous nous sommes intéressés aux futures orientations universitaires de ces élèves. Cette information fut obtenue élèves eux-mêmes, en tout début de semestre. Le tableau suivant donne l'image des réponses obtenues.

Tableau montrant les orientations universitaires

Orientation choisie	Biologie Groupe 101	Biologie Groupe 100	Chimie Groupe 100	TOTAL	%
Santé*	8	17	7	32	46
Biologie**	5	8	2	15	21
Biochimie	0	2	2	4	6
Agronomie	2	1		3	4
Chimie	0	0	4	4	6
Autres sciences***	5	0	1	6	9
Hors sciences	0	1		1	1
Indécis	4	1		5	7
TOTAL	24	30	16	70	100,0

* Santé : Médecine, Médecine vétérinaire, Pharmacie, Optométrie, Chiropractie, Orthophonie, Physiothérapie, Ergothérapie, Biologie médicale

** Biologie : Biologie, Microbiologie, Biologie marine, Biotechnologie

*** Autres Sciences : Informatique, Mathématiques, Enseignement des Sciences

Commentaires et orientations

En analysant le tableau montrant la clientèle prévue et réelle, il est permis d'affirmer que la méthodologie particulière de ce cours n'a pas eu d'influence significative sur les retraits de cours. En effet, seulement deux élèves se sont retirés. On peut également supposer que l'information donnée aux élèves au semestre précédent, avant l'inscription, était claire et pertinente.

Le tableau sur les orientations universitaires montre, comme prévu, que les élèves inscrits à cette activité s'orientent majoritairement vers des domaines de la santé ou vers des domaines connexes. Évidemment, nous retrouvons aussi quelques élèves dont l'orientation est encore incertaine, mais ceux-ci n'ont pas manifesté de réticence à suivre l'activité.

3.2 ÉLABORATION DES SITUATIONS-PROBLÈMES

Après la mise au point du modèle, une tâche très importante de la préparation de cette activité consistait à élaborer des situations-problèmes riches, stimulantes, respectant les règles de l'APP et permettant de couvrir les contenus identifiés par chacune des disciplines. Cela soulevait la question suivante : comment procéder pour bâtir ces situations-problèmes? Nous avons reçu peu de directives sur le sujet et la presque totalité de ceux et celles qui travaillent par APP dans leurs cours sont très avares d'exemples. Il fallait donc procéder par essais et erreurs et nous en sommes arrivés aux grandes étapes suivantes dans l'élaboration de situations-problèmes :

- 1° *Identifier les objectifs d'apprentissage visés par les contenus disciplinaires*
- 2° *Identifier un contexte, un thème d'application des contenus visés et rédiger une ébauche d'énoncé*
- 3° *Faire un traitement de la situation-problème en équipe de tuteurs*
 - identifier les documents disponibles et accessibles aux élèves, les ouvrages de référence pour les enseignantes et enseignants et les ouvrages complémentaires au sujet
 - analyser chacune des références identifiées
 - rédiger un compte rendu de l'analyse, en faire un résumé
 - identifier des «effets de bord» : branches collatérales, éléments de culture scientifique, questions soulevées et restées sans réponses, etc.
 - produire un schéma intégrateur du traitement proposé par les tuteurs
- 4° *Définir le degré de traitement attendu par les élèves*
 - identifier les contenus essentiels à rendre compte dans le traitement
 - définir les éléments complémentaires pour un traitement ouvert
- 5° *Rédiger la version définitive de l'énoncé de la situation-problème*
 - mettre en contexte : intégrer la situation à un scénario plausible
 - fournir des indices pour : évoquer les connaissances antérieures nécessaires, orienter vers les nouvelles connaissances à acquérir, indiquer clairement ce qui est attendu des élèves

En suivant ce processus, l'équipe de recherche a bâti les trois situations-problèmes utilisées dans la première partie du cours. Référez à l'**annexe III** pour l'énoncé de chacune de celles-ci.

Commentaires et orientations

Après avoir défini une situation-problème propice aux objectifs poursuivis, il est important de traiter celle-ci en équipe de tuteur avant de la proposer aux élèves. Cette précaution permet de répondre aux questions suivantes :

- La documentation est-elle disponible en bibliothèque sur les divers aspects du problème?
- Les volumes de référence entre les mains des élèves couvrent-ils les contenus disciplinaires essentiels identifiés?
- Des références complémentaires sont-elles disponibles pour assurer aux plus curieux les sources minimales d'information?
- Le système de consultation en bibliothèque permet-il de trouver facilement les références adéquates?

L'équipe de tuteurs a donc effectué le traitement complet de la situation-problème comme si nous étions des élèves : recherche documentaire la plus complète possible, synthèse des lectures, construction de schémas intégrateurs. Ce traitement a permis de vérifier la disponibilité des sources d'information, de constater les difficultés possibles, de valider l'ensemble de la situation-problème et, bien sûr, de permettre aux tuteurs de préparer le plus justement possible leur mise au point à l'étape 3C. Ce travail nous semble essentiel si nous voulons vérifier la faisabilité du traitement de la situation-problème et permettre aux tuteurs de connaître à l'avance les difficultés possibles.

3.3 PLANIFICATION DU SEMESTRE

Les deux cours identifiés pour cette activité étaient de pondération 3-2 (3 périodes de théorie et 2 périodes de laboratoire hebdomadaires). Nous avons demandé comme contrainte au Service de l'organisation de l'enseignement de répartir ces rencontres dans l'horaire des élèves en deux blocs de cours, séparés par un intervalle d'au moins 48 heures, de façon à permettre aux élèves d'effectuer les recherches nécessaires.

Afin d'assurer une bonne planification du cours, un semainier fut présenté aux élèves en début de semestre. Celui-ci précisait les dates des différentes étapes de chacune des situations-problèmes, des laboratoires prévus, de l'examen de mi-session, etc. Pour plus de détails, voir l'annexe II.

Commentaires et orientations

Il est apparu très tôt dans le semestre qu'il est indispensable d'allouer une semaine complète entre l'étape 1 et l'étape 3A dans l'APP (période de recherche documentaire). L'usage du semainier fut très utile aux élèves pour planifier leur travail. Le déroulement proposé fut respecté à peu de chose près. Toutefois, quelques élèves ont fait la remarque que deux semaines par situation-problème, c'était court compte tenu des travaux exigés parallèlement dans les autres cours.

3.4 MATÉRIEL PÉDAGOGIQUE

Les élèves pouvaient utiliser pour cette activité tous leurs volumes des cours antérieurs, principalement de celui utilisé en chimie organique I (202-202) et celui des cours de biologie générale 301 et 401. Par exemple :

- HUOT, Richard et Gérard-Yvon ROY, *Chimie organique, Notions fondamentales*, L'Ancienne-Lorette, Les Éditions Carcajou, 1994
- HART, Harold et Jean-Marie CONIA, *Introduction à la chimie organique*, Paris, InterÉditions, 1987
- CAMPBELL, (traduction Mathieu), *Biologie*, ERPI, Montréal, 1995
- MADER, *Biologie : Évolution, diversité et environnement*, Éditions du Trécarré, Repentigny, 1988

De plus, les élèves devaient se procurer le *Guide de l'élève de l'Activité de synthèse*. Ce guide, élaboré par l'équipe de recherche, permettait une présentation plus complète de la méthodologie utilisée pendant le cours et sa justification dans un contexte de formation. D'autres documents jugés essentiels à la démarche faisaient également partie du guide. La table des matières du guide ci-après permet de les identifier.

Table des matières du *Guide de l'élève*

Présentation générale

Première partie : Étude de situations-problèmes par la méthode APP

DOCUMENT N° 1 : Description de la méthode APP adaptée

DOCUMENT N° 2 : Protocole de recherche documentaire

DOCUMENT N° 3 : Schématisation de concepts

DOCUMENT N° 4 : Pour un travail d'équipe efficace

DOCUMENT N° 5 : Étapes de l'étude d'une situation-problème

DOCUMENT N° 6 : Comptes rendus et journal de bord

DOCUMENT N° 7 : Évaluation de la première partie du cours

DOCUMENT N° 8 : Initiation à la méthode à l'aide d'un exemple

Deuxième partie : Travail de recherche autour d'une problématique

DOCUMENT N° 9 : Travail de recherche

Bibliographie

Annexe : Thèmes possibles pour le travail de recherche

Commentaires et orientations

La pertinence du *Guide de l'élève*² ne fait pas de doute, car il lui fournit presque toutes les réponses aux questions qu'il pourrait se poser en cours de route. De plus, les gabarits des

² Une copie magnétique du *Guide de l'élève* est disponible sur demande auprès du Service de recherche et perfectionnement du Cégep de Rimouski.

comptes rendus préliminaire et final, de même que l'exemple de situation-problème traitée l'orientent dans les travaux qu'il a à effectuer. Nous croyons qu'un document de ce genre est essentiel à la bonne marche d'un tel cours; étant donné qu'il s'agit d'un premier contact avec la méthodologie APP, l'élève a besoin de normes et de directives auxquelles se référer.

3.5 PRATIQUE DE L'APP

Le tableau suivant donne une vue d'ensemble de la première partie du semestre, c'est-à-dire la pratique de l'APP. On y retrouve les principaux éléments de contenus des situations-problèmes et des laboratoires. Par la suite, nous élaborerons davantage sur les objectifs visés par ces situations d'apprentissage et sur le vécu.

Tableau du déroulement de l'APP

Situations-problèmes	Laboratoires
<p>1– Familiarisation avec les structures organiques présentes chez les êtres vivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • niveaux d'organisation des protéines • lien entre la structure et ses fonctions • importance des liens hydrogène 	<p>1– Macromolécules :</p> <p>Construction (modèles moléculaires) et visualisation (<i>Molécules- 3D</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> • acides aminés et protéines • glucides • lipides • acides nucléiques
<p>2– Respiration cellulaire</p> <ul style="list-style-type: none"> • étapes • bilan énergétique • nutriments énergétiques • fermentation 	<p>2– Activité enzymatique</p> <ul style="list-style-type: none"> • inhibition enzymatique • influence sur l'activité enzymatique : <ul style="list-style-type: none"> – de la concentration – du pH – de la température
<p>3– Photosynthèse</p> <ul style="list-style-type: none"> • processus de fixation de la lumière • étapes • influence des paramètres suivants : <ul style="list-style-type: none"> – quantité et qualité de la lumière – température – humidité – CO₂ 	<p>3-Pigments chlorophylliens</p> <ul style="list-style-type: none"> • séparation • spectre d'absorption

3.5.1 Situations-problèmes

Comme mentionné précédemment, chaque situation-problème devait permettre l'atteinte d'objectifs d'apprentissage. Il faut toutefois noter que les élèves ne disposaient en classe que de l'énoncé de la situation-problème. Les objectifs d'apprentissage qui suivent ne leur étaient remis qu'à la fin de la mise au point par le tuteur (Étape 3C). Référez à l'annexe II pour les énoncés.

Objectifs disciplinaires de la première situation-problème

- 1– Montrer l'organisation des protéines au niveau de la structure primaire, secondaire, tertiaire et quaternaire.
- 2– Expliquer pourquoi la séquence exacte des acides aminés dans une chaîne polypeptidique a une très forte influence sur le rôle particulier de cette protéine dans l'organisme.
- 3– Expliquer la *dénaturation* des protéines — modifications structurales, facteurs qui la provoquent, effet sur la fonction de la protéine —, et comparer avec l'action *digestive* des enzymes protéolytiques.
- 4– Distinguer *protéines globulaires* et *protéines fibreuses* du point de vue de la structure et des fonctions.

Objectifs disciplinaires de la deuxième situation-problème

- 1– Décrire les principales étapes de la *respiration cellulaire* (à partir du glucose).
- 2– Faire le bilan énergétique à la fin de chaque étape (glycolyse, cycle de Krebs, chaîne respiratoire).
- 3– Situer ces différentes étapes dans la cellule.
- 4– Préciser le rôle de l'oxygène.
- 5– Décrire une voie palliative provisoire que peuvent emprunter certaines de nos cellules en cas de manque d'oxygène (exercice intensif, asphyxie, etc.). Faire le bilan énergétique.
- 6– Montrer comment les *triglycérides* et les *acides aminés* peuvent également servir de nutriments énergétiques.

Objectifs disciplinaires de la troisième situation-problème

- 1– Décrire les principales étapes de la *photosynthèse* et les situer dans le chloroplaste.
- 2– Expliquer le processus de fixation de l'énergie lumineuse et sa conversion en énergie chimique pour la synthèse de sucres.
- 3– Expliquer l'influence des paramètres suivants sur l'intensité de la photosynthèse :
 - a) quantité et qualité de la lumière
 - b) température ambiante
 - c) humidité
 - d) concentration en CO₂ de l'air ambiant

Commentaires et orientations

Il faut d'abord préciser que le nombre de situations-problèmes proposées a été déterminé par les contraintes de temps. Puisqu'il faut allouer au moins une semaine pour la recherche documentaire, une situation-problème doit forcément s'étaler sur deux semaines minimum. De plus, compte tenu des semaines réservées à la deuxième partie du cours (le travail de recherche), il est difficile d'imaginer traiter plus de trois situations-problèmes dans la partie de l'APP.

Les énoncés des situations-problèmes proposées ne sont que des exemples possibles. On pourrait imaginer plusieurs autres situations convenant aux objectifs d'apprentissage visés. Toutefois, il est important que les situations présentées soient riches et motivantes pour les élèves. Les orientations universitaires choisies par la majorité d'entre eux peuvent donner une indication du type de situation qu'ils apprécient.

Par ailleurs, il semble nécessaire que la première situation-problème fasse référence à des contenus assez larges, de façon à forcer une bonne initiation à la recherche documentaire. En d'autres mots, il faut penser à une situation dont le traitement exige la recherche dans des volumes autres que les références qu'ils ont en main.

Durant cette expérimentation, nous avons utilisé les mêmes problèmes pour les trois groupes d'élèves. Ceci ne fut pas sans créer des difficultés au niveau de la recherche documentaire, même si des consignes avaient été données aux élèves de ne pas sortir les documents de la bibliothèque. Plusieurs élèves nous ont fait la remarque d'avoir dû retrouver plusieurs fois à la bibliothèque avant de mettre la main sur les références convoitées. Comme palliatif, nous prévoyons à l'avenir proposer, si possible, des situations-problèmes différentes pour chacun des groupes, tout en conservant les mêmes objectifs d'apprentissage. La mise en réserve des volumes les plus recherchés pourraient également être une solution. Ceci devrait permettre de réduire les conflits d'utilisation des mêmes sources documentaires et d'assurer un intérêt plus grand pour les élèves des groupes qui reçoivent plus tardivement dans la semaine l'énoncé de la situation-problème.

D'autres considérations peuvent être faites sur différents aspects du déroulement de l'APP :

Adaptation à la méthodologie APP

Il est nécessaire de préciser que le « choc culturel » prévu est bien réel. Les élèves, n'étant pas familiers avec cette méthode pédagogique, prennent un certain temps à s'y retrouver et à s'y adapter. Ainsi, à la première situation-problème, les élèves sont un peu désorientés, ils se cherchent, si bien que l'étape 1 peut occuper entièrement le bloc de trois périodes de cours. À la deuxième, ils la font en moins de deux périodes et à la troisième en moins de temps encore. Au fur et à mesure du déroulement, ils s'approprient la méthode rapidement, prennent confiance en eux-mêmes et améliorent leur efficacité dans le travail d'équipe. Nous pouvons affirmer qu'après ces trois situations-problèmes, les élèves maîtrisent bien le processus et sont en mesure de l'utiliser dans la deuxième partie du cours.

Subdivision du bloc de 3 périodes

Comme suggéré dans la section précédente, il peut être avantageux de subdiviser le groupe lors des *étapes 1 et 3A*, si celui-ci est trop nombreux (30 élèves et plus). Cette subdivision est possible, surtout à partir du problème 2, et pourrait permettre au tuteur de mieux jouer son rôle en étant plus disponible à chaque équipe. Cependant, cette subdivision empêche les élèves du deuxième sous-groupe de disposer d'une partie du bloc de 3 périodes pour débiter leur recherche. C'est la raison pour laquelle aucune subdivision de groupe n'a été faite, à la demande des élèves, durant l'expérimentation.

Formation des équipes, taille et répartition des tâches

La formation des équipes par affinité doit être privilégiée, car elle conduit au regroupement d'élèves ayant des goûts semblables, des méthodes de travail comparables et souvent un désir de réussir qui se complète. Bien des conflits sont ainsi évités.

La décision de former des équipes de trois élèves s'est avéré un choix fructueux. Trois semble être un nombre magique : chaque membre a ainsi une tâche particulière et occupe à tour de rôle les trois fonctions définies (voir section 2.3.3), puisqu'il y a trois problèmes. Ce nombre permet également un approfondissement plus marqué des sujets d'étude et une meilleure répartition des tâches. Les quelques équipes de deux et de quatre que nous avons eu (le groupe n'est pas toujours divisible par trois) ont été moins performantes. L'équipe de quatre nous semble peu appropriée car elle fragmente trop la recherche documentaire, laissant moins de travail à chacun des membres, ce qui implique que chacun a une compréhension très parcellaire du problème. De plus, à chaque situation-problème, un élève se retrouve sans tâche spécifique. L'équipe de deux, quant à elle, semble plus acceptable, mais elle exige beaucoup de travail de chacun des membres. Elle est également moins dynamique. Il faut donc privilégier les équipes de trois et, au besoin, des équipes de deux, lorsque le groupe n'est pas divisible par trois.

Un autre point à souligner se situe au niveau de la répartition des tâches entre les membres de l'équipe. Nous jugeons essentiel que chacun des membres prennent en charge les sujets d'études clés de la situation (comme le processus de la respiration cellulaire pour le problème 2, par exemple), et qu'ils se partagent les concepts complémentaires. De cette façon, chacun sera mieux préparé à l'étape d'approfondissement (étape 4) en vue de l'examen de mi-session.

Utilisation du dictionnaire comme seul document de référence à l'étape 1

Pour le bon déroulement de l'étape 1, il est primordial de n'autoriser comme outils de référence que le dictionnaire (définition de termes nouveaux) et le *Guide de l'élève* (pour la démarche à suivre). En effet, les élèves doivent absolument mobiliser leurs connaissances antérieures et utiliser leur jugement pour définir le problème, en faire l'analyse et monter un plan de recherche avant d'entreprendre l'étape 2. Quand ils disposent de leurs volumes, ils ont tendance à vouloir démarrer immédiatement leur recherche tout azimut, si bien qu'ils n'avancent pas.

Le rôle du tuteur est très effacé à cette étape. Il répond à quelques questions d'éclaircissement et s'assure que les équipes se conforment à la marche à suivre.

Tenue du Journal de bord

Il est nécessaire que les élèves apprennent à tenir un Journal de bord comme outil de référence et de collecte de données. Ce journal habitue les élèves à être systématique et ordonné, condition préalable à une synthèse efficace des informations tirées de la recherche. C'est également un outil d'évaluation précieux pour le tuteur, car il lui permet de vérifier la qualité du travail de recherche accompli par chacun. Le journal doit être complété obligatoirement pour l'étape de mise en commun de l'équipe (étape 3A). Sa correction immédiatement, à la fin du traitement de chaque situation-problème, est à conseiller pour forcer le respect des délais fixés et donner des conseils utiles pour le traitement des problèmes suivants.

Étape d'intégration (étape 3A)

À l'étape 3A, celle de la mise en commun des informations après la recherche documentaire, le rôle du tuteur est d'offrir un support à la compréhension des phénomènes et des concepts en jeu auprès de chaque équipe. Il n'a pas à expliquer l'ensemble, «à donner un cours», mais il doit répondre aux questions d'éclaircissement, donner des pistes de compréhension, expliquer les concepts les plus ardues. Son rôle est très important à cette étape, car sa participation active au travail des élèves va améliorer leur compréhension globale du problème, ce qui les aidera à la rédaction de leur compte rendu et à la conception de leur schéma intégrateur. Étant donné le travail déjà effectué par les élèves, ces explications sont très efficaces.

Exposés oraux et schématisation (étape 3B)

Au moment des exposés oraux (étape 3B), le porte-parole de chacune des équipes doit présenter à tout le groupe, à l'aide de schémas, le traitement de la situation-problème que l'équipe a fait. Il est important de n'autoriser comme outil de référence, à cette étape, que les schémas qu'il a préparés sur acétates. Ceci afin d'éviter que, par manque de confiance en lui-même, il ne fasse une simple lecture du texte du compte rendu final.

Au fur et à mesure du déroulement du semestre, nous avons constaté une nette amélioration de la qualité des schémas produits et noté un rapport direct entre la qualité du schéma et la qualité de l'exposé. Toutefois, lors des premiers exposés, les élèves sont souvent peu enclins à vraiment exploiter pleinement ceux-ci. Un travail de sensibilisation doit être fait par le tuteur sur la construction et l'utilisation des schémas.

Mise au point par le tuteur (étape 3C)

La mise au point du tuteur (étape 3C) est importante, surtout au début, afin de rassurer les élèves et corriger les erreurs et les lacunes dans leur traitement et leur compréhension des concepts sous-jacents aux situations-problèmes. Toutefois, au fur et à mesure du déroulement du semestre, l'importance de la mise au point va décroissante. En effet, les élèves, ayant davantage compris la méthodologie, travaillent beaucoup mieux, et deviennent plus autonomes dans leur apprentissage. Il est bon de remarquer qu'à la troisième situation-problème, portant sur la photosynthèse — concept pourtant très complexe —, les tuteurs ont eu très peu d'explications à

donner dans leur mise au point, car la description et les explications données lors des exposés oraux des porte-parole étaient quasiment complètes.

Comptes rendus

L'idée des comptes rendus est à retenir, car ils ont l'avantage de favoriser la mise en commun des informations tirées de la recherche effectuée par chacun des membres de l'équipe. Il faut limiter le texte explicatif à une ou deux pages pour forcer la synthèse. Il est également important de demander aux élèves de bien situer ce texte dans le contexte de l'énoncé de la situation-problème, afin que le traitement présenté fasse bien référence au problème décrit. Pour le tuteur, les comptes rendus sont très utiles pour évaluer le niveau de compréhension atteint par l'équipe.

3.5.2 Laboratoires

Au début de la recherche, la place des laboratoires n'était pas évidente dans ce cours. La fixation se faisait surtout sur la méthodologie de l'APP et sur les moyens d'atteindre les objectifs de contenus théoriques que les deux disciplines avaient fixés. Mais au cours des discussions, il est apparu difficile d'atteindre ces objectifs en utilisant uniquement trois situations-problèmes. Il fallait faire un choix, soit allonger la partie APP au détriment de la partie travail de recherche, soit monter des séances de laboratoire ayant comme objectifs de visualiser et de compléter les contenus retenus pour les problèmes. C'est cette deuxième solution qui a été retenue.

Trois séances de laboratoire ont été proposées : la première sur les macromolécules, la deuxième sur l'activité enzymatique et la troisième sur les pigments chlorophylliens. Les protocoles de ces expériences de laboratoire comportaient également des exercices d'évaluation formative, afin de favoriser l'auto-apprentissage chez les élèves. Voici les principaux objectifs visés par chacune de ces séances et une description sommaire de l'activité.

Laboratoire 1- Construction de macromolécules

Objectifs

- Revoir et préciser la structure des principaux groupes de composés organiques présents chez les êtres vivants (acides aminés et protéines, lipides, glucides, nucléotides et acides nucléiques).
- Visualiser à l'aide de l'ordinateur et des modèles moléculaires la géométrie de quelques composés de chacun de ces groupes.

Description

Il s'agissait pour les élèves de construire, à l'aide de modèles moléculaires, des molécules de chacun des groupes, d'observer à l'écran la géométrie de ces molécules et d'autres du même

groupe à l'aide du logiciel *Molécules-3D*. Pour chacun des groupes de composés, une banque de questions a été montée, portant sur les structures, l'isomérisation optique, les forces intermoléculaires, etc. Les réponses à ces questions n'avaient pas à être toutes complétées en classe. Les élèves disposaient en fait de la moitié du semestre, puisque l'évaluation des laboratoires s'est faite dans l'examen de mi-session.

Laboratoire 2- Enzymes

Objectifs

- Définir enzyme et décrire son activité.
- Distinguer l'inhibition compétitive de l'inhibition non compétitive.
- Visualiser l'influence de certaines conditions environnementales sur l'activité enzymatique.
- Visualiser les effets de la concentration de l'enzyme sur l'activité enzymatique.

Description

Ce laboratoire comportait deux parties, l'une sur l'inhibition enzymatique (compétitive ou non compétitive) et l'autre sur l'influence de conditions environnementales sur l'activité enzymatique, comme le pH, la température et la concentration de l'enzyme.

Dans un premier temps, il s'agissait de vérifier l'influence d'un inhibiteur, le PTU (phénylthiouuræ) sur la *catéchol oxydase* et de déterminer le type d'inhibition. Dans un deuxième temps, il fallait vérifier l'influence des variations de concentration, de température et de pH sur l'activité enzymatique de l'*amylase*.

Ce travail de laboratoire était collectif, c'est-à-dire que chaque équipe d'élèves avait une partie spécifique à réaliser. À la fin de la séance, il y avait une mise en commun des résultats.

Laboratoire 3- Mise en évidence des pigments chlorophylliens

Objectifs

- Effectuer la chromatographie sur papier de feuilles d'épinard et identifier chacun des pigments présents à l'aide de la notion de polarité.
- Établir expérimentalement le spectre d'absorption de chacun des pigments.

Description

Chaque équipe d'élèves avait à réaliser la chromatographie sur papier des feuilles d'épinard. Chaque type de pigments isolé par les différentes équipes était ensuite rassemblé afin d'en déterminer le spectre d'absorption à l'aide d'un spectrophotomètre. Comme pour le laboratoire précédent, une mise en commun des résultats venait terminer la séance.

Commentaires et orientations

L'introduction de séances de laboratoire s'est avérée une excellente idée, car cela a permis aux élèves d'aborder des éléments complémentaires et de support aux situations-problèmes. Nous envisageons pour l'an prochain de poursuivre les séances de travaux pratiques durant la deuxième partie du cours, au rythme d'une à toutes les deux semaines. Ceci devrait permettre une meilleure atteinte des objectifs disciplinaires et l'apprentissage de techniques spécifiques à la biochimie comme l'électrophorèse, par exemple. Les nouveaux laboratoires envisagés pourraient porter sur l'identification des sucres, l'analyse des principaux constituants du lait, la chromatographie d'acides aminés, les dosages du cholestérol et de la glycémie, des expériences de biologie moléculaire. Le choix définitif reste à faire, les objectifs à définir et les protocoles à établir.

Cette introduction de séances de laboratoire, durant la deuxième partie du cours, aurait également l'avantage de regrouper les élèves au moins une fois toutes les deux semaines, afin de maintenir un lien d'appartenance au groupe et de permettre au tuteur de rencontrer tous les élèves en même temps.

3.6 TRAVAIL DE RECHERCHE

Le déroulement de la deuxième partie du cours s'est fait selon l'horaire prévue initialement. Dans les pages qui suivent, nous donnerons des précisions sur chacune des différentes étapes et des modalités de cette partie du cours.

Taille des équipes

Le projet initial d'*Activité de synthèse* prévoyait pour cette partie du cours des équipes de deux personnes, ce qui ne s'est pas concrétisé complètement. Plusieurs équipes formées pour la partie APP ont voulu poursuivre à trois, compte tenu de leur efficacité et de leur plaisir à travailler ensemble. Pour d'autres raisons (choix d'un thème particulier, difficulté à trouver un coéquipier, etc.) quelques élèves, dans des groupes différents, se sont retrouvés seuls. Ainsi, nous avons eu pour l'ensemble des trois groupes, 14 équipes de trois, 12 équipes de deux et 3 personnes ont travaillé seules.

Choix du thème par les élèves

Plusieurs équipes avaient choisi leur thème bien avant le début de cette partie, ce qui leur a permis de démarrer plus rapidement. D'autres ont mis du temps à préciser leur sujet de recherche. Pour les aider et les orienter dans ce choix, une liste de différents thèmes possibles se retrouvait dans le *Guide de l'élève* (voir l'annexe IV). Évidemment, ils n'étaient pas contraints de puiser dans cette liste, toutefois elle fut très utilisée. Voici, dans le tableau qui suit, les thèmes retenus par les différentes équipes de chaque groupe.

Thèmes retenus par chaque groupe

Chimie – groupe 100	Biologie – groupe 100	Biologie – groupe 101
<ul style="list-style-type: none">• Analgésiques• Anesthésie• Cœur• Diabète• Eaux usées• Sida• Vaccins• Vision	<ul style="list-style-type: none">• Abus de calmants• Allergies alimentaires• Allergies aux aérosols• Diabète• Drogues• Émergence de nouveaux virus• Fertilisation des sols• Grossesse : facteurs tératogènes• Maladies auto-immunes• Mémoire et vieillissement• Migraine• Streptocoques du groupe A• Virus de la grippe	<ul style="list-style-type: none">• Alcoolisme et accidents de la route• Contamination des aliments• Dangers de l'exposition au bruit• Lait maternel ou lait commercial, que choisir?• Méningite• Pommes• Problèmes de vision• Sida

Établissement de la problématique

Une fois le thème choisi et accepté par l'équipe de tuteurs, il restait à chaque équipe à définir une problématique. Les règles du jeu étaient les suivantes : le même thème pouvait être accepté dans des groupes différents mais les problématiques devaient nécessairement être différentes.

Voici, à titre d'exemple, les deux problématiques établies à partir du thème de la « *vision* » :

- Problématique de l'équipe du groupe de chimie :
La vision peut être affectée par différentes maladies de l'oeil, certaines pouvant entraîner la cécité. C'est le cas notamment des différents types de glaucome. Voici les questions auxquelles notre recherche veut répondre.
 - *Quel est le processus de la vision?*
 - *Qu'est-ce que le glaucome?*
 - *Quelles sont les méthodes de diagnostic et de traitement?*

- Problématique de l'équipe d'un des groupes de biologie :
Un grand nombre de personnes sont affligées d'un problème qui les prive d'une vision normale. Nous tenterons de cerner différents problèmes de vision répondant aux questions suivantes :
 - *Quel est le mécanisme de la vision?*
 - *Quels sont les problèmes de vision et leurs effets?*
 - *Comment peut-on corriger les problèmes de vision?*

Ces deux exemples permettent de constater qu'à partir d'un même thème, il est possible d'établir des problématiques différentes afin de s'assurer que chaque équipe travaille sur des points distincts. Il faut également porter une attention particulière aux problématiques visiblement trop vastes pour être réalisées avec le degré d'approfondissement souhaité dans les délais prévus.

Pour en savoir plus sur les problématiques retenues par chaque équipe, vous pouvez consulter l'annexe V.

Devis de recherche et suivi des équipes

Après acceptation de la problématique, chaque équipe disposait d'une semaine pour rédiger un *Devis de recherche*, c'est-à-dire un plan détaillé du travail à entreprendre (voir section 2.3.2). Le plus délicat fut sans doute la division équitable des questions de recherche entre les membres de l'équipe de façon à préserver la motivation et une juste répartition du travail. Toutefois, chacune des équipes en est rapidement venue à un consensus sans que le tuteur ait à trancher.

Le devis était ensuite remis au tuteur, qui devait le valider et le corriger. À partir de ce moment-là, des rencontres hebdomadaires étaient prévues avec chaque équipe ou individus afin de :

- discuter de la problématique et de la répartition des tâches envisagée,
- vérifier le respect de l'échéancier prévu,

- répondre aux questions sur le fond et sur la forme,
- guider dans les recherches documentaires,
- orienter vers d'autres sources d'information : entrevues, visites chez des professionnels de la santé, visites de laboratoires ou d'entreprises, etc.
- s'assurer de l'atteinte des objectifs pour chacun des membres,
- réduire les tensions au sein de l'équipe et développer le sens des responsabilités.

Les moments de ces rencontres hebdomadaires ont été fixés à l'intérieur du cadre horaire normal. Vingt à trente minutes étaient réservées pour chaque équipe. Des rencontres supplémentaires avec le tuteur pouvaient être organisées au besoin. De plus, les élèves pouvaient consulter l'autre tuteur, compte tenu d'un sujet faisant appel plus particulièrement à ses compétences disciplinaires. Ces rencontres fréquentes ont permis de suivre les équipes et de les conseiller adéquatement au fur et à mesure que des difficultés se présentaient.

Rapport de recherche et exposés oraux

Les rapports de recherche qui nous ont été remis à la fin du semestre ont respecté dans l'ensemble les exigences établies et dans plusieurs cas les ont dépassées, particulièrement en ce qui concerne le sérieux du travail effectué et le nombre de pages produits. Toutefois, nous nous sommes aperçus que des spécifications manquaient quant à la mise en forme du rapport. Dans l'avenir, nous comptons être plus explicite sur certains aspects comme la division claire du travail (sous-titres), l'interlignage du texte, la taille des caractères, les marges, les espacements entre les paragraphes, le nombre de pages minimal par membre de l'équipe, etc.

De plus, sur le fond, il faudra s'assurer que les deux angles disciplinaires (chimie-biologie) soient développés dans le rapport. Ce qui pourrait se traduire par un traitement plus approfondi de l'aspect biochimique des thèmes retenus.

Pour les exposés oraux, quelques conseils étaient fournis dans le *Guide de l'élève*, les voici :

- un exposé, ça se prépare!
- planifier un minutage et une répartition des différentes parties de l'exposé
- *structurer* son exposé : présentation du sujet, développement et conclusion
- ne jamais lire un texte, utiliser son matériel (acétates, schémas) comme repères
- insister sur les éléments essentiels
- donner des exemples concrets
- regarder l'ensemble de l'auditoire, ne pas s'adresser à une seule personne
- recourir à l'humour, utiliser le langage non-verbal
- susciter des questions et des réactions de l'auditoire

Pour la plupart des équipes, les exposés ont été bien préparés et structurés. La plupart avaient préparé plusieurs schémas et les ont exploités adéquatement lors de la présentation. On a pu constater une nette amélioration dans la qualité de la présentation par rapport à celle faite dans la première partie du cours.

La durée prévue pour ces exposés était de 30 minutes par équipe. Il s'est avéré que, pour les équipes de deux, ce temps alloué convenait bien, mais pour les équipes de trois, c'était un peu court. Il faudra prévoir de 40 à 45 minutes à l'avenir pour les équipes de cette taille.

Les élèves ont semblé très captivés par les exposés des autres équipes. La variété des sujets traités et des styles d'intervention maintenaient l'attention du groupe.

Commentaires et orientations

Le choix par l'équipe d'une problématique selon ses intérêts et ses goûts semblent incontournables. Le fait de choisir motive davantage les élèves et les pousse à approfondir davantage le sujet.

Le nombre de membres dans l'équipe semble également un facteur à considérer. Les travaux remis par les équipes de deux ou de trois élèves se sont avérés pour la grande majorité d'excellente qualité, tant au niveau de la forme qu'au niveau de l'approfondissement du sujet. Par contre, les élèves qui ont travaillé seuls ont fourni des travaux plus superficiels. Voulant couvrir tous les aspects du sujet, ils ont peu approfondi chacun d'entre eux. Donc à l'avenir, nous prévoyons tout mettre en œuvre pour éviter que des élèves se retrouvent seuls dans cette partie du cours. D'ailleurs cette position se défend par l'accent mis dans ce cours sur le travail d'équipe.

Comme nous l'avons indiqué précédemment, il est possible de définir plusieurs problématiques à partir du même thème. Cependant, il faut éviter qu'une même problématique soit élaborée par plusieurs équipes, même si celles-ci se retrouvent dans des groupes différents. De plus, pour des raisons évidentes, il faudra éviter d'accepter les mêmes problématiques d'une année à l'autre. Ce qui signifie que le nombre de thèmes devra s'élargir avec le temps et le nombre de problématiques aussi. Reste à préciser le délai pour qu'une même problématique puisse être acceptée à nouveau.

3.7 ÉVALUATIONS

Voici la présentation des moyens d'évaluation choisis et la pondération retenue.

Éléments d'évaluation formative

Pour identifier les éléments d'évaluation formative, nous avons retenus le principe suivant : tout ce que les élèves font pour la première fois dans le cadre de cette méthodologie sera évalué de façon formative, de façon à leur donner la chance de « *se pratiquer* ».

Ainsi, tous les travaux reliés à la première situation-problème (travail d'équipe, journal de bord, comptes rendus) ont été annotés dans le seul but de corriger leurs lacunes. De même, les présentations orales du porte-parole devant le groupe durant la première partie du cours ont servi de pratique pour celle du travail de recherche en fin de semestre.

Éléments d'évaluation sommative

L'ensemble des points a été réparti équitablement entre les deux parties du cours.

Pour la première partie : Pratique de l'APP

- | | |
|---|------|
| • Évaluation du travail d'équipe (problèmes n° 2 et n° 3) | 5 % |
| • Journal de bord individuel (problèmes n° 2 et n° 3) | 10 % |
| • Comptes rendus de l'équipe (problèmes n° 2 et n° 3) | 10 % |
| • Examen de mi-session – individuel | 25 % |

Total	50 %
-------	------

Pour la deuxième partie : Travail de recherche-épreuve synthèse

- | | |
|--|------|
| • Devis de projet | 5 % |
| • Présentation orale de l'équipe devant le groupe (évaluation individualisée des présentations) | 10 % |
| • Rapport de recherche | 35 % |
| – une note globale était attribuée à l'équipe pour l'introduction, la problématique, la conclusion, la bibliographie et la présentation générale | |
| – une note individuelle était attribuée pour le traitement du volet de la problématique dont l'élève était responsable | |

Total	50 %
-------	------

Critères d'évaluation pour les deux parties du cours

Voici les principaux critères que nous avons retenus pour l'évaluation sommative de chacun des éléments. Vous trouverez à l'**annexe VI** les grilles d'évaluation utilisées.

Travail d'équipe

N'étant constamment présent durant le travail d'équipe (contrairement à l'APP classique), nous n'étions pas en mesure d'apprécier correctement la qualité de la participation de chacun. Nous avons donc procédé à une co-évaluation, c'est-à-dire que chaque élève a été évalué dans ce domaine par ses coéquipiers.

Cette évaluation comporte différents critères comme :

1. Ponctualité (le coéquipier arrive toujours à l'heure aux réunions);
2. Présence (il est toujours présent);
3. Participation active aux discussions (il prend la parole et fait avancer la discussion);
4. Participation active aux travaux de recherche (il fait sa part);
5. Sens des responsabilités face à l'équipe (on peut compter sur lui, il exécute les tâches qui lui incombent selon les échéances convenues);
6. Écoute et respect des autres membres de l'équipe (il ne monopolise pas toujours la discussion, accepte d'écouter les arguments des autres, ne ridiculise ni n'insulte personne);
7. Esprit d'équipe (suit les directives convenues par l'équipe)
8. Jugement critique (n'accepte pas automatiquement toutes les idées émises);
9. Argumentation (sait défendre ses idées de façon logique et claire).
10. Fonction dans l'équipe (il a rempli correctement la fonction qui lui était assignée : secrétaire, animateur ou porte-parole).

Ces critères sont évalués selon une échelle à quatre niveaux :

- Insuffisant Passable Bien Très bien.

Journal de bord

Les Journaux de bord ont été annotés une première fois à la fin du premier problème pour une évaluation formative, et corrigés à la fin de la première partie du cours (autour de la mi-session) pour une évaluation sommative. Les critères d'évaluation retenus sont :

- présence de tous les éléments exigés
- références cités selon les règles
- repérage de références pertinentes au sujet

- résumés clairs et concis des informations recueillies sur le sujet d'étude dans chaque référence
- synthèse générale adéquate et schéma intégrateur pertinent

Comptes rendus

À la fin du travail d'équipe portant sur une situation-problème, juste avant le bilan collectif (étape 3B), un compte rendu est exigé de chaque équipe de travail et les critères d'évaluation sont :

- définition claire du problème
- traitement du problème satisfaisant (clair, complet, s'en tient à l'essentiel)
- présences de nouvelles questions d'étude pertinentes
- schéma intégrateur complet, présentant des liens adéquats entre les éléments et facile à interpréter.

Examen de mi-session

Un examen portant sur les contenus disciplinaires couverts par les situations-problèmes et les laboratoires a été soumis aux élèves vers la mi-session. Les questions ont été formulées de façon à privilégier le raisonnement sur la mémoire, la vue d'ensemble sur les détails, la résolution de problème plutôt que la description. Dans ce but, l'accès aux livres de base de chimie et de biologie, ainsi qu'à des résumés, aux comptes rendus et journal de bord rédigés par l'élève a été autorisé. Les questions portaient sur les objectifs d'apprentissage précisés lors de la mise au point par le tuteur, à la fin de l'étude de chacune des situations-problèmes et sur les objectifs identifiés de la partie laboratoire.

Voici à titre d'exemple, une question qui a été posée lors de cet examen :

Un patient s'est révélé incapable d'exercice intense prolongé. L'analyse de ses enzymes glycolytiques révèle une concentration normale sauf pour la phosphoglycérate mutase. Comment le métabolisme énergétique peut-il être affecté dans les cellules si le niveau de cette enzyme est bas? Comment serait influencée la production de lactate en l'absence de cette enzyme?

Devis de projet

Pour être acceptée par le tuteur, le devis de recherche devait comprendre :

- une table des matières provisoire du futur rapport de recherche
- la mise en évidence des différents volets abordés dans l'étude du problème avec identification des responsabilités chez les différents membres de l'équipe
- un plan acceptable d'exécution du travail de recherche avec un échéancier réaliste
- des références bibliographiques adéquates

Présentation orale

L'exposé oral de fin de session a été l'objet d'une double évaluation, par le tuteur d'une part, et par les élèves du groupe d'autre part. Les critères d'évaluation retenus étaient les suivants :

- structuration de l'exposé (introduction, développement, conclusion)
- traitement du sujet (niveau, exactitude et complétude)
- pertinence des aspects traités
- clarté des explications, vulgarisation du sujet
- choix et emploi des termes appropriés
- qualité du ou des schémas utilisés
- facilité d'élocution, prestance
- capacité d'interaction avec l'auditoire
- gestion du temps
- utilisation des moyens techniques

Rapport de recherche

Comme expliqué précédemment, l'évaluation de ce rapport comporte une note globale pour les parties communes, et une note individuelle pour la partie dont l'élève était responsable. Les élèves retrouvaient, dans le *Guide de l'élève*, les critères suivants :

Forme

- Nombre de pages suffisant , 20 (équipe de 2) ou 30 (équipe de 3)
- Qualité de la présentation matérielle (édité sur ordinateur)
- Structuration du contenu
- Qualité, clarté et niveau du discours
- Pertinence et justesse du vocabulaire utilisé
- Grammaire, syntaxe, orthographe
- Pertinence, diversité et qualité des références
- Annexes pertinentes s'il y a lieu

Contenu

- Description de la situation-problème et du contexte d'où elle origine
- Pertinence et originalité de la problématique
- Documentation des faits et utilisation judicieuse des références
- Utilisation de connaissances antérieures multidisciplinaires
- Liens établis entre faits, hypothèses, énoncés et conclusion
- Intégration d'éléments de culture scientifique (références historiques, points de vue connexes, éléments de curiosité, etc.)
- Point de vue personnel développé, originalité du traitement (ce travail doit être plus que l'exposé de faits ou qu'un compte rendu de lecture)
- Rigueur de l'argumentation

- Niveau du traitement du problème compatible avec une fin de DEC en Sciences
- Qualité de la synthèse du sujet
- Intégration des connaissances antérieures aux nouvelles connaissances
- Conclusion justifiée par les faits et le développement
- Questions soulevées par la recherche, ouverture, perspectives d'avenir
- Documentation consultée comprenant, en plus de volumes de base du cours, d'autres volumes plus spécialisés, des articles de revues scientifiques, quelques références en langue anglaise (articles de revues ou livres)

Commentaires et orientations

Il nous semble après cette expérimentation que la répartition des points entre les deux parties du cours et entre les différents éléments d'évaluation est acceptable. La place allouée aux différentes composantes de l'évaluation respecte les objectifs généraux visés par ce cours.

Cependant il est bon de noter la difficulté qu'ont eu plusieurs élèves à répondre à l'examen de mi-semester. L'utilisation exclusive de questions à développement, l'insistance donnée sur la compréhension plutôt que sur la mémorisation, leur inexpérience face à une évaluation «à livres ouverts» expliquent sans doute cet état de fait. De plus cet examen, d'une durée de deux heures, comportait plusieurs questions, et exigeait une bonne compréhension de la matière pour se retrouver dans sa documentation et faire les extrapolations nécessaires. Nous pensons qu'à l'avenir les élèves pourraient être mieux préparés à cet examen par l'ajout d'un «examen préparatoire» comportant une ou quelques questions de même type que celles présentées plus tard à l'examen de mi-session. L'évaluation formative de cet examen préparatoire pourrait ainsi orienter leur façon d'étudier.

Par ailleurs, la division du travail et l'évaluation en conséquence du rapport de recherche a été très appréciée des élèves. Tout en ayant le plaisir de travailler ensemble autour d'une problématique commune, la responsabilité clairement identifiée de chaque individu face à une partie du travail évitait la prise en charge de l'ensemble par un seul individu et les injustices qui s'en suivent.

Conclusion

Nous pouvons affirmer que la mise à l'épreuve du modèle développé pour le cours *Activité de synthèse* est une réussite. La structure du cours et les objectifs d'apprentissage visés par cette activité ont été atteints. Les commentaires émis et les orientations proposées dans cette section ne mettent aucunement en doute la pertinence de ce cours et les approches pédagogiques privilégiées.

Ceci est le point de vue de l'équipe de recherche. Allons voir maintenant ce qu'en pensent les élèves. Ont-ils apprécié la méthode APP, le travail d'équipe, la structure du cours, la recherche documentaire, etc.? Ont-ils l'impression d'être mieux préparés pour les études universitaires? La section suivante présente les résultats des sondages effectués auprès des élèves tout au long du semestre. La lecture de cette section devrait donner des éléments de réponses aux questions précédentes.

Phase I :
Intégration d'une activité de synthèse
en fin de programme

SECTION 4 :
Sondages auprès des
élèves — une analyse
descriptive

Durant la mise à l'épreuve du modèle d'activité de synthèse au semestre d'hiver 1996, nous avons soumis cinq sondages aux trois groupes d'élèves concernés. Dans cette section, nous présentons d'abord les résultats de ces sondages. Ceux-ci rendent compte des perceptions et de la satisfaction générale des élèves à l'égard de la méthode proposée et des apprentissages réalisés. On trouvera les textes intégraux des sondages à l'annexe VII.

4.1 MÉTHODOLOGIE DES SONDAGES

Le modèle d'APP adapté que nous avons conçu n'avait jamais été testé. C'est pourquoi il nous a semblé important de connaître l'appréciation des élèves quant à l'application du modèle proposé. À cet effet, nous avons sollicité leur collaboration pour qu'ils répondent à de brefs sondages à des moments significatifs du cours *Activité de synthèse*. Nous avons administré les cinq sondages aux moments suivants :

- sondage n° 1 : dès le début du cours,
- sondage n° 2 : après l'introduction de la méthodologie APP,
- sondage n° 3 : après le traitement de la première situation-problème,
- sondage n° 4 : à la fin de première partie du cours, à la mi-session,
- sondage n° 5 : après le travail de recherche, à la fin du cours.

Bien que ces outils de cueillette de données n'aient pas été soumis à une validation scientifique, nous avons eu le souci de les concevoir selon un gabarit commun. Selon nous, le fait que tous les élèves qui ont mis à l'épreuve notre modèle aient répondu aux sondages confère une validité aux résultats que l'on peut en tirer. Par ailleurs, nous nous sommes limités à une analyse descriptive des résultats.

Avec le sondage 1, nous voulions connaître les *attentes* des élèves face à une méthode de type APP et avoir des indications quant à leur *comportement* en situation d'apprentissage.

Dans les quatre autres sondages, les élèves pouvaient exprimer leur accord face à des affirmations relatives à des aspects du modèle sur une échelle de 1 (peu) à 4 (beaucoup). Plusieurs questions reviennent d'un sondage à l'autre. Elles réfèrent à des *indicateurs* qui permettent de mesurer l'appréciation du modèle expérimenté et son évolution dans le temps. Dans l'analyse des résultats, nous avons identifié les indicateurs suivants qui nous semblent significatifs de l'appréciation par les élèves et qui sont particuliers au modèle :

- motivation à apprendre avec la méthode proposée,
- appréciation du travail d'équipe,
- développement de la capacité de communication,
- intérêt pour la schématisation dans l'apprentissage,

4.2 SONDAGE N° 1

Ce sondage a été administré aux élèves avant même la présentation du plan d'études et toute explication sur la méthodologie du cours. Ils avaient été sommairement informés des particularités du modèle proposé pour le cours *Activité de synthèse* avant leur inscription au semestre précédent. Dans ce contexte, il faut considérer ce sondage comme un *diagnostic* des attentes des élèves et de leurs techniques d'apprentissage.

Voici les deux premières questions de ce sondage :

Pour les questions 1 et 2, inscrivez dans la parenthèse à droite de chaque énoncé, le chiffre correspondant à votre classement de 1 à 10 ou 4 selon la question, du plus (1) au moins prioritaire (10 ou 4).

- 1- Prioriser les **objectifs** suivants selon l'importance que vous leur accorder pour bien vous préparer à des études universitaires. Vous pouvez ajouter d'autres objectifs non mentionnés.
- a) apprendre à travailler en équipe de façon harmonieuse et efficace ()
 - b) argumenter et communiquer adéquatement des résultats par écrit ()
 - c) argumenter et communiquer aisément des résultats oralement ()
 - d) développer son sens critique ()
 - e) développer une méthode de travail efficace ()
 - f) développer l'autonomie dans son apprentissage ()
 - g) acquérir le plus de connaissances disciplinaires possibles ()
 - h) mener efficacement une recherche documentaire ()
 - i) résoudre des problèmes plus facilement ()
 - j) distinguer l'essentiel de l'accessoire dans un document ()
 - k) _____ ()
- 2- Selon vous, quel est le **mode d'apprentissage** le plus durable?
- a) par mémorisation des concepts fondamentaux ()
 - b) par résumés des textes de références ()
 - c) par schémas intégrant les principaux éléments de contenu ()
 - d) par résolution d'exercices ou de problèmes suggérés par le prof. ()

Voyons les résultats bruts des réponses à ces deux questions.

Priorités exprimées

Objectifs de préparation aux études universitaires											Modes d'apprentissage			
Rép	R1a	R1b	R1c	R1d	R1e	R1f	R1g	R1h	R1i	R1j	R2a	R2b	R2c	R2d
1	7	2	1	9	26	6	9	4	5	1	2	5	28	28
2	4	2	1	7	11	18	5	7	12	2	5	12	22	23
3	3	1	2	10	11	12	9	2	8	3	28	24	11	9
4	6	3	4	9	0	13	9	7	10	6	28	22	2	3
5	12	3	0	11	6	5	5	10	9	5				
6	7	18	6	1	7	4	7	7	5	5				
7	6	13	14	7	0	4	7	9	3	11				
8	4	11	10	7	3	1	5	8	6	8				
9	11	9	27	2	1	2	6	11	7	10				
10	3	2	0	1	0	0	3	0	0	4				
NbRép	63	64	65	64	65	65	65	65	65	55	63	63	63	63

Dans ce tableau, les colonnes réfèrent aux *priorités* exprimées par les élèves sur une échelle de 1 à 10 pour la première question (R1a à R1j, objectifs pour préparer aux études universitaires) et sur une échelle de 1 à 4 pour la deuxième question (R2a à R2d, modes d'apprentissage). Sur chaque ligne, on a indiqué le nombre de répondants qui ont placé la priorité au rang correspondant. Ainsi, l'objectif R1e (développer une méthode de travail efficace) est placé en priorité 1 par 26 personnes. De même, le mode d'apprentissage R2b (par résumés des textes de références) est placé en priorité 4 par 22 personnes.

Des résultats obtenus, on peut déceler les *tendances qualitatives* suivantes :

- Pour *bien se préparer à leurs études universitaires*, les élèves :
 - accordent plus d'importance au développement d'une méthode de travail efficace (R1e) et à l'autonomie dans l'apprentissage (R1f)
 - accordent moins d'importance à la communication écrite (R1b) et surtout orale (R1c)
 - valorisent peu le travail d'équipe (R1a)
- Les élèves considèrent que les *modes d'apprentissage* les plus durables sont la construction de schémas intégrateurs (R2c) et la résolution de problèmes suggérés par le tuteur (R2d).

Les autres questions du sondage concernaient les techniques de travail et d'étude (voir l'annexe VII pour connaître le libellé des questions). Voici la compilation des résultats.

Dans le tableau ci-dessous, les lignes (a, b, ..., g) réfèrent à des techniques de travail privilégiées par les élèves alors que les colonnes R3 à R11 réfèrent aux questions posées (3 à 11). Ainsi, 50 élèves disent classer ensemble (a) leurs notes sur même sujet (R6).

Techniques de travail et d'étude

Réponse	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11
a	9	22	9	50	2	2	48	5	1
b	26	12	24	8	1	0	8	3	1
c	16	11	32	11	9	29	12	21	9
d	17	1	4	0	6	38	1	0	15
e		17			0			3	43
f		5			51			35	
g								0	
NbrRéponses	68	68	69	69	69	69	69	67	69

D'après ces résultats concernant les *techniques d'étude et de travail*, la majorité des élèves affirment :

- rechercher la structure d'un texte lors d'une première lecture (R5, c)
- prendre soin de classer leurs notes sur un même sujet (R6, a)
- apprécier le travail d'équipe, quand tout le monde participe (R7, f)
- considérer qu'une bonne méthode de travail consiste en une discipline de vie (R8, d)
- utiliser leurs connaissances antérieures chaque fois que c'est possible (R9, a)
- faire appel à leur débrouillardise en situation imprévue (R10, f et R11, e)

4.3 SONDAGE N° 2

En référant au *Guide de l'élève* pour ce cours, les élèves ont suivi le tuteur dans une présentation et une justification du modèle d'apprentissage proposé. Avant d'appliquer la méthode à une situation-problème, les élèves ont répondu au deuxième sondage.

Les résultats bruts sont présentés dans le tableau ci-dessous. Les nombres qui apparaissent dans les colonnes de droite indiquent combien d'élèves ont fait le choix concerné. Ainsi, à la première affirmation, 3 élèves ont encerclé le choix 1, 40 le choix 2, 27 le choix 3 et aucun le choix 4.

Résultats du sondage réalisé après l'introduction (70 élèves)

Cette introduction :		Peu 1	→ 2	→ 3	Beaucoup 4
1.	m'a donné une bonne idée du déroulement du cours	3	40	27	0
2.	m'a permis d'identifier les différentes étapes de la méthode APP	1	2	33	34
3.	m'a sensibilisé aux attitudes à développer pour le fonctionnement d'une équipe efficace	1	7	28	34
4.	m'a fait comprendre les trois fonctions particulières au sein d'une équipe (animateur, secrétaire, porte-parole)	1	9	28	32
5.	m'a familiarisé au rôle du tuteur, qui est différent du rôle traditionnel de prof	1	12	28	29
6.	m'a bien présenté le mode d'évaluation qui sera utilisé	1	17	32	20
7.	m'a motivé à suivre cette démarche pédagogique	5	9	36	20
8.	a réduit l'anxiété que j'éprouvais face à cette approche pédagogique	5	20	34	9
9.	m'a convaincu de l'utilité de cette démarche pour mieux me préparer à l'entrée à l'Université	3	7	20	39
10.	m'a convaincu de l'utilité d'apprendre à travailler en équipe	1	8	27	34

11. Finalement, si j'avais eu le choix, j'aurais tout de même préféré un cours traditionnel, axé sur les contenus

oui	23	non	44
-----	----	-----	----

Une analyse sommaire de ce tableau suggère les remarques suivantes :

- Après l'introduction, les élèves n'ont pas encore une bonne idée du déroulement du cours (affirmation 1) et estiment avoir toujours de l'anxiété face à l'approche pédagogique (affirmation 8).
- L'introduction a permis aux élèves de connaître les particularités du modèle d'apprentissage proposé (affirmations 2, 3, 4, 5 et 6).
- Les élèves se disent motivés à suivre la démarche proposée (affirmation 7) et la jugent utile (affirmations 9 et 10).
- Environ 35 % des élèves disent «tout de même préférer un cours traditionnel, axé sur les contenus» (affirmation 11). Nous estimons que ce résultat manifeste un scepticisme, voire une résistance face à un changement de méthode d'apprentissage et leur attachement à une formule traditionnelle et aux contenus.

4.4 SONDAGE N° 3

Les élèves ont résolu la première situation-problème proposée par le tuteur en suivant la méthode APP adaptée. On sollicite à nouveau leur point de vue avec un troisième sondage. Voici les résultats.

Résultats du sondage effectué après le problème n° 1 (68 élèves)

La méthodologie utilisée avec le problème n° 1 :	Peu 1	→ 2	→ 3	Beaucoup 4
1. m'a permis d'identifier plus clairement les différentes étapes de la méthode APP	1	23	44	0
2. m'a motivé à suivre cette démarche d'apprentissage pour la suite du cours	3	9	33	22
3. a réduit l'anxiété que j'éprouvais face à l'approche pédagogique APP	6	46	14	0
4. m'a familiarisé avec la recherche documentaire	2	6	37	23
5. m'a permis d'apprendre des notions nouvelles	2	24	42	0
6. m'a permis d'apprécier le travail d'équipe	1	5	36	25
7. m'a convaincu de l'utilité de suivre certaines règles lors du travail d'équipe	4	29	35	0
8. par comparaison avec un cours traditionnel, m'a demandé plus de travail	1	7	18	39
9. par comparaison avec un cours traditionnel, m'a davantage motivé	3	10	38	16
10. m'a permis de m'exprimer davantage, ce que j'ai apprécié	2	11	40	15
11. m'a convaincu de l'utilité de schématiser les connaissances	1	9	34	24

12. Finalement, si j'avais eu le choix, j'aurais tout de même préféré un cours traditionnel, axé sur les contenus

oui	17	non	46
-----	----	-----	----

Voici une brève analyse de ces résultats.

- On note un accord général face aux affirmations du questionnaire. On l'interprète comme une adhésion au modèle d'apprentissage proposé, notamment en ce qui concerne la motivation à suivre la démarche proposée (affirmation 2), la familiarisation avec la

recherche documentaire (affirmation 4), l'appréciation du travail d'équipe (affirmation 6) et l'utilité de schématiser des connaissances (affirmation 11).

- On note un accord plus mitigé quant à l'identification des étapes de l'APP (affirmation 1), au contexte favorisant l'acquisition de notions nouvelles (affirmation 5) et à l'utilité de suivre des règles pour le travail d'équipe (affirmation 7).
- La plupart des élèves (88 %) estiment que la méthode proposée demande plus de travail qu'un cours traditionnel (affirmation 8).
- Les élèves estiment que leur anxiété persiste face à l'APP (affirmation 3). Nous y voyons un doute exprimé quant à leur capacité de résoudre des situations-problèmes.
- Ceux qui opteraient tout de même pour un cours traditionnel sont toutefois moins nombreux qu'au sondage précédent (affirmation 12) (27 % au lieu de 35 %).

Nous reconnaissons les tendances suivantes :

- L'accord général face aux affirmations du questionnaire est très majoritaire. Nous y voyons une adhésion progressive des élèves au modèle d'apprentissage proposé, notamment en ce qui concerne leur capacité de résoudre une problématique complexe (affirmation 1), à effectuer une recherche documentaire (affirmation 3) et à faire des synthèses (affirmation 4).
- On observe un accord plus mitigé quant à la capacité d'expression orale (affirmations 2 et 10), à la motivation (affirmation 9) et à la schématisation (affirmation 11).
- Contrairement à la tendance notée dans le sondage précédent, 90 % des élèves affirment avoir appris beaucoup de notions nouvelles avec cette méthode (affirmation 7).
- Le nombre des adhérents au modèle de cours de type APP (affirmation 12) augmente toujours, tandis que le pourcentage de ceux qui préfèrent toujours un cours traditionnel tombe à 22 %.

4.6 SONDAGE N° 5

Après le travail de recherche, les élèves répondent au cinquième et dernier sondage qui porte, d'une part, sur le travail de recherche en deuxième partie du cours, et, d'autre part, sur l'ensemble du cours. Voici les résultats.

Résultats du sondage de fin de session (61 élèves)

I– Sondage portant sur la deuxième partie du cours (*future épreuve synthèse*) : travail de recherche menant à la production d'un rapport et d'un exposé oral

Ce travail de recherche :	Peu	→	→	Beaucoup
	1	2	3	4
1. m'a convaincu(e) de ma capacité, <i>seul(e) ou en équipe</i> , à approfondir une problématique complexe	0	1	9	51
2. a amélioré mon efficacité dans une recherche documentaire	0	1	19	41
3. a amélioré ma capacité à distinguer l'essentiel de l'accessoire dans mes sources d'information	0	4	32	25
4. a amélioré ma capacité à faire une synthèse à partir de différentes sources d'information	0	2	28	31
5. m'a permis d'apprendre des notions nouvelles	0	2	14	45
6. m'a permis d'apprécier le travail en équipe	3	7	20	29
7. m'a convaincu(e) de ma capacité à m'exprimer oralement devant un groupe	1	4	30	26
8. me semble très utile pour bien me préparer aux études universitaires	2	4	23	31
9. m'a motivé(e) davantage compte tenu du choix personnel de la problématique	1	2	17	41
10. Le temps alloué au travail m'a convenu	1	7	24	29
11. J'aurais tout de même préféré faire ce travail <i>seul(e)</i> plutôt qu'en équipe	42	9	3	7
12. Les exposés des autres équipes m'ont intéressé(e)	0	1	36	24

Nous voyons les tendances suivantes dans ces résultats.

- L'accord général face aux affirmations du questionnaire s'accroît. L'adhésion des élèves au modèle proposé pour le travail de recherche nous semble acquise.
- Leur désaccord important quant à la préférence à travailler seul (affirmation 11), permet de confirmer l'appréciation par les élèves du travail d'équipe.

II- Sondage portant sur l'ensemble du cours

Dans ce cours	Peu	→	→	Beaucoup
	1	2	3	4
13. Je suis d'accord avec l'accent mis sur le <i>travail en équipe</i> tout au long de ce cours	0	4	19	38
14. La méthodologie développée dans la première partie de ce cours (APP) a été utile pour la deuxième partie (travail de recherche)	2	8	27	24
15. Je suis satisfait(e) de la <i>pondération</i> accordée à chacune des parties du cours	3	7	30	21
16. Je suis satisfait(e) de la <i>répartition du travail</i> exigé tout au long du semestre	1	3	28	29
17. Je suis satisfait(e) du rôle joué par le <i>tuteur</i> tout au long du semestre	0	2	22	36

18- Quelle partie du cours avez-vous le plus appréciée?

Partie APP 8 Travail de recherche 50

19- Malgré tout, si j'avais eu le choix, j'aurais tout de même préféré un cours traditionnel, axé sur les contenus

oui 9 non 47

Pour l'ensemble du cours, on note ces résultats.

- Les élèves semblent relativement satisfaits de la pondération des évaluations (affirmation 15), de la répartition du travail (affirmation 16) et du rôle joué par le tuteur (affirmation 17).
- 86 % disent apprécier davantage la dernière partie du cours sur le travail de recherche (question 18). Nous croyons que ce résultat est dû au fait que les élèves ont pu travailler sur un thème de leur choix, ce qui a contribué à accroître leur motivation.
- Finalement, 16 % des élèves seulement affirment encore préférer un cours traditionnel basé sur les contenus. C'est donc dire que 84 % des répondants sont satisfaits du choix méthodologique proposé pour cette activité de synthèse, en fin de programme.

4.7 SOMMAIRE DES RÉSULTATS QUANTITATIFS

Le fait que les questionnaires des quatre derniers sondages possédaient un gabarit commun nous permet de constater l'*évolution des résultats* obtenus pour certains indicateurs. Le tableau suivant présente l'évolution des résultats quant aux indicateurs jugés les plus significatifs.

Sommaire des résultats des quatre derniers sondages

Pourcentages des élèves qui se disent «très en accord» (choix 3 et 4) vis-à-vis des *indicateurs* retenus à chaque sondage.

	Sondage n° 2	Sondage n° 3	Sondage n° 4	Sondage n° 5
Indicateur	Après Intro.	Après Prob. 1	Mi-session	Fin session
Motivation accrue	80%	81%	76%	95%
Travail d'équipe	87%	51%	90%	83%
Communication		81%	72%	92%
Schématisation		85%	81%	
Capacité de synthèse			91%	97%
Distinguer l'essentiel			88%	93%
Recherche documentaire			94%	98%
Préparation à l'université	86%			90%
Notions nouvelles		62%	91%	97%
Somme de travail accrue		88%	88%	
Préférence pour la méthodologie proposée	66%	73%	78%	84%
Nombre de répondants	70	68	69	61

Nous y voyons les tendances suivantes.

- On note une *progression dans l'accord* des élèves avec les orientations du modèle d'apprentissage APP proposé. Au dernier sondage, l'accord se situe de 90 % à 98 %, sauf pour la formule du travail d'équipe qui reçoit tout de même l'accord de 83 % des répondants.
- L'adhésion à la méthode proposée croît régulièrement de 66 % à 84 %.
- On estime en grande majorité qu'une formule de type APP demande plus de travail qu'un cours traditionnel.
- Par ailleurs, même si la méthode ne vise pas en priorité l'acquisition de contenus disciplinaires, on estime qu'elle fournit l'occasion d'acquérir de *nouvelles notions*.

4.8 COMMENTAIRES DES ÉLÈVES

Les commentaires des élèves nous semblent une source complémentaire d'information sur leur appréciation du modèle d'apprentissage proposé. Ils constituent une forme qualitative et nuancée du point de vue des élèves.

Pour exploiter cette information, nous avons procédé au relevé systématique des commentaires faits par les élèves dans les espaces prévus à cette fin dans les sondages n° 1, n° 4 et n° 5. Nous avons d'abord codifié ces remarques en les regroupant en catégories. Ensuite, nous en avons fait un décompte pour pondérer l'importance de chaque commentaire.

Nous présentons ici tous les commentaires exprimés par au moins deux élèves. Nous les avons triés par ordre de fréquence observée afin de montrer l'importance relative de chaque catégorie de commentaires. Pour compléter cette analyse de commentaires, nous avons ajouté des commentaires généraux et des citations jugées particulièrement représentatives.

IA– Question 12 du sondage n° 1 : Quelles sont vos ATTENTES face à ce cours?

Total	Esprit du commentaire
40	Acquérir de nouvelles connaissances disciplinaires
21	Bien me préparer pour l'université
19	Acquérir une bonne méthode de travail (devenir autonome dans mon apprentissage)
16	Suivre un cours dynamique et intéressant
9	Résoudre des problèmes concrets, apprendre la méthode APP
9	Faire des liens entre deux disciplines
8	Apprendre à travailler en équipe efficacement
4	Faire un retour et intégrer les connaissances acquises
2	Pouvoir choisir un sujet sur lequel faire une recherche
2	Avoir une charge de travail pas trop lourde
2	Avoir un cours bien structuré
2	Avoir de bonnes notes à la fin de la session
2	Apprendre à trouver l'essentiel dans les textes, à résumer, à synthétiser

IB– Question 13 du sondage n° 1 : Quelles sont vos CRAINTES face à ce cours?

Total	Esprit du commentaire
13	Voir des notions de 2 disciplines et avoir à faire des liens
13	S'adapter à cette nouvelle méthode
12	Avoir une charge de travail trop lourde
8	Ne pas voir assez de contenus disciplinaires
6	Servir de cobaye pour un nouveau cours
6	Manquer d'encadrement, avoir un cours pas assez structuré
3	Devoir travailler en équipe
2	Faire des exposés oraux
2	Mode d'évaluation d'un tel cours
2	De ne pouvoir décrocher des notes assez hautes avec cette méthode
2	Avoir beaucoup de recherches à faire
2	Avoir à résoudre des situations-problèmes
2	Aucune crainte, au contraire : c'est excitant d'aborder une méthode nouvelle

II- Commentaires sur la PRATIQUE DE L'APP (sondage n° 4, mi-session)

J'ai surtout apprécié :

Total	Esprit du commentaire
39	<i>Travailler en équipe</i> (échange, répartition travail, relations humaines, favorise l'entraide)
17	Faire des recherches personnelles d'information
14	La méthodologie en général (le modèle); (structuration excellente) (nouveau)
12	Apprendre par moi-même (satisfaction)
11	Travailler à partir de problèmes concrets
9	Présentations orales (schématisées)
9	Étant plus actif dans la recherche d'information, on retient davantage les nouvelles connaissances
7	Disposer d'une grande autonomie lors du travail (et se sentir responsable; gérer son temps)
4	Laboratoires intéressants
4	Très motivant, tu dois fournir ton maximum
2	Avoir un tuteur et non un «prof»
2	Ne pas apprendre par cœur en vue d'un examen (bourrage de crâne)
2	Bon encadrement de la part du tuteur (disponibilité, explication, etc.)
2	Pratiquer à synthétiser l'essentiel à la fin de chaque recherche
2	L'amélioration sensible de notre rendement dans cette méthode
2	L'encadrement fourni par le tuteur durant les périodes de travail en équipe
2	Développer notre capacité à formuler des hypothèses au départ
2	Délais raisonnables pour effectuer le travail
2	Acquisition de nouvelles connaissances

Difficultés rencontrées:

Total	Esprit du commentaire
32	Trouver les sources d'information (documents pas toujours disponibles ou difficiles à cibler)
15	Manque de temps (travail très intensif à certaines périodes)
10	Certaines notions difficiles à comprendre par moi-même
8	Demande beaucoup de temps en dehors des heures de cours
5	Schématiser (surtout au début)
5	S'orienter durant la recherche, distinguer l'essentiel de l'accessoire (cerner ce qu'il faut trouver)
4	S'adapter à cette nouvelle méthode (problème n° 1)
4	Réunir tous les membres de l'équipe pour se rencontrer hors classe
4	Travailler en équipe (motivation et soucis du travail parfait inégaux)
4	Savoir où s'arrêter dans une recherche
3	Répondre aux objectifs de chacun des problèmes (beaucoup de choses nouvelles à apprendre)
2	Ne pas sortir du sujet lors des discussions d'équipe
2	Plusieurs présentations orales sur le même sujet (c'est long)
2	Synthétiser les informations trouvées ou les informations fournies par les coéquipiers
2	Peur de l'examen de mi-session
2	S'entendre entre coéquipiers sur certaines questions
2	Manque de précision concernant le contenu des comptes rendus finaux (1-2 pages souvent insuffisants)

Améliorations suggérées:

Total	Esprit du commentaire
22	<i>Varier les problèmes</i> d'un groupe à l'autre (et d'une année à l'autre)
11	Mettre les <i>volumes</i> les plus utiles aux recherches <i>en réserve</i> à la bibliothèque.
11	<i>Laisser plus de temps</i> pour couvrir chaque problème
9	<i>Mises au point</i> par le tuteur (étape 3C) plus longue et plus étoffées
6	<i>Orienter les problèmes</i> le plus possible en correspondance avec les orientations universitaires
4	Donner plus d'informations théoriques sur les laboratoires et les objectifs à atteindre
4	Varier les problèmes <i>à l'intérieur</i> du groupe (présentations orales plus variées)
3	Redéfinir le rôle de l' <i>animateur d'équipe</i>
2	Alléger les laboratoires existants (ou en enlever)
2	Avertir les élèves de la méthode employée dans ce cours lors de l'inscription ou avant
2	Montrer comment faire un schéma
2	Faire un peu plus de cours théoriques (moitié APP, moitié cours trad.)
2	Peut-être modifier le contenu du <i>journal de bord</i> car beaucoup de travail

Quelques commentaires généraux

- *Je suis vraiment contente d'avoir travaillé avec cette méthode. Moi qui était très sceptique au départ (plusieurs aspects correspondaient à ce que je déteste : travail en équipe, recherche, etc.), vous m'avez convertie! J'ai l'impression d'avoir mieux et plus appris de cette façon.*
- *J'ai beaucoup apprécié le travail d'équipe sous cette forme alors que je ne l'avais jamais apprécié avant.*
- *On se sent plus important, plus responsable de nos apprentissages*

III- Commentaires sur le TRAVAIL DE RECHERCHE (sondage n° 5, fin de session)

Commentaires personnels: POSITIFS

Total	Esprit du commentaire
9	Très intéressant (nous avons choisi notre problématique)
4	M'a permis d'approfondir ma problématique (j'ai appris beaucoup de choses)
2	Bon moyen d'apprentissage (pour comprendre et simplifier des processus complexes)
2	Exposés oraux des autres équipes très intéressants

Commentaires personnels: NÉGATIFS

Total	Esprit du commentaire
9	Demande énormément de travail
4	Pas assez de temps pour les exposés oraux de fin de session
2	Difficulté à synthétiser car sujet très vaste
2	Assez dispendieux (acétates, photocopies)

Suggestions

Total	Esprit du commentaire
4	Accorder plus de temps pour les exposés oraux de fin de session
3	Rencontres avec le tuteur moins fréquentes pour le travail de recherche
2	Faire en sorte que le travail soit mieux réparti entre les coéquipiers

IV– Commentaires sur l'ENSEMBLE DU COURS (sondage n° 5, fin de session)

Suggestions

Total	E s p r i t d u c o m m e n t a i r e
	Répartition des points pour différentes parties (et autres remarques sur les évaluations)
6	Moins de points sur l'examen de mi-session et plus sur les problèmes
3	L'examen de mi-session trop difficile et trop long [et correction sévère (1)]
3	Moins de points sur le journal de bord et plus pour chaque problématique (petites recherches — APP)
2	Plus de points sur le travail de recherche
	Répartition du travail dans le semestre
4	Donner plus qu'un examen; trop de matière pour un même examen (ex. séparer théorie et labo)
3	Réduire un peu la charge de travail
2	Plus de temps pour les problèmes de recherche (problématiques)
2	Ne pas faire les laboratoires la même semaine que la recherche (surcharge de travail)
	Rôle du tuteur
2	Bonne contribution du tuteur, grande disponibilité
2	Le tuteur devrait insister davantage sur les notions théoriques

Commentaires libres

Total	E s p r i t d u c o m m e n t a i r e
	Positifs
18	J'ai beaucoup aimé ce cours (et ce type d'apprentissage) (ou m'a beaucoup intéressé)
6	Je suis persuadé que ça va m'aider à l'université
3	J'ai appris beaucoup de choses par moi-même
2	J'ai appris comment chercher des informations nouvelles et comment les synthétiser (à me débrouiller)
	Négatifs
3	Quantité de connaissances acquises moindre qu'avec un cours traditionnel
3	J'aurais aimé tout de même un cours traditionnel avec beaucoup de contenus

Commentaires généraux :

- *J'ai adoré ce cours, je suis certaine que ça va me donner un coup de pouce à l'université.*
- *J'espère que les étudiants des prochaines années pourront bénéficier de ce cours car il est vraiment intéressant.*
- *Super cours! À maintenir à tout prix dans les années à venir.*
- *Excellente structure de cours. Un modèle pour les autres cours!*

- *Cours très apprécié pour une première approche universitaire.*
- *L'APP est une excellente méthode pour apprendre!*
- *Beaucoup de travail, mais cela en vaut la peine.*
- *Au départ, j'avais certaines craintes face à ce cours, mais au fil des semaines, j'ai commencé à apprécier celui-ci de façon très «succulente»!*
- *Ce nouveau cours a vraiment été super! Quoi de plus motivant pour l'intellect d'approfondir des notions par soi-même. Tout ce que j'ai appris dans ce cours, je ne suis pas prêt de l'oublier... Chapeau!!!*
- *J'espère que ce cours se donnera dans les années à venir car il apporte beaucoup plus qu'un simple cours traditionnel.*

Quelques tendances dans les commentaires

Globalement, les élèves expriment dans leurs commentaires *une adhésion assez claire au modèle d'apprentissage proposé*. Cette tendance suit celle exprimée dans leurs choix sur l'échelle de 1 à 4.

Concernant la partie APP, les élèves expriment une appréciation très positive du travail en équipe, de la démarche de recherche, du travail à des problèmes concrets, des présentations orales et de l'autonomie laissée à l'élève. Par ailleurs, on mentionne souvent la somme de travail élevée à fournir, le manque de temps pour faire le travail requis et la difficulté à trouver des sources documentaires adéquates.

Quant à la deuxième partie sur le travail de recherche, on apprécie le fait de choisir sa problématique et la possibilité de l'approfondir. On note la qualité de l'apprentissage qui en résulte. Par contre, on déplore toujours la somme de travail à fournir. Certains élèves déplorent également avoir manqué de temps pour leurs exposés oraux, notamment les équipes de trois qui auraient eu besoin de plus de 30 minutes.

**TRANSFERTS,
CONCLUSION ET
PERSPECTIVES**

1. Introduction
2. Méthodologie
3. Résultats
4. Discussion
5. Conclusion

Cette recherche nous a amenés à réfléchir à nos pratiques professionnelles, aux objectifs de formation et aux contenus de l'actuel programme de Sciences de la nature. Nous livrons ces réflexions en guise de conclusion à cette étape de notre projet.

1. TRANSFERT À LA FILIÈRE MATHÉMATIQUES-PHYSIQUE

Notre modèle d'APP adapté n'a été mis à l'épreuve que dans la filière CHIMIE-BIOLOGIE du programme Sciences de la nature. Toutefois, nous estimons que ce modèle est transposable à la filière MATHÉMATIQUES-PHYSIQUE, voire à d'autres programmes. Cependant, tout transfert d'un modèle pédagogique n'est pas automatique. Dans cette opération, on doit tenir compte des particularités du programme, des contenus à transmettre et des objectifs de formation fondamentale visés.

La filière MATHÉMATIQUES-PHYSIQUE et la filière CHIMIE-BIOLOGIE appartiennent au même programme. En conséquence ces deux filières devraient partager des objectifs de formation communs. Par ailleurs, les clientèles des deux filières ont des profils académiques similaires. Ce sont leurs orientations universitaires qui diffèrent. Ce qui distingue les deux filières, ce sont essentiellement les contenus disciplinaires et les familles de situations-problèmes qui les caractérisent.

Les contenus disciplinaires et les situations-problèmes de la filière MATHÉMATIQUES-PHYSIQUE font une large place au langage mathématique pour décrire des phénomènes physiques. À cet effet, il nous semble qu'une approche parfois trop technique, voire réductrice des phénomènes physiques ne laisse pas assez de place à leur compréhension. On évacue trop souvent et trop rapidement l'*aspect qualitatif* des phénomènes pour se rabattre sur des techniques mathématiques et des applications de formules. D'autre part, on ne devrait pas oublier que l'objectif des cours de mathématiques au collégial est «de rendre l'élève apte à mathématiser des situations concrètes».

Processus de modélisation d'un phénomène

Les remarques précédentes nous amènent à considérer la *modélisation* comme un processus par lequel on pourrait guider les élèves dans le traitement des situations-problèmes de la filière MATHÉMATIQUES-PHYSIQUE. Par modélisation d'un phénomène, on entend le traduire sous forme mathématique de façon à le rendre prévisible et à en donner une connaissance plus approfondie. En plus de mettre en œuvre des capacités techniques à maîtriser des outils mathématiques, le traitement des situations-problèmes suggérées devrait aussi exiger des élèves (1) qu'ils *comprennent qualitativement* le phénomène en cause avant de s'attaquer aux aspects techniques et quantitatifs de son traitement, et (2) qu'ils fassent appel à leur capacité de *modélisation*, c'est-à-dire de «mathématiser des situations concrètes».

L'étude de phénomènes physiques par modélisation est une approche assez répandue, notamment dans les facultés de sciences appliquées aux États-Unis. C'est également une démarche qui conduit à la *simulation* à l'aide d'outils informatiques appropriés. Pour illustrer notre propos, voici le schéma suivant qui représente un cycle de modélisation.

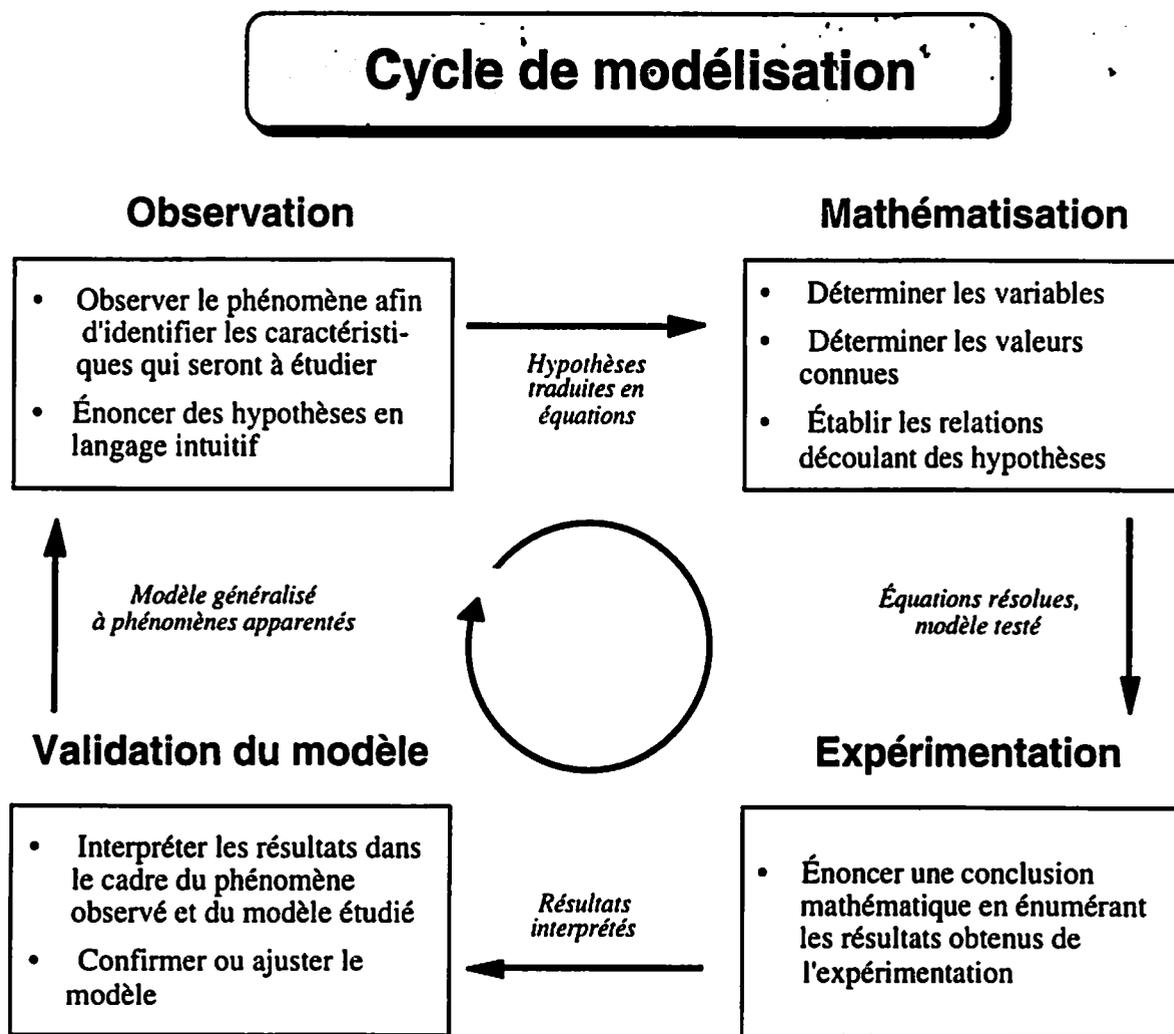


Schéma adapté par Philippe Etchécopar et Céline Saint-Pierre
Département de Mathématiques, Collège de Rimouski

Les étapes de modélisation identifiées dans ce schéma sont décrites dans *Calculus a graphing approach*, de Finney, Thomas, Demana et Waits. Ce processus de modélisation découle des travaux du mathématicien George Polya, qui sont présentés dans *L'univers mathématique* de Reuben et Hersh.

Dans un processus de modélisation de phénomènes physiques, les *équations différentielles* nous semblent un outil mathématique approprié à plusieurs types de problèmes. Or, dans la séquence des contenus mathématiques de Sciences de la nature au collégial, les équations différentielles sont un aboutissement normal des cours de calcul différentiel et intégral. Bien sûr, d'autres

outils mathématiques, notamment l'algèbre vectorielle et linéaire, pourraient aussi être utilisés dans la construction d'un modèle d'un phénomène. Par ailleurs, il nous semble que les cours de physique obligatoires en Sciences de la nature au collégial fournissent des contextes fort pertinents pour une étude qualitative des phénomènes et un traitement par modélisation.

Voilà autant de raisons qui nous amènent à suggérer que le cadre du cours *Activité de synthèse* de la filière MATHÉMATIQUES-PHYSIQUE en Sciences de la nature en serait un de traitement de situations-problèmes par modélisation.

Modélisation et méthode APP

Comment concilier une pédagogie de type APP avec une approche par modélisation? Il nous semble que la clé réside dans le rapprochement possible, voire l'analogie entre les étapes d'un cycle de modélisation et les étapes suggérées pour traiter une situation-problème selon notre modèle d'APP adapté. En somme, nous croyons que ces deux processus peuvent cohabiter dans une même démarche, comme le montre le *schéma de la page suivante*.

Pour que ce modèle soit opérationnel et qu'il soit un cadre pour une intégration de connaissances multidisciplinaires, il faudra que les disciplines concernées, en l'occurrence Mathématiques et Physique, travaillent en concertation pour :

- identifier les contenus disciplinaires visés dans un cours *Activité de synthèse* de cette filière,
- identifier des thèmes et définir des situations-problèmes qui permettraient de voir les contenus identifiés,
- résoudre les situations-problèmes et définir le niveau de traitement attendu des élèves.

Étapes de l'APP intégrant la modélisation

Modalité

Étapes du modèle d'APP proposé

Cycle de modélisation

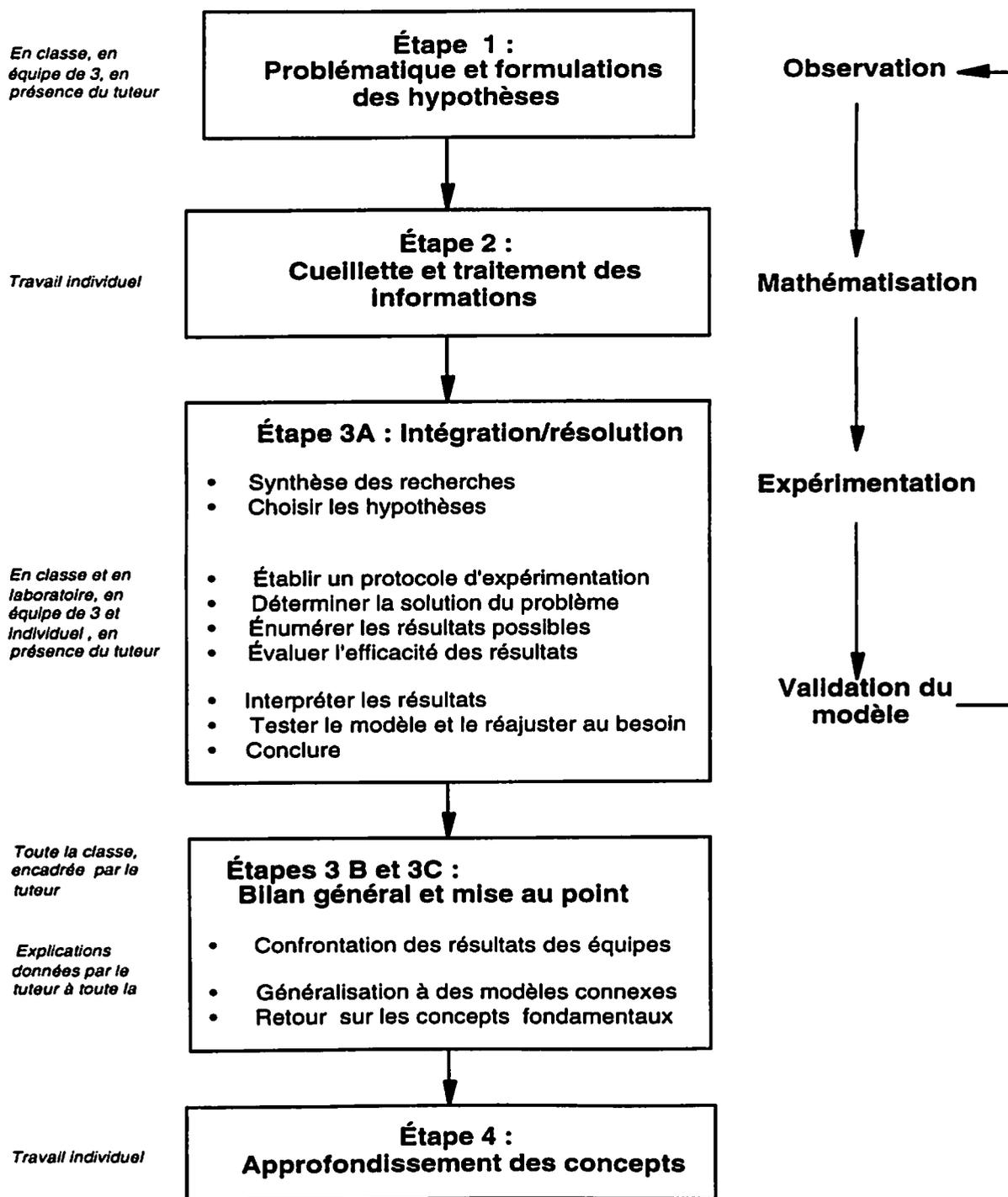


Schéma adapté par Céline Saint-Pierre, Département de Mathématiques, Collège de Rimouski

Méthode APP et enseignement par projets

Nous estimons que plusieurs types d'intervention en classe peuvent être appliquées dans un contexte où les élèves réalisent des tâches de relative envergure. L'enseignant peut alors choisir son type d'intervention selon la tâche ou l'étape du travail à réaliser. Or, le traitement de situations-problèmes assez complexes permet une diversité d'interventions selon les phases du traitement.

D'autre part, dans plusieurs facultés universitaires de sciences appliquées, on assiste à la généralisation de pratiques pédagogiques dérivées d'un *enseignement par projets*. Dans les cours où l'on pratique cette approche, les étudiants doivent réaliser des *prototypes* qu'ils conçoivent d'abord à partir de quelques consignes sommaires et en respectant des contraintes. Nous croyons que la réalisation de projets comme on le fait déjà dans les facultés de génie constitue une belle occasion pour l'enseignant de ne pas restreindre son intervention à un cours de type magistral. De ce point de vue, l'enseignement par projets au niveau universitaire est un prolongement du modèle que nous proposons au collégial.

Il nous semble que APP et enseignement par projets réfèrent à des modèles d'enseignement apparentés. D'autre part, ces deux variantes pédagogiques sont tout à fait compatibles avec une approche par modélisation. Pour ces raisons, nous estimons que la deuxième partie du cours *Activité de synthèse*, qui devrait tenir lieu d'épreuve synthèse de la filière MATHÉMATIQUES-PHYSIQUE, pourrait consister en une modélisation d'un phénomène ou en une réalisation d'un projet. Une telle orientation pourrait mieux préparer les élèves à leurs études universitaires, notamment celles et ceux qui se dirigent vers des facultés de génie.

2. APPRÉCIATION GLOBALE DE CETTE ACTIVITÉ DE SYNTHÈSE

Le bilan de l'expérimentation présenté dans ce rapport est globalement positif. D'abord, la formule proposée s'avère réaliste, applicable dans les conditions concrètes de mise en œuvre du programme, et produit des résultats appréciés des élèves. En effet, l'expérience a montré que la démarche d'apprentissage proposée a permis aux élèves d'atteindre des objectifs de formation fondamentale et l'acquisition de contenus disciplinaires. Les apprentissages réalisés sont des acquis pour la poursuite des études. Par ailleurs, la formule fournit aux enseignantes et enseignants un lieu de pratique concrète d'une réelle approche programme.

Évaluation positive par les élèves

À la section 4 de ce rapport, nous avons présenté les résultats des sondages auprès des élèves. On retient notamment l'appréciation positive des élèves de leur rôle plus actif dans leur apprentissage, bien que cette formule exige plus de travail de leur part. Ces résultats nous incitent à renouveler l'application de notre modèle d'APP et d'en proposer le transfert à l'autre filière de Sciences de la nature, voire à l'adapter à d'autres programmes.

Expérience enrichissante pour l'équipe de tuteurs

Les enseignantes et enseignants à qui l'on a présenté nos résultats ont noté le caractère réaliste et innovateur de notre expérimentation. Bien sûr, tout le monde reconnaît qu'il y a un effort à faire pour intégrer un modèle de type APP à notre enseignement, compte tenu de nos expériences passées, voire de notre culture enseignante qui fait une large place au savoir dispensé par des «maîtres». L'enthousiasme de l'équipe de tuteurs ne s'est pas démentie et la première mise à l'épreuve du modèle a confirmé le bien-fondé de ses idées de base et des objectifs de formation fondamentale visés.

Faisabilité de la méthode APP adaptée au programme de Sciences au collégial

Le but de ce projet de recherche était d'abord de concevoir un modèle pour une activité de synthèse en Sciences de la nature. Nous croyons avoir réalisé ce but de façon satisfaisante. De plus, notre modèle a passé avec succès l'étape cruciale de l'expérimentation auprès des élèves. Nous estimons que le degré de concrétude atteint avec cette étape d'expérimentation confère, croyons-nous, une crédibilité à notre modèle.

L'adaptation à la filière MATHÉMATIQUES-PHYSIQUE reste à faire. Celle-ci demande encore du travail, mais nous croyons que le cadre général du modèle pédagogique mis à l'épreuve constituera une base stable pour ce transfert.

Un modèle transférable à d'autres programmes

L'enseignement par problèmes est en voie de devenir un paradigme. Il faut dire que ce type d'enseignement est déjà pratiqué depuis assez longtemps. En effet, les appellations «projet de fin d'études», «champ d'applications», «micro-thèse» et «stages» font déjà partie du vocabulaire courant de plusieurs programmes professionnels. On aura reconnu dans ces termes une pédagogie contextualisée et incarnée dans des projets concrets qui exigent une intégration des connaissances d'un programme et la mise en œuvre de compétences dans des situations caractéristiques de fin de programmes d'études.

Voilà pourquoi nous croyons qu'une transposition de notre modèle d'APP à des programmes professionnels est possible avec les adaptations imposées par les particularités des contenus disciplinaires. Nous croyons aussi que notre modèle pourrait servir de cadre à des épreuves synthèse de programmes. En effet, il répond aux critères de validité énoncés par TREMBLAY (1994) et mentionnés à la section 2 de ce rapport.

3. DIVERSIFICATION NÉCESSAIRE DE NOS MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

Avec l'explosion des connaissances et leur changement toujours plus rapide, il est devenu impératif que l'élève sache *rechercher* efficacement l'information, utiliser son *jugement* pour distinguer l'essentiel de l'auxiliaire et faire la *synthèse* des informations retenues. Bref, l'élève

qui termine ses études collégiales devrait avoir acquis une certaine *autonomie* dans ses apprentissages. Pour développer son autonomie, l'élève doit avoir l'occasion de «pratiquer». Le cours magistral est peu propice à cette formation. Il faut alors faire une place, au moins dans certains cours, à une pédagogie qui sollicite la participation active des élèves.

La diversification de nos modes d'intervention auprès des élèves amène une modification de notre fonction dans leur apprentissage. Il faut accepter que l'enseignant ne soit pas le seul dépositaire des connaissances que l'élève peut acquérir à l'école. Dans un monde où les *échanges* sont facilités, les élèves ont accès à d'autres ressources que leurs professeurs. Dans ce contexte, l'enseignant est d'abord un *guide* à travers des réseaux de ressources et de connaissances.

De nouveaux paradigmes en éducation

Des auteurs réfèrent à «un nouveau paradigme» pour désigner les courants convergents actuellement perceptibles en éducation. Le tableau suivant compare deux «visions» de l'éducation et des pratiques qui peuvent en être dérivées.

Quelques paradigmes en éducation, adaptation de REINHARDT , mars 1995

Modèle conventionnel	Modèle émergent
Cours magistraux Abstraction «dirigée»	Exploration individuelle Apprentissage actif
Travail individuel Enseignant omniprésent	Travail d'équipe Enseignant guide
Contenus stables Homogénéité	Contenus éphémères Diversité

Quelques pratiques pédagogiques à développer

Les changements de perception du rôle de l'enseignant et les modifications de sa fonction avec l'évolution des savoirs et des technologies devraient se traduire par des modes d'intervention plus diversifiés et adaptés à chaque objectif d'apprentissage. À cet effet, voici quelques pratiques à intégrer ou à consolider :

- favoriser le tutorat et le travail d'équipe;
- laisser à l'élève le rôle d'acteur principal dans son apprentissage;
- créer un environnement qui sollicite la participation des élèves;
- favoriser des apprentissages coopératifs;
- aider l'élève à nommer, structurer et schématiser ses connaissances.

Dans toutes les approches notées ci-haut, les technologies de l'information et des communications peuvent être de précieux recours pour les élèves et les enseignants.

L'enseignement magistral a toujours sa place

Nous sommes conscients qu'une pédagogie de type APP n'est pas une panacée. L'enseignement magistral demeure une approche qui maximise le volume de connaissances à transmettre. Nous

ne suggérons pas de remplacer cette pédagogie dans tous les cours du programme. Toutefois, *l'usage exclusif de l'exposé magistral* engendre certaines lacunes, particulièrement au niveau de la formation fondamentale.

En somme, APP et cours magistral sont deux formules pédagogiques complémentaires. C'est pourquoi nous préconisons une diversification des méthodes pédagogiques.

4. ENSEIGNER *EXPLICITEMENT* DES ÉLÉMENTS DE FORMATION FONDAMENTALE

Nous avons posé comme prémisse qu'il faut enseigner explicitement des éléments de formation fondamentale. Cette approche conduit à l'ajout de nouveaux contenus au programme de Sciences de la nature. Par ailleurs, on constate que les connaissances et les méthodes disciplinaires sont éphémères. De plus, les élèves ont tendance à oublier une bonne part des connaissances transmises dans les cours magistraux. Ces circonstances devraient nous amener à revoir le programme et s'assurer que les contenus transmis permettent aux élèves de s'adapter au rythme toujours croissant de l'évolution des connaissances scientifiques et des technologies et de faire preuve d'autonomie face à de nouvelles situations.

Des choix de contenus et de méthodes pédagogiques à faire dans le programme

Comme le nombre de crédits du programme va probablement rester constant, il faudra donc faire des choix dans les contenus disciplinaires actuels. On pourrait retenir comme critères de pertinence d'un élément de contenu (déclaratif, procédural ou conceptuel) sa nécessité logique dans la séquence des cours, sa contribution à l'atteinte des finalités de formation retenues pour le programme et son degré d'actualité.

D'autre part, on a insisté sur la diversification de nos méthodes pédagogiques pour tenir compte de la variété des objectifs d'apprentissage et de formation visés. On pense surtout aux moyens qui font plus appel à l'initiative, à l'autonomie et l'implication active de l'élève dans son processus d'apprentissage.

En somme, nous invitons les intervenants au programme de Sciences de la nature à des *compromis* dans la définition du programme et dans le choix des méthodes pédagogiques.

Viser des objectifs de formation fondamentale transférables

La plupart des enseignants, notamment en Sciences de la nature, accordent beaucoup d'importance aux contenus disciplinaires. D'aucuns y voient la seule finalité de leur enseignement. Cependant, d'autres «contenus» qui réfèrent à des éléments de formation transférables sont aussi importants et devraient faire l'objet d'un enseignement explicite. On pense en particulier à développer des capacités de :

- travail personnel, planification et organisation du temps,
- travail d'équipe,
- synthèse et intégration de connaissances,
- communication orale et écrite,
- organisation, structuration et schématisation des connaissances,
- analyse et résolution de problèmes.

On aura reconnu plusieurs des objectifs de formation fondamentale visés par le cours *Activité de synthèse* selon une approche de type APP! Ces objectifs nous semblent incontournables car ils contribuent à la finalité ultime de *tous* les programmes de formation : l'*autonomie* de l'élève, d'abord manifestée dans son apprentissage.

5. ÉTAPE SUIVANTE : INTÉGRATION DE SITUATIONS-PROBLÈMES DANS LES COURS DU PROGRAMME

On a déjà mentionné que l'exigence prochaine d'une épreuve synthèse de programme nous a conduits à travailler d'abord sur la mise au point d'une activité de synthèse en fin de programme avant l'implantation d'un tel modèle dans les cours préalables. On constate pourtant que la capacité de synthèse et d'intégration devrait être sollicitée auparavant pour mieux préparer les élèves à rencontrer cette exigence.

Or, le recours à des situations-problèmes comme interrogation, élément déclencheur d'une démarche de recherche et d'auto-apprentissage nous semble un moyen réaliste pour rendre notre enseignement plus concret et le diversifier en y ajoutant un autre type d'intervention à la présentation magistrale de notions théoriques et aux séances d'exercices guidés.

Situation-problème : une clé pour un apprentissage intégré

Nous concevons une situation-problème à la fois comme un prétexte et un moyen pour (1) *contextualiser* des apprentissages; (2) étudier un phénomène réaliste; (3) faire la synthèse d'un cours ou d'une partie d'un cours; (4) aborder, introduire de nouveaux contenus.

De ce point de vue, l'apprentissage par problèmes ne vient pas se substituer au cours magistral, il le complète. On peut même imaginer un enseignant partir d'une situation-problème pour faire une présentation magistrale pour un bilan ou une synthèse d'une partie ou d'un cours.

Une activité d'intégration dans chaque cours

De la notion de compétence, nous retenons l'idée de synthèse, de transfert et d'intégration de connaissances. Puisqu'un cours devrait viser le développement d'une compétence, il en découle la nécessité de mettre au point des activités de développement et de mise en œuvre de cette compétence. D'autre part, on a délaissé la pratique des examens de synthèse de cours. Bien que cette exigence soit discutable dans certaines applications, sa disparition a permis la généralisation

de l'enseignement parcellaire, «par tiroirs». Nous sommes d'avis que la réussite d'un cours devrait être reconnue si l'élève peut intégrer et mettre en œuvre l'ensemble des connaissances acquises dans ce cours.

Le traitement d'une situation-problème représentative des contextes rencontrés dans le cours exige une intégration des connaissances. Voilà pourquoi nous suggérons qu'une activité d'intégration termine un cours et que son résultat tienne lieu d'examen de synthèse de cours. En somme, une telle activité nous semble un contexte approprié pour la mise en œuvre et l'évaluation d'une compétence.

6. VERS UN RENOUVELLEMENT DU PROGRAMME DE SCIENCES DE LA NATURE

Différents intervenants du réseau collégial analysent des résultats des expérimentations et travaillent à l'élaboration d'un programme de Sciences de la nature «renouvelé». Un consensus semble se dessiner autour d'une douzaine de macro-compétences visées par cet éventuel programme. Or, ces buts du programme réfèrent essentiellement à des objectifs de formation fondamentale qui transcendent les disciplines de Sciences de la nature, notamment l'intégration des apprentissages et leur application adéquate dans l'ensemble des situations auxquelles les élèves seront confrontés dans leurs études universitaires. On prévoit même au moins deux unités pour un objectif d'intégration des apprentissages.

Activité de synthèse et projet de programme renouvelé : une convergence d'objectifs

Nous constatons que plusieurs des objectifs visés par le projet de programme renouvelé coïncident avec ceux de notre modèle d'activité de synthèse. Les six objectifs suivants, extraits du projet de programme renouvelé, en témoignent :

- aborder la résolution de problèmes de façon systématique;
- utiliser des technologies appropriées de traitement de l'information;
- communiquer efficacement;
- apprendre de façon autonome;
- travailler en équipe;
- traiter des situations nouvelles à partir de ses acquis.

Sans être une panacée, il nous semble que l'enseignement à partir de situations-problèmes dans le programme de Sciences de la nature est un excellent moyen pour atteindre ces objectifs. C'est pourquoi nous recommandons que dans le programme renouvelé de Sciences de la nature, l'on fasse une place à une *activité d'intégration* des connaissances dans chaque cours, et en fin de programme, dans un cours *Activité de synthèse*, d'autre part.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

- ALLÈGRE, Claude. (1995). «L'enseignement des sciences est à repenser», dans *La Recherche*, décembre 1995, p. 99-101
- ANDERSON, John R. *Cognitive Psychology and its Implications*, New York, W. H. Freeman and Company, 1990, 519 p.
- ASSOCIATION MATHÉMATIQUE du QUÉBEC AMQ. (1991). *Potentiel humain et mathématiques*, mémoire présenté par l'AMQ au Conseil des collègues, janvier 1991.
- BARROWS, H.S. (1986). «A Taxonomy of Problem-based Learning methods», *Medical Education*, 20: 481-486, 1986.
- BEAUDOIN, Gaétan, Réal CANTIN et Philippe ETCHÉCOPAR. (1994). *Une approche programme et ses deux fils conducteurs en Sciences de la nature*, Actes du 14^e Colloque de l'AQPC, Québec, 1994
- BÉDARD, René. (1991) «La synthèse : condition essentielle d'une tête bien faite», communication au Congrès de l'A.I.P.U. 1991, dans *L'enseignement centré sur l'apprentissage*, p. 83-89
- BEYER, B.K. *Developping a Thinking Skills Program*, New York, Allyn and Bacon, 1988.
- BLOUIN, Yves. *Réussir en sciences*, Sillery, Cégep François-Xavier Garneau, 1986, 135 p.
- BORDELEAU, Pierre (collectif). *Des outils pour apprendre avec l'ordinateur*, Montréal, Les Éditions LOGIQUES, 1994, 549 p.
- BRETON, Jacques. (1990). «La schématisation des concepts : un instrument de développement des habiletés conceptuelles au collégial», *Actes du 10^e Colloque de l'AQPC*, Québec, 1990.
- CAILLÉ, André. (1996). «En enseignement des sciences, Les effets de la recherche sur le changement», *Spectre*, Février-mars 1996, p. 10-17.
- CANTIN, Réal et Laurent CHÉNARD. *Chimie raisonnée*, Montréal, ERPI, 1989, 368 p.
- CANTIN, Réal et Laurent CHÉNARD. *Expérimentation d'une méthode d'enseignement en chimie 101*, Rapport de recherche, Rimouski, Cégep de Rimouski, 1990, 139 p.
- CARR, W. et KEMMINS, S. *Becoming Critical*, London, Falmer Press, 1986.
- CAUCHY, François et Michel SAINT-ONGE. (1995). «L'épreuve synthèse : pourquoi ?», *Actes du 15^e Colloque de l'AQPC*, Rivière-du-Loup, 1995.
- COMMISSION D'ÉVALUATION DE L'ENSEIGNEMENT COLLÉGIAL. (1995). «Évaluation des apprentissages et renouveau de l'enseignement collégial», dans *Pédagogie collégiale*, Vol. 8, n° 3, mars 1995, p. 34-36

- CONSEIL DES COLLÈGES. (1992). Avis sur *Le programme des sciences de la nature*, juin 1992, 59 p.
- CONSEIL SUPÉRIEUR DE L'ÉDUCATION. (1988). *Du collège à l'université: l'articulation des deux ordres d'enseignement supérieur*, avril 1988, 50 p.
- CRADLER, John, 11 octobre 1995, *Implementing Technology in Education: Recent Findings from Research and Evaluation Studies*, Far West Laboratory, Adresse URL : <http://www.fwl.org/techpolicy/recapproach.html>
- CRESCENTY, Jean-Claude. (1995). «Mise en place d'une épreuve synthèse de programme», Groupe de travail PERFORMA, Montréal, Cégep de Saint-Laurent, avril 1995, 12 p.
- DELACOTE, Goéry. *Savoir apprendre: les nouvelles méthodes*, Paris, Éditions Odile Jacob, 1996, 278 p.
- DÉSAUTELS, Jacques. *École + Science = Échec*, Québec, Québec Science Éditeur, 1980, 283 p.
- DESMARCHAIS, Jacques E. (1991). «From traditional to problem-based learning : how the switch was made at Sherbrooke, Canada», *The Lancet*, 33 : 234-237, 1991.
- DESMEULES, Ghislain. *Propos sur la résolution de problèmes*, Laval Québec, Beauchemin, 1992, 91 p.
- DIRECTION GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT COLLÉGIAL. (1988). *Révision de la concentration en sciences de la nature au collégial, les orientations ministérielles*, Québec, octobre 1988.
- DUMAIS, Bertrand. *L'apprentissage par problèmes, description des étapes de l'APP*, Université de Sherbrooke, 1992, 18 p.
- ELLIOT, J. (1981). *Action Research: a Framework for Self-Evaluation in Schools, Teacher-Pupil Interaction and the Quality of Learning Project*, Working Paper No. 1, Cambridge, Institute of Education, 1981.
- FABRE, Michel. (1993). «De la résolution de problèmes à la problématisation», dans «Didactique IV : Statut et fonction du problème dans l'enseignement des sciences», revue *Les sciences de l'éducation*, Université de Caen, 4-5/1993, 222 p.
- FORCIER, Paul, Jacques LALIBERTÉ et Gilles TREMBLAY. (1994) «Quelques jalons de réflexion à propos de l'épreuve synthèse de programme», Colloque sur l'épreuve synthèse de programme, Fédération des cégeps, Montréal, 30 novembre 1994, 4 p.
- FORCIER, Paul. (1994) «À la recherche de la baguette magique», dans *Pédagogie collégiale*, Vol. 8, n°1, octobre 1994, p. 18-23
- FORCIER, Paul. (1994) «L'épreuve synthèse de programme : quelques valeurs à mettre en perspective», *Colloque sur l'épreuve synthèse de programme*, Fédération des cégeps, Montréal, 30 novembre 1994, 12 p.
- FUSTIER, Michel. *La résolution de problèmes*, 5^e édition, Paris, ESF éditeur, 1992, 166 p.

- GAGNÉ, Ellen D. *The Cognitive Psychology of School Learning*, Boston, Little, Brown and Company, 1985, 374 p.
- GAGNON, Claude, Rhéo LACROIX, François LASNIER, Marc-André LESSARD et André THIVIERGE. *Résultats PLUS*, Thetford Mines, Collège de la région de l'Amiante, 1993, 125 p.
- GOULET, Jean-Pierre. (1995). «Et si, pour l'instant, on oubliait la sanction des études dans l'épreuve synthèse de programme», *Pédagogie collégiale*, Décembre 1995, vol. 9 numéro 2, p 25-30.
- GOULET, Jean-Pierre. (1994). «L'épreuve synthèse de programme : pour éviter l'épreuve», dans *Pédagogie collégiale*, Vol. 7, n°4, mai 1994, p. 19-22
- GOVERNEMENT DU QUÉBEC. (1993). «Des collèges pour le Québec du XXI^e siècle», revue *FINE POINTE*, Vol. 8, numéro spécial, avril 1993.
- GOVERNEMENT DU QUÉBEC. (1996). «Partenaires de demain, éducation», Conférence socio-économique *Les nouvelles technologies de l'information et des communications en éducation*, janvier 1996.
- GOYETTE, Gabriel et Michelle LESSARD-HÉBERT. *La recherche-action, ses fonctions, ses fondements et son instrumentation*, Québec, Presses de l'Université du Québec, 1987, 204 p.
- GRISÉ, Sylvie et Daniel TROTTIER. *Le développement d'un modèle d'enseignement des habiletés professionnelles d'ordre socio-affectif en techniques humaines* Rapport d'étape PAREA, Collège de Rimouski, 1995, 60 p.
- GROUPE DE TRAVAIL SUR L'ÉPREUVE SYNTHÈSE DE PROGRAMME. (1995) *Document de travail* préparé par Jacques Laliberté, 12 juin 1995
- GUILBERT, J.J. (1979). «Les maladies du curriculum», adaptation du texte de Stephen Abrahamson paru dans le *Journal of Medication Education*, 53:951-957, 1979.
- GUIOMAR, Marie-Germaine et Daniel HÉBERT. *Repères méthodologiques*, Montréal, ERPI, 1995, 218 p.
- GUY, Hermann. (1994). «L'intégration des apprentissages... ou ce qui traverse les âges et les modes!», dans *Lignes pédagogiques*, Vol. 9, n°1, décembre 1994, p. 5-8
- HOWE, Robert et Louise MÉNARD. (1993). *Croyances et pratiques en évaluation des apprentissages : Étude des croyances et des pratiques des enseignants des cégeps à l'égard de l'évaluation des apprentissages*. Montréal, Collège de Montmorency, juin 1993, p. 51-58
- HUBERMAN, A.M. et M.B. MILES. *Analyse de données qualitatives, Recueil de nouvelles méthodes*, Bruxelles, De Boeck, Éditions du Renouveau Pédagogique, 1991,
- JOSHUA, Samuel et Jean-Jacques DUPIN. *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*, Paris, Presses Universitaires de France, 1993, 422 p.

- KILPATRICK, J. (1985). «A retrospective account of the past 25 years of research on teaching mathematical problem solving», dans E.A. SILVER Ed., *Teaching and learning mathematical problem solving : multiple research perspectives*, Hillsdale, NJ Lawrence Erlbaum, 1985.
- LALIBERTÉ, Jacques. (1988). «La formation fondamentale et la dynamique éducative d'un collège», *Pédagogie collégiale*, Janvier 1988, vol. 1 numéro 2, p. 28-37.
- LALIBERTÉ, Jacques. (1994). «L'intégration des apprentissages», exposé tenu lors de la journée pédagogique au Cégep de Rimouski le 1^{er} novembre 1994
- LALIBERTÉ, Jacques. (1995). «L'épreuve synthèse de programme : gage ou facteur de l'intégration des apprentissages?», dans *Pédagogie collégiale*, Vol. 8, n°3, mars 1995, p. 18-23
- LALIBERTÉ, Jacques. (1995). «Michel Saint-Onge et l'approche par compétences», dans *Le Relais*, Vol. 4, n°3, mai 1995, p. 3-9
- LAMOUREUX, Andrée. *Une démarche scientifique en sciences humaines*, Laval Québec, Éditions Études Vivantes, 1992, 638 p.
- LEGENDRE, Renald. *Dictionnaire actuel de l'éducation*, 2^e édition, Montréal, Guérin, 1993, 1500 p.
- LEVEAULT, Dany. (1995). «L'épreuve synthèse : entre la docimologie et la pédagogie», *Colloque de l'AQPC*, Rivière-du Loup, juin 1995, 10 p.
- LOISELLE, Rollande et Suzanne ROULEAU. *Les réseaux de concepts au laboratoire*, projet PARÉA, Collège de Montmorency, Avril 1991
- MATTEAU, Pierre. (1995). «L'épreuve synthèse : on s'y prépare...», dans *Reflets*, Cégep de Chicoutimi, Vol. 5, n°5, p. 2-9
- NEWELL, Allen et Herbert A. SIMON. *Human Problem Solving*, Englewood Cliffs, Prentice-Hall Inc., 1972, 920 p.
- ORANGE, Christian. (1993). «Repères épistémologiques pour une didactique du problème», dans «Didactique IV : Statut et fonction du problème dans l'enseignement des sciences», édité par Michel FABRE, revue *Les sciences de l'éducation*, Université de Caen, 4-5/1993, 222 p.
- PALKIEWICZ, Jan. (1990). «Développement de la pensée et de l'action responsable dans une perspective d'acquisition de compétences au collégial», *Actes du 10^e colloque de l'AQPC*, Québec, 1990.
- PALKIEWICZ, Jan. (1996). Rapport de recherche : *Le développement des compétences intégrant la formation fondamentale dans le cours EDU 2433 «Didactique générale et gestion de la classe au primaire» donné selon une approche mixte, associant l'Apprentissage Par Problèmes aux cours théoriques*, UQAM, Janvier 1996
- PAQUETTE, Gilbert et Lucien ROY. *Systèmes à base de connaissances*, Laval, Éditions Beauchemin, 1990, 371 p.

- PERRENOUD, Philippe. (1995). «Des savoirs aux compétences, les incidences sur le métier d'enseignant et sur le métier d'élève», *Pédagogie collégiale*, Décembre 1995, vol. 9 numéro 2, p. 6-10.
- POLYA, George. *How to Solve It, A new Aspect of Mathematical Method*, Princeton, Princeton University Press, 1945, 253 p.
- POLYA, George. *Mathematical Discovery*, New York, John Wiley & Sons, 1981, 432 p.
- PRAWAT, Richard S. (1989). «Promoting Access to Knowledge, Strategy and Disposition in Students : A Research Synthesis», *Review of Educational Research*, Vol. 59, no 1, Spring 1989.
- REID, J. P. FORRESTAL et J. COOK. *Les petits groupes d'apprentissage dans la classe*, Laval Québec, Beauchemin, 1993, 112 p.
- REINHARDT, Andy. (1995). «7 New Ways to Learn», *BYTE*, mars 1995, p. 50-76
- REUMONT, André et Pierre REUMONT. *Projet Mathématiques*, Montréal, Collège de Maisonneuve, 1991, 200 p.
- ROUSSEAU, Christian. (1995). «La nouvelle sanction des études sera-t-elle juste et équitable», *Pédagogie collégiale*, Décembre 1995, vol. 9 numéro 2, p. 19-24.
- SAINT-ONGE, Michel et François CAUCHY. (1995). *L'épreuve synthèse : pourquoi ?* Actes du 15^e Colloque de l'AQPC, Rivière-du-Loup, juin 1995.
- SAINT-ONGE, Michel. (1995). «Pour une épreuve synthèse de programme utile», dans *Cahier du Renouveau 3*, Collège de Montmorency, 30 janvier 1995, 16 p.
- SAINT-ONGE, Michel. *Moi j'enseigne, mais eux apprennent-ils ?*, Laval, Éditions Beauchemin, 1992, 106 p.
- SOUKINI, Marie et Jacques FORTIER. *L'apprentissage par problèmes, Adaptation au collégial*, Sherbrooke, Collège de Sherbrooke, 1993, 215 p.
- SOUKINI, Marie et Jacques FORTIER. *L'apprentissage par problèmes, Adaptation au collégial*, Sherbrooke, Collège de Sherbrooke, 1995, 185 p.
- ST-ARNAUD, Yves. *Les petits groupes*, 2^e édition, Montréal, Université de Montréal, 1989.
- STEEN, Lynn Arthur. (1989). «Teaching mathematics for tomorrow's world», *Educational Leadership*, septembre 1989.
- TARDIF, Jacques. *Pour un enseignement stratégique : L'apport de la psychologie cognitive*, Montréal, Les Éditions LOGIQUES inc., 1992, 474 p.
- TREMBLAY, Gilles. (1994). «De l'importance d'élaborer des épreuves synthèse de programme qui soient significatives», Forum *Points de vue sur la réforme du collégial*, Actes du 14^e Colloque de l'AQPC, juin 1994, 5 p.

- TREMBLAY, Gilles. (1994). «L'épreuve synthèse de programme : testing ou évaluation?», dans *Colloque sur l'épreuve synthèse de programme. Textes des conférences et ateliers*. Fédération des cégeps, 30 novembre 1994, 14 p.
- TUCKMAN, B.W. (1965). «Developmental Sequences in Small Groups», *Psychological Bulletin*, 63: 384-399, 1965.
- VIENS, Chantal. (1995). *Introduction à la recherche qualitative et à la recherche-action*, ARC, 1995, 28 p.
- VIENS, Chantal. (1995). *Les outils de collecte de données en recherche qualitative et en recherche-action*, ARC, 1995, 55 p.
- WALKER, R. *Doing Research: A Handbook for Teachers*, Cambridge, Methuen, 1985.

ANNEXES

ANNEXE I :
EXEMPLE DE TRAITEMENT
D'UNE SITUATION-PROBLÈME

1. Introduction
2. Méthodes
3. Résultats
4. Discussion
5. Conclusion

Afin de bien assimiler la méthode proposée, nous vous soumettons un exemple de situation-problème et son traitement par une équipe formée de trois personnes : Johanne, Marcel et Louise. Il s'agit là, bien sûr, d'un exemple de traitement possible.

Énoncé de la situation-problème

Un couple de Québécois revient de Chine après avoir adopté une petite fille de 3 ans en parfaite santé. Dans les semaines qui suivent cependant, l'enfant manifeste des problèmes digestifs de plus en plus importants (flatulence, diarrhée, crampes abdominales). Le médecin consulté soupçonne le changement de régime alimentaire d'être à l'origine de ces manifestations. Il leur conseille de retirer un à un les éléments du régime alimentaire de l'enfant afin de cerner la source exacte du problème.

Après quelques semaines, il semble évident que le lait est l'aliment responsable des problèmes digestifs observés. Toutefois, plusieurs produits laitiers comme le yogourt et les fromages sont bien tolérés.

Comparer les caractéristiques physicochimiques des produits laitiers avec celles du lait frais. Montrer les sites et les processus qui permettent normalement leur transformation et leur digestion. Trouver le constituant qui est probablement responsable du problème. Décrire le processus qui explique sa disparition dans les produits laitiers mentionnés.

Expliquer les symptômes manifestés. Le problème de la petite Chinoise est-il exceptionnel ou au contraire très répandu dans certaines populations du globe?

Comment la biotechnologie peut-elle offrir une alternative à la solution simpliste qui consiste à supprimer le lait du régime alimentaire?

L'équipe prend connaissance de l'énoncé de la situation-problème (étape 1). Johanne est animatrice, Marcel est secrétaire et Louise est porte-parole.

Après réflexion, l'équipe entame l'étape 1. Voici son compte rendu préliminaire.

ÉTAPE 1 : Exemple de COMPTE RENDU préliminaire

Termes à définir (à partir du dictionnaire disponible en classe)

Flatulence : (du latin *flatus*, vent) Accumulation de gaz dans une cavité naturelle, particulièrement dans l'estomac ou l'intestin.

Biotechnologie : Ensemble de procédés d'exploitation rationnelle des cellules vivantes (souvent des microorganismes) ou de leurs enzymes pour la préparation ou la transformation de produits.

1• Définition du problème

Après discussion, l'équipe s'entend sur la définition suivante :

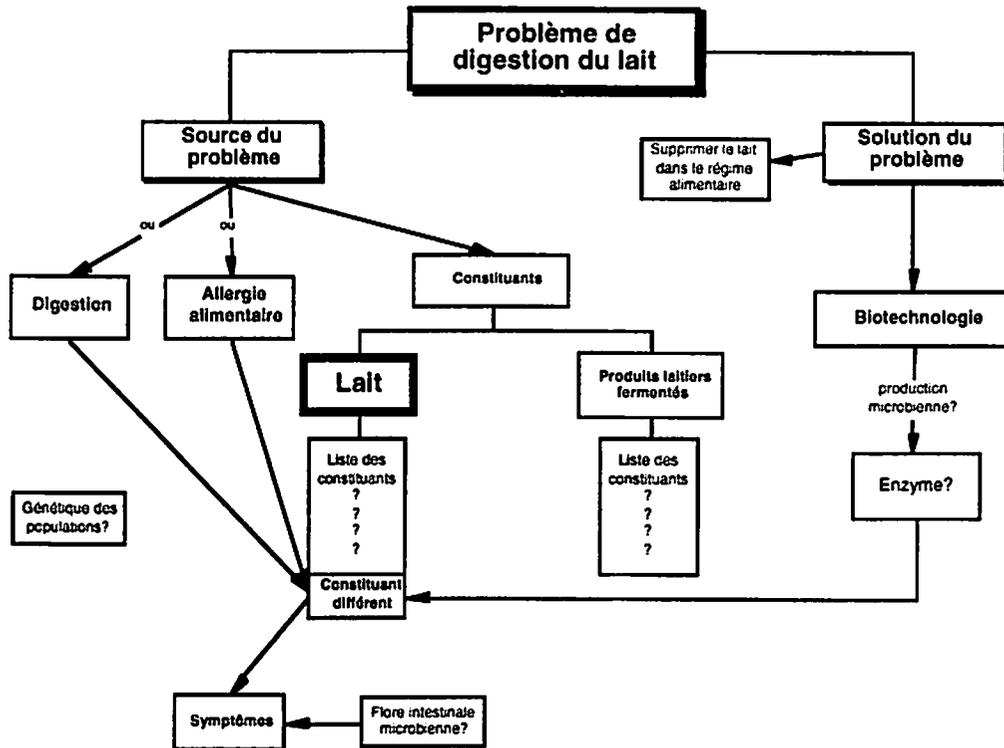
Une petite Chinoise a des problèmes pour digérer le lait frais, mais tolère bien certains produits de transformation du lait. Quel constituant du lait frais est responsable de cette intolérance, quel mécanisme en est la cause et quelle solution la biotechnologie peut-elle y apporter?

L'équipe analyse ensuite le problème en le décortiquant en sous-problèmes. Des hypothèses sont suggérées. Après discussion, certaines suggestions sont abandonnées, d'autres sont précisées. Marcel prend finalement en note les éléments suivants :

2• Questions soulevées par le problème (sous-problèmes)	3• Hypothèses d'explication (à partir des connaissances antérieures)
1. Pourquoi le yogourt et le fromage sont-ils mieux tolérés que le lait frais ?	Au cours du processus de transformation du lait en yogourt et en fromage, il y aurait modification des constituants du lait. Disparition ou ajout d'un constituant?
2. Par quel processus les constituants du lait frais sont-ils digérés normalement?	Au cours du transit dans le tube digestif, les constituants du lait sont attaqués par les enzymes digestives au niveau de l'estomac et de l'intestin grêle (et du gros intestin?). Les métabolites obtenus sont ensuite absorbés dans les vaisseaux sanguins.
3. Si l'un des constituants du lait disparaît ou s'ajoute au cours de sa transformation en yogourt ou en fromage, par quel processus cela se produit-il?	Des réactions biochimiques interviennent au cours de ces transformations. Ces réactions sont présidées probablement par des enzymes. Quelles enzymes? Source de ces enzymes?
4. Quelle peut être l'origine des symptômes manifestés par la petite Chinoise lorsqu'elle boit du lait frais?	Problème de digestion ou d'allergie alimentaire vis-à-vis de l'un de ces constituants.
5. Quels renseignements peut-on tirer des symptômes manifestés (flatulence, diarrhée, crampes abdominales)?	L'accumulation de gaz dans l'intestin est peut-être en rapport avec un phénomène de fermentation microbienne. Comme il existe une flore très abondante au niveau du gros intestin, c'est peut-être là que s'effectue cette fermentation.
6. Y a-t-il des différences démographiques significatives entre les populations mondiales quant à la possibilité de digérer le lait frais?	Si le problème est d'origine génétique, et donc héréditaire, il est possible que des différences significatives apparaissent, d'où le fait que ce soit une petite Chinoise. Cela pourrait également provenir d'habitudes alimentaires différentes. Un enfant qui cesse de boire du lait frais pendant plusieurs années perd peut-être la possibilité de le digérer.
7. Quelles possibilités la biotechnologie peut-elle apporter à la solution au problème?	En soumettant le lait frais à l'action d'enzymes particulières, on pourrait peut-être supprimer le constituant qui cause problème.

4• Organisation des explications et schématisation provisoire du problème

L'équipe ordonne et regroupe les hypothèses d'explication . Un schéma provisoire permettra d'avoir une vue d'ensemble des explications.



5• Questions d'étude

L'équipe établit une liste des questions nécessitant une recherche d'information pour une bonne compréhension du problème.

- 1– Quels sont les caractéristiques physicochimiques du lait frais?
- 2– Quelles modifications physicochimiques interviennent au cours de la fabrication du lait en yogourt et en fromage? Comparer les constituants de ces produits avec ceux du lait frais. Cibler la différence essentielle.
- 3– Comment et à quel site du système digestif s'effectue la digestion des différents constituants du lait?
- 4– Quelle peut être la conséquence physiologique de la non digestion de l'un des constituants du lait frais?
- 5– La flore microbienne du côlon joue-t-elle un rôle dans le problème? Si oui, lequel?
- 6– Peut-il s'agir d'une allergie alimentaire? Oui ou non et pourquoi.
- 7– Comment expliquer les symptômes observés?
- 8– En quoi la biotechnologie peut-elle aider à solutionner le problème cité?

6• Planification de la recherche

L'équipe planifie l'étape suivante en se répartissant les différentes questions d'étude. Cette distribution des tâches oriente la recherche documentaire effectuée par chacun des membres. Les questions d'étude les plus importantes doivent être couvertes par tous (en variant possiblement les références consultées), alors que celles qui sont plus spécialisées sont réparties entre les membres de l'équipe.

Louise — se propose pour trouver les constituants du lait (**question n° 1**) aujourd'hui même et d'en faire part aussitôt aux deux autres membres de l'équipe afin d'orienter leur recherche. Elle s'occupera également de la **question n° 2**. Elle devrait être en mesure de cibler le constituant qui cause problème. Elle s'intéressera ensuite à la **question n° 4**.

Marcel — se chargera de la **question n° 3** concernant la digestion des différents constituants du lait. Dès que Louise aura trouvé le constituant qui cause probablement problème, Marcel orientera alors sa recherche sur le processus de digestion de ce constituant. Il s'intéressera ensuite à la **question n° 8**.

Johanne — s'intéressera dans un premier temps à la **question n° 6** afin de vérifier si l'allergie alimentaire est une cause plausible. Elle s'interrogera également sur le rôle possible de la flore microbienne sur la digestion (**question n° 5**) et verra s'il y a une relation avec les symptômes (**question n° 7**).

Tous — conviennent de lire dans leur livre de base de biologie, les principes généraux de la digestion, et dans leur livre de base de chimie, les particularités chimiques des constituants du lait.

L'équipe présente son compte rendu préliminaire au tuteur avant de quitter la classe.

ÉTAPE 2 : Rédaction du journal de bord (individuel)

Noter dans le journal de bord les questions d'étude dont chacun est responsable, les références consultées accompagnées d'un résumé des principales informations tirées de chacune. Faire ensuite une synthèse de ces informations par rapport au problème et en déduire un schéma intégrateur.

Noter quelques éléments de curiosité ou de culture scientifique.

Faire le bilan de la recherche effectuée.

Consulter les documents n° 6 et n° 7 pour plus de détails.

Voici, à titre d'exemple, les principaux éléments d'un journal de bord.

1– Questions d'étude : L'élève retranscrit les questions d'étude qui lui reviennent.

Dans le cas présent, pour fin de démonstration, toutes les questions d'études ont été envisagées.

2– Documents consultés : L'élève inscrit ici, au fur et à mesure, les références complètes des documents consultés.

Ouvrages de référence :

- #1— MORIN, Yves et Claude GUILLOT, dir. *Larousse Médical*, Paris, 1995 (cote 610.3 L332 1995)
- #2— FALCHAT, Charles et Guy CHANTEGRELET. «Lait», dans *Encyclopædia Universalis*, Corpus 13, Paris, 1989, p. 420-425 (034 E557 c 1989)
- #3— ADRIAN, Jean et Régine FRANGNE. *La science alimentaire de A à Z*, Paris, Tec&Doc Lavoisier, 1986 (641.103 A243 s)
- #4— MONETTE, Solange. *Dictionnaire encyclopédique des aliments*. Montréal, Québec/Amérique, 1989 (641.3003 M742d)
- #5— BOUDIER, Jean-François et François M. LUQUET. *Dictionnaire laitier*, Paris, Tec&Doc Lavoisier, 1981 (637.03 B756d 1981)
- #6— HARRISON, T.R. *Principes de Médecine Interne*, 12^e éd., Paris, Flammarion Médecine-Sciences, 1992 (non disponible à la bibliothèque du Cégep)

Volumes :

- #7— LACASSE, Denise. *Introduction à la Microbiologie alimentaire*, Montréal, Éditions Saint-Martin, 1995
- #8— HUOT, Richard et Gérard-Yvon ROY. *Chimie organique, notions fondamentales*, Québec, Éditions Carcajou, 1994
- #9— CAMPBELL, Neil A., adapté par Richard Mathieu. *Biologie*, Saint-Laurent, ERPI, 1995

Articles de revue :

- #10— SABOURIN, Guy. «Du lait pour les grandes personnes?», *Santé*, n° 92, Octobre 1993, p. 19-21
- #11— BRETON, Marie. «L'intolérance au lactose, 10 mythes démythifiés», n° 92, *Santé*, Octobre 1993, p. 22-23

3– Résumés de lecture : L'élève extrait les principales informations des références consultées

— Réf. #9— CAMPBELL, *Biologie*

Chapitre 37, Nutrition chez les Animaux

La digestion chez les Humains s'opère en différentes étapes, tout au long du tube digestif. En résumé, au niveau de la bouche, intervient surtout une *amylase salivaire* qui s'attaque au glycogène et à l'amidon, et les scinde en chaînes polysaccharidiques plus courtes, jusqu'au stade maltose (disaccharide formé de 2 unités glucose).

Au niveau de l'estomac, c'est essentiellement une protéase, la pepsine, qui coupe les protéines en polypeptides. Cette réaction nécessite un milieu très acide. L'estomac a, par ailleurs, un rôle mécanique très important (accumulation de la nourriture, broyage, brassage).

C'est toutefois au niveau de l'intestin grêle que se fait la plus grande partie de la digestion (ou hydrolyse enzymatique). Les enzymes digestives proviennent pour une bonne part du pancréas dont un conduit s'ouvre dans l'intestin grêle au niveau du duodénum. Ainsi, l'amylase pancréatique poursuit la digestion du glycogène et de l'amidon jusqu'au maltose; La trypsine et la chymotrypsine pancréatiques scindent les polypeptides en petits peptides. La bile fabriquée par le foie et déversée par le canal cholédoque en provenance de la vésicule biliaire, a aussi un rôle important dans la digestion des graisses (émulsion). Les graisses émulsionnées par la bile peuvent ensuite être attaquées par la lipase pancréatique en acides gras, glycérols et monoglycérides assimilables.

L'intestin lui-même produit également des enzymes qui termineront la digestion des protéines et des glucides. Ces enzymes sont fixées à la bordure en brosse (microvillosités) de l'épithélium intestinal. Ainsi, les acides aminés assimilables sont libérés des petits peptides grâce à diverses peptidases. Différentes disaccharidases intestinales libèrent les monosaccharides assimilables. Ce sont la maltase, qui scinde le maltose en deux molécules de glucose; la saccharase (ou invertase), qui hydrolyse le saccharose (sucre de table) en glucose et fructose; et finalement la lactase, qui digère le lactose provenant du lait. En général, les adultes synthétisent beaucoup moins de lactase que les enfants. Dans quelques populations, comme dans certains coins d'Afrique, la lactase est même complètement absente chez l'adulte. Si ces individus buvaient du lait en grande quantité, ils souffriraient de crampes et de diarrhée.

L'*assimilation* ou *absorption* correspond au passage des nutriments libérés au cours de la digestion à travers l'épithélium digestif pour gagner la circulation sanguine (acides aminés et sucres simples) ou lymphatique (graisses). Bien qu'une petite quantité de l'assimilation puisse se faire au niveau de l'estomac et du gros intestin, la majeure partie se produit dans l'intestin grêle.

Le **gros intestin** termine la tâche d'absorption d'eau. Il héberge également une flore très riche de bactéries, normalement inoffensives. Ces bactéries vivent en fermentant les matières organiques non digérées ou assimilées au niveau de l'intestin grêle. Cette fermentation peut être accompagnée de gaz (CO₂, CH₄, H₂, H₂S). Certaines vitamines, comme la vitamine K, sont produites par ces bactéries et absorbées par l'épithélium du gros intestin. La cellulose et d'autres fibres alimentaires forment, avec les bactéries elles-mêmes, les matières fécales.

Éléments de curiosité scientifique :

- De 7 à 9 litres de liquide sont sécrétés par le tube digestif chaque jour. L'intestin grêle et le gros intestin réabsorbent cette eau au cours du transit des aliments. Toutefois, lors d'une diarrhée, le transit est si rapide que cette réabsorption n'a pas le temps de s'effectuer, d'où des selles très liquides. Cette situation peut aboutir, dans les cas graves, à une déshydratation mortelle. Inversement, lors d'un déplacement trop lent des matières fécales dans le gros intestin, il y a une trop grande réabsorption de l'eau, d'où constipation.
- La couleur des matières fécales provient des pigments biliaires transformés par la flore bactérienne.

— Réf. #2— *Encyclopædia Universalis*, Corpus 13

(p. 420-425) «Lait»

Nourriture exclusive du nouveau-né (de Mammifères). Il est devenu un élément important de l'alimentation humaine. Le tableau 1 (p.420) donne la composition moyenne du lait de vache : eau (90 %), **glucides (lactose)** (5 %), lipides (principalement des glycérides) (4 %), protides (caséine surtout) (3,3 %), sels minéraux, vitamines. On trouve sur le marché certains laits spéciaux comme le **lait délactosé**.

Éléments de curiosité scientifique :

- Récolté systématiquement chez les peuples pasteurs, le lait est toutefois difficile à conserver à l'état frais. On a donc cherché très tôt à le transformer. Ainsi naquirent les produits laitiers (fromages, beurre, yogourt).
- Chez les espèces de mammifères à développement cérébral important (femme, jument), le lait est plus riche en lactose. Le lait le plus proche du lait humain est celui d'ânesse.

(p. 275-282), « Lait »

Les **matières grasses** du lait comptent pour environ 50 % des calories du *lait entier*. Elles sont composées de 60 % d'acides gras saturés, 36 % d'acides monoinsaturés et de 4 % d'acides polyinsaturés. Elles renferment du cholestérol (2 à 22 mg/100ml). Toutes ces matières grasses sont très facilement digestibles à cause de la finesse de l'émulsion. Le lait écrémé et partiellement écrémé contient évidemment beaucoup moins de matières grasses que le lait entier.

Les **protéines** du lait comprennent principalement la caséine (environ 3 %). Le lait renferme également de petites quantités d'albumines (0,5 %) et de globulines (0,05 %). Presque tous les acides aminés essentiels sont présents dans des proportions idéales. La lysine est particulièrement abondante, alors que les céréales et plusieurs autres végétaux alimentaires en sont dépourvus.

Le **lactose** est presque le seul glucide (97 % de tous les glucides présents). C'est un disaccharide qu'on trouve en abondance uniquement dans le lait. Il compte pour 30 à 50 % des calories. **Pour être assimilé par l'organisme humain, le lactose doit être converti par la lactase, enzyme présente dans notre système digestif.** Environ 5 à 10 % des Occidentaux et presque 70 % des autres populations mondiales (notamment les Orientaux, les Noirs et les Amérindiens) ne peuvent digérer le lactose. Ils souffrent de divers maux après l'ingestion d'une quantité importante de lait (**douleurs abdominales, diarrhée, rétention de gaz, crampes, etc.**). Les malaises apparaissent rarement lors de la consommation de **yogourt et de fromage** car le lactose est prédigéré dans le yogourt et il n'y en a plus dans le fromage. **On trouve maintenant sur le marché un lait spécial plus facilement digestible, dont 90 % du lactose a subi un traitement.**

Le lait contient également différents sels minéraux, principalement le calcium et le phosphore. Il est toutefois pauvre en fer. On trouve également une bonne quantité de vitamines A et B, mais peu de vitamines D et C (sauf si elles sont ajoutées artificiellement).

(p. 579-585), « Yogourt »

Le yogourt est un lait caillé par l'action de ferments lactiques. **Ces ferments (bactéries lactiques) convertissent une partie du lactose (glucide du lait) en acide lactique.** Les bactéries lactiques utilisées comme ferments sont différentes de celles qui contribuent à la fabrication du fromage. Contrairement au fromage également, le yogourt ne subit pas d'égouttage (élimination de lactosérum).

Éléments de curiosité scientifique :

- En Occident, contrairement à la plupart des autres parties du Globe, on considère le lait comme un aliment consommable durant toute la vie des individus. En Amérique du Nord et en Europe, le lait et les produits laitiers forment une part importante du régime alimentaire, même à l'âge adulte.
- La «peau» qui se forme à la surface du lait lorsqu'on le fait bouillir provient de coagulation des albumines et des globulines.
- La caséine, principale protéine du lait, «caille» lorsque le milieu devient acide : c'est le principe utilisé pour la fabrication des produits laitiers.
- Le lactose est le moins «sucré» des sucres.
- Le terme «yogourt» utilisé en Amérique du Nord est issu du mot turc *yoghurtmak* qui signifie «épaissir»; en Europe on utilise plutôt le terme «yaourt», tiré d'un mot bulgare qui veut dire «caillé». Effectivement, le yogourt serait originaire de Bulgarie. Il est associé aux débuts de l'agriculture, soit la Haute Antiquité. La consommation du yogourt fait partie de la tradition dans de nombreux pays (Grèce, Turquie, Moyen Orient, Inde, Europe de l'Est). En Europe de l'Ouest et en Amérique du Nord, il est connu depuis moins longtemps. Sa commercialisation remonte à la première moitié du XX^e siècle, mais son succès commercial n'a été effectif qu'à partir du moment où l'on l'aromatise avec des saveurs de fruits. En Amérique du Nord, la consommation ne démarra vraiment que dans les années 1970.

— Réf. #5— *Dictionnaire laitier*

(p. 75) «Lactose»

Diholoside (ou disaccharide) parfois appelé «sucre du lait», car il est synthétisé par les glandes mammaires des Mammifères, à partir du glucose sanguin. C'est un glucide réducteur du fait de l'existence du groupe aldéhyde libre. Son hydrolyse donne deux sucres simples : une molécule de glucose et une molécule de galactose. **Suscitant des problèmes d'intolérance digestive, le lactose doit subir une hydrolyse soit chimique (acides + chauffage), soit enzymatique (β -galactosidase).** La teneur moyenne du lait de vache est d'environ 50 g/l.

(p.73) «Lactase»

Enzyme désignant plus communément la β -galactosidase hydrolysant le lactose en glucose et en galactose. Les glandes intestinales peuvent sécréter en faible quantité de la lactase.

Éléments de curiosité scientifique :

- Sous l'effet de la chaleur intense, le lactose peut se combiner avec des substances azotées pour former des complexes colorés, contribuant au brunissement des aliments cuits (réaction de MAILLARD).
- Le lactose existe sous deux formes isomériques (α et β) qui sont toutes deux présentes dans le lait frais.

— Réf. #3— *La science alimentaire de A à Z*

(p. 150) «Lactose»

Disaccharide réducteur, composé d'un *bêta*-galactose et d'un glucose, liés en *bêta 1* \rightarrow *4*. Composant spécifique du lait. Son utilisation par l'organisme dépend de son hydrolyse par une **lactase intestinale** qui tend à disparaître avec l'âge ou à la suite d'une maladie touchant le fonctionnement intestinal (alactasie acquise) ou encore qui peut faire défaut dès la naissance en raison d'une carence dans le patrimoine génétique (alactasie innée). **En absence de lactase dans l'épithélium intestinal, l'individu présente une intolérance au lactose.** Dans ce cas, le lactose alimentaire est attaqué par la flore intestinale qui l'hydrolyse et le convertit partiellement en acide lactique, puis en d'autres acides organiques. Une forte consommation de lactose tend à provoquer des accidents diarrhéiques en raison de sa dégradation par la flore et de l'acidification intestinale qui en découle.

(p. 272) «Yoghourt»

Lait fermenté grâce à l'action conjointe de deux bactéries. Cette fermentation développe une activité lactasique (hydrolyse partielle du lactose) avec formation de glucose et de galactose libres. **Le yoghourt renferme tous les éléments du lait, sauf pour les glucides. L'hydrolyse partielle du lactose et la présence d'une lactase microbiologique dans le yoghourt le rend plus facilement acceptable aux sujets atteints d'une déficience en lactase intestinale.**

Éléments de curiosité scientifique :

- La synthèse du lactose par les glandes mammaires à partir du glucose sanguin se fait selon le schéma suivant : glucose \rightarrow glucose-phosphate \rightarrow UDP glucose + UDP galactose \rightarrow lactose.

— Réf. #1— *Larousse Médical*

(p. 547) «Intolérance alimentaire»

Sous ce terme générique sont regroupées un certain nombre de réactions pathologiques telles que les diverses allergies alimentaires ou encore des intolérances à certains nutriments par **déficit enzymatique de l'appareil digestif** ou troubles métaboliques.

L'intolérance au lactose est due à un déficit congénital ou acquis d'une enzyme spécifique de la muqueuse intestinale, la lactase, nécessaire à l'hydrolyse du lactose (transformation en glucose et

galactose), principal glucide du lait. Elles se manifestent par une diarrhée liquide et par des douleurs abdominales à la suite de la consommation de lait ou de produits contenant du lactose. Le traitement repose sur l'exclusion du lactose de l'alimentation.

(p. 570) «Lactose»

Glucide caractéristique du lait. Le lactose est un disaccharide (association de deux sucres simples) formés de glucose et de galactose. Les cellules de la muqueuse intestinale du grêle contiennent une enzyme, la lactase ou galactosidase, qui décompose le lactose en glucose et en galactose, lesquels passent ensuite dans le sang.

Il existe plusieurs types d'intolérance au lactose. L'intolérance à caractère héréditaire est très rare. Elle est due à un déficit congénital en lactase et se manifeste dès la naissance par des diarrhées et des vomissements après la prise de lait. Son traitement consiste à exclure le lait de l'alimentation et à le remplacer par des aliments industriels sans lactose. Une intolérance peut aussi survenir plus tard, vers l'âge de 5 ans. Elle est alors reliée à une diminution ou une abolition de l'activité lactasique. Elle est moins sévère, supporte une consommation de petites quantités de lait. Le yogourt est bien toléré.

Éléments de curiosité scientifique :

- Le lait de femme contient plus de lactose (7 %) que le lait de vache (5 %).

— Réf. #7— Introduction à la Microbiologie alimentaire

(p. 478-483) Intolérances et allergies alimentaires

L'intolérance alimentaire correspond à la difficulté à digérer, métaboliser ou éliminer un composé ou un additif contenu dans un aliment. La personne souffre de malaises à chaque fois qu'elle consomme une quantité suffisante de l'aliment en cause. Cette intolérance est habituellement reliée à une déficience enzymatique d'origine héréditaire.

L'exemple le plus connu est l'intolérance au lactose, sucre naturel du lait. Les symptômes se manifestent sous forme de crampes, ballonnement, flatulence et diarrhée à la suite de consommation d'une grande quantité de lait. Ces malaises proviennent de l'incapacité à fabriquer, au niveau intestinal, l'enzyme nécessaire à la digestion du lactose. De ce fait, le sucre parvient au côlon sans avoir été digéré. À ce niveau, le lactose est fermenté intensément, avec production de gaz, par une partie de la flore intestinale (les coliformes en particulier), ce qui provoque les malaises.

Quelques rares individus souffrent de cette intolérance dès la naissance, mais la plupart la développent plus tard, après la petite enfance. La fréquence de ces cas varie considérablement selon les populations humaines considérées.

Les produits laitiers fermentés (yogourts, fromages) sont mieux tolérés que le lait frais car le lactose y a été en bonne partie éliminé par la flore lactique au cours de la fermentation. Les bactéries lactiques qu'ils contiennent peuvent également poursuivre cette activité lactasique dans l'intestin.

La biotechnologie permet maintenant aux intolérants de boire du lait grâce à la production de comprimés de l'enzyme lactase (*Lactaid*). On trouve également dans les supermarchés du lait prétraité à l'enzyme.

L'allergie alimentaire est de tout autre nature. Elle provient d'une réaction excessive et inappropriée de l'organisme à des substances autrement inoffensives. Les réactions d'hypersensibilité sont dirigées contre un composé particulier d'un aliment, habituellement une protéine. Cette protéine joue le rôle d'antigène étranger (allergène) pour le système immunitaire, lequel répond par la fabrication d'anticorps spécifiques d'un type particulier (IgE). Ces anticorps ont la particularité de se fixer sur certaines cellules des tissus et du sang. En présence de l'allergène, ces cellules libèrent des médiateurs chimiques, principalement de l'histamine, responsables des manifestations allergiques (urticaire généralement, mais parfois aussi diarrhée et crampes abdominales). Dans quelques cas, rares heureusement, il peut y avoir *choc anaphylactique* à la suite de la consommation de l'allergène avec un aliment, ce qui peut entraîner la mort.

— Réf. #10— «Du lait pour les grandes personnes?», *Santé*, Octobre 1993, p. 19-21

De tous les mammifères, nous sommes les seuls à continuer de boire du lait après le sevrage. Est-ce contre nature? Faut-il boire ou non du lait quand on est adulte? Arguments pour et contre. **Le lait contient un sucre, le lactose, qui demande une enzyme spéciale, la lactase, pour être digéré.** Or, certains adultes sont dépourvus de cette enzyme et deviennent donc hypersensibles au lait. Quand il est mal digéré, le lait entraîne ballonnements et mucosités.

Éléments de curiosité scientifique :

• Il est difficile d'aller chercher sa ration quotidienne de calcium ailleurs que dans le lait et les produits laitiers. En effet, le régime alimentaire occidental riche en protéines, de même que le tabagisme, la consommation d'alcool et de caféine influent sur la libération de calcium des os. Cela entraîne des pertes osseuses qui doivent être renouvelées.

— Réf. #11— «L'intolérance au lactose, 10 mythes démythifiés», *Santé*, Octobre 1993, p. 22-23

Avant de pouvoir être absorbé par l'intestin, le **lactose**, principal sucre du lait, doit être digéré par une enzyme, la **lactase**. Celle-ci scinde la lactose et libère ainsi les deux sucres qui le composent, le glucose et le galactose. La plupart des humains, tout comme les autres mammifères, perdent graduellement l'enzyme intestinale lactase après la petite enfance, et par le fait même, l'aptitude à digérer le lactose. Quoique l'intolérance au lactose apparaisse généralement après l'enfance, elle peut se manifester dès l'âge de 2 ans.

Après le sevrage, la perte de la lactase intestinale constitue donc un phénomène normal chez les humains et chez les autres mammifères. Curieusement, au cours de la préhistoire, une mutation génétique a permis à la majorité de la population adulte d'Europe du Nord et d'Europe centrale de continuer à produire l'enzyme. Par conséquent, 30 % environ de la population mondiale a hérité de cette «anomalie». Ceci implique que 70 % ne possèdent pas le gène, ce qui explique pourquoi la fréquence de l'intolérance au lactose est si élevée ailleurs qu'en Europe et en Amérique du Nord.

L'intolérance au lactose peut également avoir une origine congénitale. Cette situation est relativement rare. Elle se manifeste alors dès la naissance.

Dans l'intolérance au lactose, lorsque le lait est absorbé en grande quantité, le sucre s'accumule dans l'intestin grêle au lieu d'être digéré. Il parvient ensuite dans le gros intestin, où il est fermenté activement par les bactéries de la flore intestinale. Cette fermentation produit des gaz et d'autres substances qui irritent la muqueuse et contribuent à la diarrhée. La quantité de lactose qui peut être ingérée sans symptômes varie chez les personnes intolérantes. La majorité peuvent ingérer sans problèmes de petites quantités de lait. Elles tolèrent également très bien le **yogourt**. Les bactéries lactiques qui caillent le lait digèrent près de 50 % du lactose durant la fermentation. De plus, elles poursuivent leur activité lactasique dans le tube digestif. Les **fromages renferment également peu de lactose et sont également bien tolérés.**

Les personnes manifestant de l'intolérance au lactose peuvent tout de même boire du lait frais soit en se procurant de l'enzyme lactase sous forme de comprimés ou de gouttes en pharmacie (Lactaid), ou acheter du lait dé lactosé (Lactaid et Lacteeze).

L'intolérance au lactose et l'intolérance au lait sont deux choses différentes. L'intolérance au lait résulte d'une **réaction allergique aux protéines du lait**, en particulier à la *bêta*-lactoglobuline. Elle peut se manifester à n'importe quel âge.

— Réf. #8— *Chimie organique, notions fondamentales*

(p. 475) Le **lactose** est un sucre réducteur. C'est un disaccharide formé d'un galactose et d'un glucose. Voir schéma de sa structure. C'est un *constituant du lait* animal et humain.

(p. 476) Encadré intitulé **Intolérance au lactose**. On y indique que plusieurs populations ne tolèrent pas le lactose, principal sucre du lait. Le lactose alimentaire est normalement hydrolysé (digéré) par une lactase, pour produire du galactose et du glucose.

C'est le galactose qui, chez les intolérants, est la cause de crampes d'estomac et de diarrhée. Normalement les jeunes enfants possèdent une enzyme, la galactotransférase, qui participe à l'élimination du galactose en le transformant en glucose. graduellement, à la puberté, cette galactotransférase est remplacée par une galactokinase. Les adultes qui possèdent cette dernière enzyme peuvent utiliser le galactose. La kinase est présente chez les Européens du Nord et leurs descendants nord-américains et quelques populations sédentaires d'Afrique et d'Asie. Elle est absente chez la majorité des autres populations.

(Noter que cette information vient en contradiction flagrante avec celles tirées des autres ouvrages consultés. Voir «Éléments de curiosité scientifiques», à la réf.#6.)

Éléments de curiosité scientifique :

• La lactose ne peut pas former de polysaccharide à cause du OH en position 4 sur le galactose (voir schéma p. 475).

— Réf. #6— HARRISON, T.R. *Principes de Médecine Interne*

Afin de vérifier les affirmations des auteurs HUOT et ROY (Chimie organique, notions fondamentales), on peut consulter des ouvrages plus spécialisés comme celui-ci.

(p. 1265-1266) «Syndrome des déficits en disaccharidase»

L'hydrolyse des disaccharides survient au contact ou à l'intérieur de la bordure en brosse (microvillosités) des cellules de l'épithélium intestinal par les disaccharidases à action spécifique qui y sont localisées. Des déficits primitifs (familiaux, génétiques) et secondaires (acquis) peuvent se manifester.

L'insuffisance en lactase est associée à l'intolérance au lactose. Comme le lactose est le principal glucide du lait, les personnes atteintes se plaignent de différents symptômes comme des crampes abdominales, du ballonnement et de diarrhée. Ils sont dus au fait que le lactose, lorsqu'il n'est pas hydrolysé, s'accumule dans la lumière intestinale, ce qui provoque, d'une part, une fuite de liquide à cause du pouvoir osmotique du lactose, et d'autre part, par la fermentation du lactose par les bactéries du côlon. Il y a des différences significatives entre les populations mondiales quant à la fréquence de cette intolérance. De 5 à 17 % de la population adulte blanche montre une insuffisance en lactase, alors qu'elle peut être aussi élevée que 80 à 90 % dans d'autres groupes.

Éléments de curiosité scientifique :

(p. 1882) «Galactosémie, déficit en galactokinase et autres anomalies rares du métabolisme des hydrates de carbone»

Le terme de galactosémie désigne trois erreurs congénitales du métabolisme du galactose, dont le déficit en galactotransférase (galactosémie classique) et le déficit en galactokinase. Ces deux maladies aboutissent à la formation d'une cataracte (opacification du cristallin de l'œil), auquel on peut ajouter un retard mental et une cirrhose pour la galactosémie classique.

Le lactose, principal sucre du lait, est hydrolysé au niveau intestinal par la lactase en ses deux constituants, le glucose et le galactose. Normalement, le galactose absorbé est transformé en glucose au niveau du foie. La première réaction de cette voie est assurée par la galactokinase (enzyme codée par un gène du chromosome 17), puis le produit formé (galactose-phosphate) est transformé à son tour en glucose par la galactotransférase (enzyme codée par un gène du chromosome 9). Dans le déficit en galactokinase, le galactose s'accumule dans le sang et les tissus. Dans le cristallin, il est transformé en galactitol, ce qui entraîne la cataracte. Dans la galactosémie classique, le déficit en galactotransférase entraîne aussi bien l'accumulation de galactose (et donc cataracte) que de galactose-phosphate. Il est possible que la cirrhose et le retard mental remarqués dans la galactosémie classique soient reliés à l'accumulation de galactose-phosphate. L'incidence de la galactosémie classique est estimée à 1 pour 80 000 naissances.

4- Synthèse des informations : À partir des informations notées précédemment, l'élève compose un texte faisant le point sur le sujet traité (une à deux pages environ).

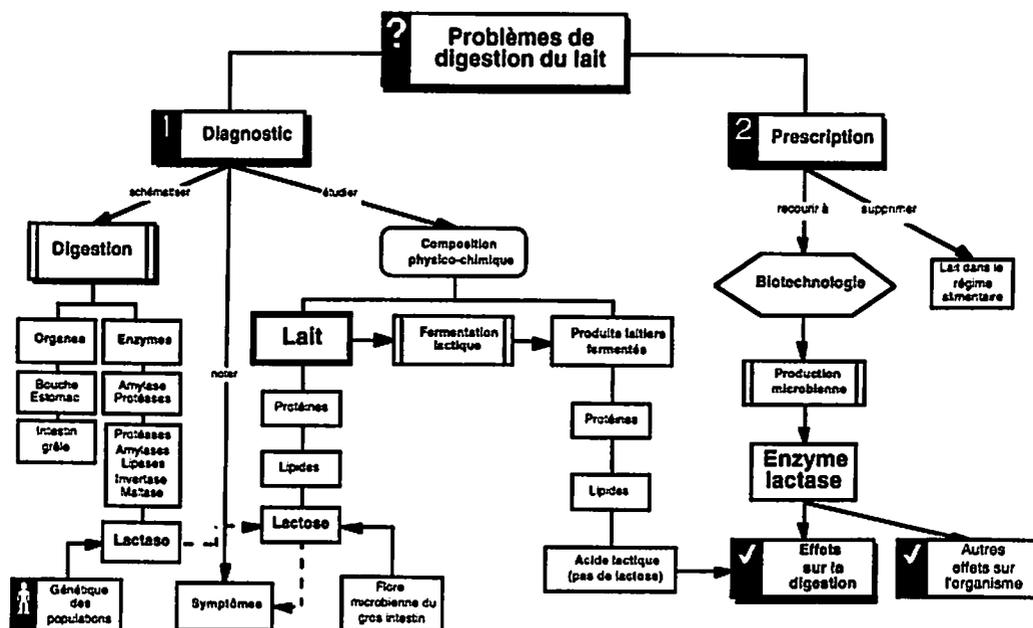
Le problème de la petite Chinoise proviendrait fort probablement d'une *intolérance au lactose*, principal sucre du lait. Le lactose est un disaccharide composé de deux sucres simples, une molécule de glucose et une molécule de galactose. Cette intolérance tire son origine d'une insuffisance de fabrication de l'enzyme *lactase* au niveau de l'épithélium intestinal. Sans cette enzyme en effet, le lactose ne peut être digéré et assimilé. Il se retrouve donc intact au niveau du gros intestin où il est fermenté activement par la flore bactérienne très abondante à ce niveau. Cette fermentation est à l'origine des symptômes de crampes abdominales, flatulence et diarrhée. Les produits laitiers fermentés sont par contre bien tolérés car le lactose y a été en bonne partie éliminé par les bactéries lactiques utilisées pour la fermentation.

L'intolérance au lactose est très répandue dans certaines parties du Globe, notamment en Asie. Elle s'instaure progressivement après le sevrage.

La biotechnologie permet aujourd'hui aux personnes intolérantes de consommer du lait. En effet, on trouve actuellement en pharmacie l'enzyme lactase sous forme de comprimés ou de gouttes permettant de pallier au déficit enzymatique. Du lait dé lactosé par traitement avec l'enzyme est également disponible dans les supermarchés.

Il ne faut pas confondre «intolérance au lactose» avec «intolérance au lait». Dans ce dernier cas en effet, il s'agit d'une *allergie alimentaire* dirigée contre une protéine du lait. Lors de l'absorption de cette protéine, des médiateurs sont libérés par certaines cellules sensibilisées, principalement de l'histamine. Il s'agit d'une affection beaucoup plus rare que l'intolérance au lactose, et se manifeste le plus souvent par de l'urticaire.

5- Schéma intégrateur : L'élève pourrait illustrer ces informations sous la forme suivante



6– Éléments de curiosité scientifique : *voir les points indiqués dans les résumés de lecture.*

7– Bilan de la recherche : *L'élève indique ses remarques sur la façon dont s'est déroulée cette recherche.*

ÉTAPE 3 A : Rédaction du COMPTE RENDU FINAL

Chacun rend compte aux autres membres de l'équipe du fruit de ses recherches. À la lumière de ces informations, l'équipe reprend le problème et revoit : 1° sa définition , 2° ses hypothèses d'explication, 3° son schéma provisoire.

Après discussion, l'équipe s'entend sur les explications les plus probables de la situation-problème et énonce de nouvelles questions d'étude (1 à 2 pages de texte) et en effectue une représentation sous forme d'un schéma intégrateur. Un bilan du travail d'équipe est ensuite réalisé.

Texte explicatif

Après échanges d'informations et discussion, l'équipe s'entend sur l'explication la plus plausible et compose un texte qui lui correspond (1 à 2 pages).

Dans le cas présent, le texte cité en exemple serait suffisant puisque toutes les questions de recherche ont été envisagées. Mais normalement, les éléments d'information sont fournis par les différents membres de l'équipe.

Schéma intégrateur

Même remarque que précédemment

Nouvelles questions d'étude

À partir de cette recherche, y a-t-il d'autres questions qui vous viennent à l'esprit? Par exemple,

- *Quels rôles jouent les bactéries lactiques dans la fermentation des produits laitiers?*
- *Comment peut-on produire l'enzyme lactase en biotechnologie?*
- *Quels mécanismes génétiques interviennent pour réprimer la synthèse de l'enzyme lactase chez les intolérants?*

Bilan du travail d'équipe

Il est maintenant temps pour l'équipe de faire un retour sur le déroulement du travail d'équipe. Chacun a-t-il joué son rôle correctement? A-t-on perdu du temps à telle ou telle étape à cause de

diversions ou de retard? Chacun a-t-il pu s'exprimer? Le climat était-il détendu? Que doit-on faire pour remédier aux difficultés rencontrées?

Marcel, en tant que secrétaire, transcrira le tout au propre par la suite. Le compte rendu final doit être remis au tuteur au début de l'étape 3B (joindre en annexe le compte rendu provisoire, sous sa forme brouillon).

ÉTAPE 3 B : Bilan général

Les différentes équipes présentent et confrontent leur représentation du problème. Après discussion, on s'entend sur une représentation commune.

Louise, en tant que porte-parole, est chargée de présenter le résultat du travail d'équipe. Elle utilise le schéma intégrateur comme base d'explications (elle s'est chargée de faire un acétate pour ne pas à avoir à transcrire le schéma au tableau). Elle répond aux questions d'éclaircissement de la classe s'il y a lieu. Les représentants des autres équipes font de même. À la fin des présentations, il s'avère que des éléments contradictoires sont apparus. Par exemple, deux équipes ont retenu l'hypothèse de l'allergie alimentaire. Une discussion s'en suit. Comme Johanne s'était déjà intéressée à la question, elle est à même de fournir les arguments décisifs qui vont contre cette hypothèse.

Le tuteur orchestre la discussion afin d'en arriver à une représentation commune du problème.

Il pose d'autres questions pour élargir le débat. *Une allergie est-elle possible vis-à-vis du lait? Si oui, quel type de constituant serait probablement touché? Le yogourt et le fromage pourraient-ils être bien tolérés dans ce cas? La flore microbienne intestinale peut-elle jouer un rôle positif pour l'individu qui l'héberge? Quel lien peut-on établir entre les gènes et la non sécrétion de l'enzyme lactase? Un lait dépourvu de lactose est-il disponible à Rimouski? Où pourrait-on trouver des réponses plus complètes à ces questions?*

ÉTAPE 3 C : Mise au point par le tuteur

Le tuteur fait un retour sur les processus digestifs. Il élargit le champ de connaissance. Il dresse une liste d'objectifs d'apprentissage à atteindre. Ces derniers serviront de base à l'examen de mi-session.

ÉTAPE 4 : Approfondissement des concepts fondamentaux

Période d'étude individuelle permettant l'atteinte des objectifs d'apprentissage retenus à l'étape 3C.

ANNEXE II : SEMAINIER

Semainier du semestre 961 du cours *Activité de synthèse*

Semaine	Bloc de 3 heures	Bloc de 2 heures
(1) 15 janvier 1996	-----	<ul style="list-style-type: none"> • Sondage (15 min) • Vente du guide (10 min) • Historique du cours (15 min) • Plan d'études (20 min) • Introduction (1 h) Prés. du cours; Doc. #1; Doc. #4
(2) 22 janvier	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction (suite et fin) (1h) • Étape 1 du Prob #1 • Début de l'étape 2? <i>toute la classe</i>	Laboratoire sur les macromolécules (au D-310) <i>toute la classe</i>
(3) 29 janvier	<ul style="list-style-type: none"> • Étape 3A du Prob #1 • Bilan du travail d'équipe* (auto-évaluation et rencontre) • Retour sur le labo Macromolécules <i>toute la classe</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Remise du compte rendu* • Étape 3B (1 h) • Étape 3C • Bilan de la méthodologie • Remise du journal de bord*
(4) 5 février	<ul style="list-style-type: none"> • Étape 1 du Prob #2 • Début de l'étape 2 	Laboratoire sur les enzymes
(5) 12 février	<ul style="list-style-type: none"> • Étape 3A du Prob # 2 • Retour sur le labo Enzymes (résultats) 	<ul style="list-style-type: none"> • Remise du compte rendu • Étape 3B (1 h) • Étape 3C (1 h)
(6) 19 février	<ul style="list-style-type: none"> • Étape 1 du Prob #3 • Début de l'étape 2 	Laboratoire cholestérol, glycémie, pigments chlorophylliens, huiles, savon
(7) 26 février	<ul style="list-style-type: none"> • Étape 3A du Prob # 3 • Retour sur le labo Lipides? (non) 	<ul style="list-style-type: none"> • Remise du compte rendu • Étape 3B (1 h) • Étape 3C (1 h)
(8) 4 mars	<i>M i s e à j o u r</i>	

* Évaluation formative seulement

(9) 11 mars	<ul style="list-style-type: none"> • Questions de révision • Bilan de la première partie (discussions, sondage, évaluation du travail d'équipe) • Travail en bibliothèque : bibliographie du travail de recherche 	<ul style="list-style-type: none"> • Choix final du thème de recherche • Présentation de la deuxième partie à l'aide du guide de l'élève • Instruction sur la préparation du devis de recherche • Labo Glycémie, cholestérol (suite)
(10) 18 mars	<ul style="list-style-type: none"> • EXAMEN (2 heures) • Remise du journal de bord • Validation du thème par les tuteurs • Bibliothèque (1 heure) 	<ul style="list-style-type: none"> • Retour sur l'examen (si corrigé) • Travail en équipe à la production du devis de recherche <i>en classe</i>
(11) 25 mars	<ul style="list-style-type: none"> • Présentation du devis de recherche pour validation • Planification des rencontres hebdomadaires 	Travail de recherche
(12) 1er avril Vendredi saint	Travail de recherche Rencontre hebdomadaire avec le tuteur	Travail de recherche
(13) 8 avril Lundi de Pâques	Travail de recherche Rencontre hebdomadaire avec le tuteur	Travail de recherche
(14) 15 avril	Travail de recherche Rencontre hebdomadaire avec le tuteur	Travail de recherche Rédaction du rapport de recherche (local D-107 disponible)
(15) 22 avril	Rédaction du rapport de recherche Rencontre hebdomadaire avec le tuteur	Rédaction du rapport de recherche (local D-107 disponible)
(16) 29 avril	Rédaction du rapport de recherche Rencontre hebdomadaire avec le tuteur Préparation de l'exposé oral	Rédaction du rapport de recherche (local D-107 disponible) Préparation de l'exposé oral
(17) 6 mai	Exposés oraux <i>toute la classe</i>	Exposés oraux <i>toute la classe</i>
(18) 13 mai	Exposés oraux <i>toute la classe</i> Bilan du cours	Exposés oraux (<i>toute la classe</i>) Bilan du cours Date limite pour la remise du rapport de recherche

**ANNEXE III :
SITUATIONS-PROBLÈMES PROPOSÉES**

Problème n° 1

Janine adore le Jell-O et les aspics. Particulièrement l'aspic au saumon. Mais elle a la fâcheuse habitude de se resservir directement dans le plat avec sa propre cuiller. Sa «coloc» déteste ça car le lendemain, l'aspic entamé est en partie liquéfié. Elle lui fait remarquer que ce n'est pas hygiénique : à l'époque où elle faisait ses études au collège, une expérience en biologie avait démontré qu'il y avait beaucoup de bactéries dans la bouche.

Elle remarque également que plus l'aspic entamé a séjourné longtemps à la température de la pièce avant d'être réfrigéré à nouveau, plus la liquéfaction est prononcée.

Expliquer ce phénomène de liquéfaction d'un produit à base de gélatine.

Expliquer la propriété gélifiante de la gélatine.

De façon générale, quelles sont les caractéristiques structurales du groupe de composés auquel la gélatine appartient?

Faire le lien avec le collagène tissulaire. Expliquer le rôle de celui-ci par ses caractéristiques structurales.

Documentez-vous sur l'importance du collagène dans la structure et le fonctionnement de l'organisme.

Y a-t-il des maladies liées au collagène?

Problème n° 2

Jean est employé dans une entreprise d'extermination. Au cours du traitement du patio d'un propriétaire aux prises avec des fourmis gâte-bois, il néglige de mettre son masque à gaz. Quelques minutes à peine après le début du traitement, il se sent tout étourdi. Il appelle son camarade Mathieu qui se trouvait à ce moment-là dans la maison, en train de discuter avec le propriétaire. Mathieu remarque que Jean est devenu confus et tend à perdre l'équilibre. Il décide de l'amener d'urgence à l'hôpital. Pendant le trajet, Jean montre des signes de détresse respiratoire et perd connaissance.

À l'arrivée, le médecin demande les composantes du gaz utilisé. On note la présence d'*acide cyanhydrique*. Aussitôt, il fait respirer à la victime de l'oxygène pur et applique les antidotes recommandés. Grâce aux faibles doses absorbées et à la diligence du médecin traitant, Jean s'en sort sans séquelle au bout de quelques jours. Il sait qu'il a failli y passer et suivra dorénavant à la lettre les recommandations indiquées pour chaque type de pesticide utilisé.

Vous connaissez bien Jean. Il sait que vous étudiez dans le domaine de la santé. Il vous demande de lui expliquer ce qui lui est arrivé : pourquoi l'*acide cyanhydrique* est-il un poison, et pourquoi entraîne-t-il des symptômes de détresse respiratoire? Pourquoi le cerveau semble-t-il le premier organe touché (étourdissement, confusion, perte de connaissance)?

Jean est un curieux invétéré. Il aime s'interroger sur des questions existentielles. Il voudrait savoir pourquoi il est nécessaire de respirer pour survivre et quel rôle exact joue l'oxygène dans ce processus.

Pour répondre correctement à toutes ces questions, vous devrez sûrement vous pencher attentivement sur le processus de la respiration cellulaire. Avec Jean, il n'y a pas de chances à prendre...

Problème n° 3

Yannick est un jeune entrepreneur dynamique. Il s'est lancé dans la culture maraîchère sous serres, par la méthode hydroponique. Afin d'assurer une bonne production, indispensable à la survie de son entreprise, Yannick a mis au point un système assez sophistiqué de surveillance de plusieurs paramètres : pH et concentrations en sels minéraux de la solution hydroponique, température, hydrométrie et teneur en CO₂ de l'air ambiant. Il surveille également la santé de ses plants afin d'éviter la propagation des maladies. Par ces mesures, Yannick vise à maintenir les conditions les plus idéales possibles pour la production végétale.

Après quelques années de bons rendements, Yannick constate que l'une de ses serres, celle qui est située en bordure avec la propriété voisine, montre un fléchissement de sa productivité. Pourtant la comparaison des paramètres mesurés dans cette serre ne montre pas de différences significatives avec ceux mesurés dans les autres serres. L'un des employés lui fait remarquer que les jeunes arbres du voisin ont grandi suffisamment pour faire de l'ombre, surtout en après-midi. Yannick décide de vérifier l'intensité de la lumière journalière dans chacune des serres et de faire des comparaisons. Il constate effectivement une réduction de la quantité de lumière pour la serre moins productive, mais les valeurs enregistrées ne justifient pas, à elles seules, le fléchissement de la production. Yannick s'interroge si la lumière solaire qui a filtré à travers le feuillage d'un arbre avant de parvenir à la serre ne présenterait pas une baisse de sa *qualité* en plus d'une baisse d'*intensité*. L'analyse du spectre lumineux dans la serre incriminée indique effectivement une nette prédominance des radiations situées entre 500 et 550 nm au lieu de la lumière blanche habituelle.

A) Vous êtes agronome. Yannick vous demande de lui expliquer l'influence de la qualité de la lumière sur la photosynthèse. Il aimerait également savoir par quel processus une plante arrive à fixer l'énergie lumineuse.

B) Yannick ne fournit aucun nutriment organique à ses plants, et pourtant il récolte chaque année d'énormes quantités de légumes, produits riches en glucides, lipides et protéines de toutes sortes. Expliquer comment une plante peut arriver à synthétiser des glucides en utilisant, comme source d'énergie indispensable à cette synthèse, uniquement de l'énergie récupérée de la lumière.

C) Expliquer en quoi chacun des paramètres suivants de l'air ambiant peut influencer l'intensité de la photosynthèse, et donc la productivité végétale :

(1) température; (2) humidité; (3) concentration de l'air ambiant en CO₂.

**ANNEXE IV :
THÈMES SUGGÉRÉS POUR LE
TRAVAIL DE RECHERCHE**

Voici, à titre d'exemples, différents thèmes possibles pour le travail de recherche :

1. **Problème relié au CANCER**
Pathogénie, processus cellulaires, implication génétique, défenses de l'organisme, causes possibles, traitements, ...
2. **Problème relié au SIDA (ou autre infection virale)**
Caractéristiques du virus HIV, modes de contamination, modes d'infection, conséquences physiologiques et immunitaires, causes de mortalité, traitements, ...
3. **Problème relié à une CARENCE VITAMINIQUE (ex. scorbut)**
Structures chimiques des vitamines, rôles des vitamines, liens entre la vitamine et l'activité de certaines enzymes, traitement, synthèse de vitamines par biotechnologie, ...
4. **Problème relié à la VISION (ex. défaut de perception des couleurs)**
Physiologie de l'œil et de la vision (aspects biochimique et biologique), longueurs d'ondes du visible, implication du cerveau, ...
5. **Problème relié à une ALLERGIE**
Fonctionnement général du système immunitaire, caractères de l'allergène, réaction particulière du système immunitaire, traitements, ...
6. **Problème relié à la MÉMOIRE**
Biologie et biochimie de la mémoire, maladies affectant la mémoire, traitements, ...
7. **Problème relié à perception des ARÔMES ALIMENTAIRES**
Structures chimiques des molécules responsables des arômes alimentaires, perception physiologique, pathologies affectant la perception des arômes, pertes d'arômes au cours du conditionnement des aliments, synthèse d'arômes par biotechnologie, ...
8. **Problème relié à la consommation de DROGUE (ex. cocaïne)**
Structures biochimiques et impacts physiologiques (particulièrement sur le système nerveux), sources, problème de dépendance, traitements, ...
9. **Problème relié au TABAGISME**
Aspects biochimique (nicotine, goudron) et biologique (au niveau pulmonaire, circulatoire, nerveux), rôle du système immunitaire, traitement, ...
10. **Problème relié à l'usage abusif des ANTIBIOTIQUES**
Structures biochimiques et effets biologiques des antibiotiques, production des antibiotiques par biotechnologie, effets des antibiotiques sur les flores normales, développement de résistances microbiennes aux antibiotiques, ...
11. **Problème congénital relié au défaut de synthèse d'une ENZYME (alcaptonurie, phénylcétonurie, albinisme, etc.)** Liens entre gène et enzyme, répercussions biochimiques et physiologiques de l'absence de l'enzyme normale, traitement par génie génétique, ...
12. **Problème relié à une INFECTION BACTÉRIENNE (gangrène, tétanos, diphtérie, angine, pneumonie, méningite, etc.)** Caractéristiques de l'agent infectieux, moyens de défenses de notre organisme, virulence, traitement, ...
13. **Problème relié à l'ALCOOLISME (éthylisme)**
Action physiologique de l'éthanol, métabolisation de l'éthanol, effets à long terme de l'abus d'alcool, traitement, ...
14. **Problème relié à un défaut de fonctionnement du SYSTÈME IMMUNITAIRE (bébé-bulle, maladies auto-immunes, etc.)** Biologie du système immunitaire, aspect biochimique (antigènes, anticorps, complément), défaut entraînant la maladie, conséquences, traitements, ...
15. **Problème relié à l'usage de certains PESTICIDES (ex. organochlorés, organophosphorés)**
Structures chimiques, effets biologiques, spécificité, impacts sur la santé humaine, rémanence dans l'environnement, ...

16. **Problème relié à l'ÉPURATION DES EAUX USÉES**
Processus de biodégradation, DBO, impacts sur les cours d'eau, impacts sur la santé des consommateurs d'eau, agents responsables de l'épuration, types de traitements, ...
17. **Problème relié à l'usage de certains MÉDICAMENTS (ex. calmants, somnifères)**
Structures chimiques des médicaments, origine, action physiologique, maladies traitées, effets secondaires, ...
18. **Problème relié au DIABÈTE**
Types de diabète, origine de la maladie, synthèse et structure chimique de l'insuline, production d'insuline humaine par biotechnologie, avantage sur l'insuline bovine, ...
19. **Problème relié à une TOXI-INFECTION ALIMENTAIRE (d'origine virale, parasitaire, bactérienne, mycotoxique, algale ou chimique)** Présentation de l'agent responsable, facteurs expliquant sa présence dans l'aliment, réactions de défense de l'organisme humain, symptômes et conséquences, traitement, prévention.
20. **Problèmes reliés à la production de métabolites par BIOTECHNOLOGIE**
Avantages de la biotechnologie, types de production, obstacles à surmonter, appareillages, sélection des microorganismes producteurs, intervention du génie génétique, ...
21. **Problème relié à la BIODÉGRADATION DES SAVONS ET DÉTERGENTS**
Distinction savons et détergents, mode de fonctionnement, synthèse en laboratoire et en industrie, métabolisme des lipides, biodégradation, impact sur l'environnement.
22. **Problème relié à L'UTILISATION DES ÉDULCORANTS**
Structure chimique des principaux édulcorants, pouvoir calorifique, comparaison du pouvoir sucrant des édulcorants et des glucides, métabolisme des glucides et des édulcorants.
23. **Problème relié à la CONSOMMATION DE LA TECHNO TOMATE**
Manipulation génétique, biotechnologie, risques potentiels pour la santé et l'environnement, structures et rôles de pesticides, d'insecticides et d'herbicides.
24. **Problème relié à la CONSOMMATION D'AGENTS STIMULANTS (ex. caféine).** Structure chimique, synthèse industrielle, biotechnologie, effet physiologique, rôle dans des produits alimentaires et pharmaceutiques.
25. **Problèmes reliés à L'EXPOSITION À DES AGRESSEURS CHIMIQUES EN MILIEU DE TRAVAIL.** Nature et classification des agresseurs, types d'affections professionnelles, voies de pénétration dans l'organisme, effets sur la santé, les normes d'exposition, la prévention,...
26. **Problèmes reliés à L'EXPOSITION À DES AGRESSEURS BIOLOGIQUES EN MILIEU DE TRAVAIL.** Nature et classification des agresseurs, types d'affections professionnelles, voies de pénétration dans l'organisme, effets sur la santé, les normes d'exposition, la prévention,...
27. **Problème relié à L'EXPOSITION AU BRUIT**
La situation, le bruit, l'oreille et son fonctionnement, les effets sur la santé, les normes, la réduction du bruit,...
28. **Problème relié aux CONTRAINTES THERMIQUES EN MILIEU DE TRAVAIL,** thermorégulation, effets des ambiances chaudes sur la santé, coup de chaleur, bilan thermique, métabolisme, méthode d'évaluation des contraintes thermiques, normes, prévention...

**ANNEXE V :
PROBLÉMATIQUES RETENUES**

Problématiques retenues par les équipes des trois groupes d'élèves, au semestre 961

— Groupe 101 de Biologie —

Le lait maternel

Une de nos amies, Martine, vient d'apprendre qu'elle est enceinte de trois semaines. Dernièrement, elle a vu un reportage à la télévision concernant la comparaison entre le lait maternel et le lait commercial. Puisque c'est son premier enfant, ce reportage l'a amenée à se questionner à savoir si oui ou non elle doit allaiter son enfant. Puisque nous étudions en sciences, elle nous demande de la conseiller.

- Elle aimerait comprendre le processus de l'allaitement.
 - Elle est intéressée à connaître les avantages du lait maternel au niveau de ses constituants. Ceci implique une comparaison entre le lait maternel et le lait commercial.
 - Nous lui expliquerons l'influence de la pollution sur l'allaitement.
-

Conservation des aliments

Dans les sociétés industrialisées, où les denrées alimentaires sont en abondance, le consommateur a développé de nouvelles exigences par rapport à son alimentation. Il s'attend donc de consommer une nourriture saine, la plus naturelle possible. Il existe des produits alimentaires salubres et donc non contaminés. Afin d'éviter la contamination des aliments, il est important de connaître les principales sources pouvant causer celle-ci. Nous étudierons les points suivants :

- Contamination par voie physico-chimique
 - Contamination par les toxiques produits par l'homme
 - Contamination par les microorganismes
-

Les pommes

Par un bel après-midi d'hiver, Adam, fervent amateur de pommes, est pris de l'envie folle de mordre dans un de ces fruits à la chair croquante et charnue. Il s'empare donc du «fruit défendu» et aperçoit sur celui-ci le sceau *pomme qualité Québec*. Cette étiquette pique sa curiosité et suscite chez lui quelques interrogations. Comment peut-il y avoir de si belles pommes? Qu'est-ce qui rend possible l'offre d'autant de variétés de pommes et surtout, aussi pimpantes et succulentes qu'au jour de leur cueillette?

- Par quels procédés conserve-t-on les pommes?
 - Comment utilise-t-on le génie génétique en pomiculture?
 - Quel est l'apport nutritif des pommes?
-

Le SIDA

De plus en plus de personnes sont atteintes de cette terrible maladie mortelle que l'on nomme SIDA. Notre travail se divisera en deux volets :

- Qu'est-ce que le SIDA? (caractéristiques du virus, modes de contamination, causes de mortalité, conséquences physiologiques et immunitaires, moyens de prévention, symptômes)
 - Historique et statistiques de la maladie (+ traitement, test de diagnostic, conséquences psychologiques)
-

L'alcoolisme

La majeure partie des accidents de la route sont causés par un abus d'alcool d'un des conducteurs. Si ce dernier a pris le volant, c'est qu'il se croyait certainement apte à conduire sa voiture. Mais ce n'est pas vraiment le cas. Le chauffard se croyait capable de conduire, car c'est l'habitude de l'alcool qui produit cet effet sur lui. Par contre, il y a autant d'alcool dans le sang que quelqu'un d'autre. On le soupçonne alors d'être atteint d'alcoolisme.

- Quelle est l'action physiologique de l'alcool, les stades et les symptômes de l'alcoolisme?
 - Quels sont les mécanismes de métabolisation de l'alcool dans l'organisme?
 - Quels sont les traitements à appliquer lors de la désintoxication d'un alcoolique?
-

La méningite

Les derniers jours ont été critiques pour certains jeunes du Québec. En effet, plusieurs cas de méningites ont été diagnostiqués et ont craint une épidémie. Des spécialistes sont chargés d'informer et de rassurer la population sur cette terrible infection bactérienne.

- Symptômes de la méningite et mécanismes de l'infection
 - Moyens de défense de l'organisme
 - Traitements efficaces
-

La vision et les problèmes de vision

Un grand nombre de personnes sont affligées d'un problème qui les prive d'une vision normale. Nous tenterons de cerner différents problèmes de vision répondant aux questions suivantes :

- Quel est le mécanisme de la vision?
 - Quels sont les problèmes de vision et leurs effets?
 - Comment peut-on corriger les problèmes de vision?
-

L'exposition au bruit

Un ouvrier de la construction, Bob, travaille pour la compagnie *Les constructions Décibels Inc.* Dernièrement, il s'est aperçu qu'il n'entendait plus aussi bien qu'avant. En effet, il entend des bourdonnements même après avoir quitté la besogne. Inquiet pour la santé de ses oreilles, Bob décide de consulter la firme d'audiologie J.J. & JP renommée pour ses trois spécialistes en matière d'audition. Bob désire comprendre les mécanismes internes de l'oreille qui amènent les bourdonnements. Il désire aussi savoir si son patron respecte les normes en matière de santé et de sécurité au travail.

Bob est un curieux invétéré qui désire comprendre la progression du bruit de la source du bruit jusqu'à son cerveau. De plus, il désire savoir si des traitements sont possibles pour ses bourdonnements. Bob aimerait savoir les conséquences négatives du baladeur *Matrand-Sour™* écouté à très fort volume par son fils, Ludwig. Après tout, il n'y a pas de chances à prendre avec Bob...

- Physique du son et des ondes
 - Anatomie et fonctionnement de l'oreille
 - Problèmes reliés à l'exposition au bruit, normes
-

Allergies alimentaires

Dans la vie de tous les jours, on consomme des aliments en grande quantité. Ceux-ci occasionnent parfois certaines réactions désagréables. Ces malaises étant le plus souvent dangereux nous amènent à leur porter une attention particulière. Ces réactions fréquemment rencontrées sont appelées «allergies alimentaires». Pour répondre à nos interrogations sur le sujet, nous traiterons :

- Les causes du déclenchement des réactions allergènes
 - Les effets produits sur l'organisme
 - Le niveau du système atteint
 - Les différents traitements utilisés pour soigner l'allergie
-

Allergies aux aérosols

Dans notre société, plusieurs personnes font face à des allergies. Les paysages et la nature sont de merveilleuses richesses que nous possédons, par contre, pour certaines personnes elles causent de nombreux désagréments. Parfois, la médication devient nécessaire pour les victimes d'une allergie à des aérosols, afin de permettre à ces personnes de mieux vivre malgré leurs allergies. L'importance des réactions allergiques varie d'une personne à une autre, même si les mécanismes de base sont les mêmes. Notre recherche portera principalement sur le rhume des foins et certaines allergies connexes.

- Explications des allergies en général, et aériennes en particulier — relation avec le système immunitaire
 - Les tests de détection, les modes de traitements, les médicaments utilisés ainsi que les moyens de prévention de l'allergie.
-

Migraine

De nos jours, la société se sent de plus en plus touchée par différentes maladies. Certaines de ces maladies ne sont pas nécessairement toujours graves, mais elles causent tout de même des dommages à l'organisme. La migraine en est une qui est très courante. On la retrouve, en particulier, chez les personnes stressées telles les étudiants et les professionnels. Grâce aux questions suivantes, nous tenterons de comprendre ce phénomène qu'est le mal de tête.

- Qu'est-ce que la migraine?
- Quelles sont les parties de l'encéphale qui sont le plus affectées?
- Quels sont les facteurs qui causent la migraine?
- Quels sont les symptômes découlant de la migraine?
- Quels sont les traitements pour guérir, soulager ou prévenir la migraine?

Facteurs tératogènes sur la grossesse

De nos jours, beaucoup d'enfants naissent avec des malformations ou des symptômes irréversibles. Il est donc normal que de nombreuses femmes enceintes se posent des questions sur ce qui pourrait influencer la santé de leur futur enfant. C'est pourquoi nous nous intéressons aux divers facteurs extérieurs qui peuvent intervenir sur le fœtus d'une femme enceinte. Nous tenterons de déceler les effets sur la grossesse :

- de certains virus, des rayons X
 - des drogues, de médicaments
 - de l'alcool et de la cigarette
-

Mémoire

Nombreux sont les problèmes qui affectent le bon fonctionnement de la mémoire. Le vieillissement est l'un des facteurs responsables de cette dégradation; c'est sur ce phénomène et tout ce qu'il englobe que nous nous attarderons.

- Processus, fonctionnement et développement de la mémoire
 - Impacts du vieillissement sur la mémoire (maladies et détérioration)
 - Traitements possibles, méthodes de prévention
-

L'abus de calmants

Justine est une vieille dame de 82 ans. Comme la plupart des personnes âgées, les fait de la vie quotidienne ainsi que l'incertitude face à son destin contribuent à la rendre angoissée. Pour pallier à ce stress physique et émotif, Justine a régulièrement recourt à l'usage de médicaments, tels somnifères et calmants. Cela lui permet d'être plus calme et sereine dans la vie de tous les jours. Or, il lui arrive d'augmenter la posologie prescrite par son médecin. de plus, elle conçoit mal l'arrêt de la consommation de ses médicaments.

- Quelles sont les propriétés chimiques des somnifères et des calmants?
 - Quels sont les effets généraux des calmants et somnifères sur le système nerveux?
 - Quels sont les effets secondaires à long terme?
-

Drogues

Depuis les années "70, la consommation de drogues chez les jeunes a augmenté de façon quasi-exponentielle dans la région nord-américaine. En regard de ce grave fléau, nous nous interrogeons si la prise régulière de drogues fortes peut entraîner des conséquences irréversibles à long terme au plan physiologique : plus précisément au niveau des cellules nerveuses cérébrales.

- Effets biochimiques des drogues sur le fonctionnement du cerveau
- Causes physiologiques et biochimiques de la dépendance; traitements

Maladies auto-immunes

Les connaissances de plus en plus poussées sur l'être humain permettent de mieux comprendre des systèmes d'importance capitale pour le maintien de la vie. La défense de l'organisme est un système complexe qui permet de combattre tous les éléments étrangers nuisibles au métabolisme. Or, des défaillances au niveau du système immunitaire peuvent survenir en occasionnant un dérèglement des anticorps. En effet, nos mêmes anticorps luttant pour notre mieux-être, peuvent attaquer nos propres cellules. Nous nous pencherons sur trois champs d'études :

- Comment fonctionne le système immunitaire?
 - Quelles sont les nombreuses maladies reliées à l'auto-immunologie
 - Quels sont les traitements pour y remédier?
-

Diabète

Philippe a 16 ans et après avoir consulté son médecin parce qu'il avait toujours soif, ce dernier lui annonce qu'est atteint de diabète. Il voudrait en savoir davantage sur cette maladie. Voici les questions qu'il pose à son médecin :

- Qu'est-ce que le diabète au niveau biologique? Que se passe-t-il dans mon corps? Y a-t-il plusieurs types de diabète?...
 - En quoi cela affectera-t-il mon rythme de vie, quels sont les risques à long terme?
 - Quelles sont les recherches effectuées jusqu'à ce jour dans ce domaine? Comment est synthétisé l'insuline?
-

Infections aux streptocoques du groupe A

Plusieurs maladies sont causées par des bactéries. Parmi celles-ci se trouvent les streptocoques. Les streptocoques β -hémolytique ou streptocoques du groupe A, surnommés parfois *bactérie mangeuse de chair* fait partie de ce groupe. Ses ravages sont importants.

- Comment cette bactérie réussit à entrer dans le corps humain et à le «dévorer»?
 - Quelles sont les caractéristiques de cette bactérie et quels sont les traitements qui existent pour inhiber son comportement?
-

Virus de la grippe

Quoi de plus banal qu'une grippe? Au cœur de son existence, l'être humain sera affecté en moyenne une fois par année par ce virus! Cette infection virale fait donc partie du quotidien de toute personne. Quelles sont les bases de ce phénomène biologique commun, mais peu connu?

- Comment les virus se transmettent-ils et se multiplient-ils dans le corps humain?
- Comment l'organisme humain établit-il un mécanisme de défense contre les virus?
- Quels sont les facteurs de l'environnement d'un humain qui font en sorte qu'il peut être infecté par un virus comme la grippe?
- Comment traite-t-on les infections virales comme la grippe et pourquoi?

Fertilisation des sols

On entend de plus en plus parler d'agriculture biologique. Ce qui distingue ce type d'agriculture de l'agriculture conventionnelle, ce sont, entre autres, les types de fertilisants. En agriculture biologique, on utilise des fertilisants exclusivement naturels alors que l'agriculture conventionnelle fait un grand usage d'engrais chimiques. Pour mieux saisir les différences entre ces deux types d'agriculture, il serait approprié :

- d'examiner plus en détail la nature des fertilisants et leurs impacts sur le sol et l'environnement;
 - le processus par lequel la plante assimile les fertilisants;
 - en conclusion, vérifier si l'agriculture biologique est vraiment différente de l'agriculture conventionnelle ou si elle n'est qu'une gigantesque arnaque publicitaire.
-

Émergence de nouveaux virus

Depuis quelques années, les continents du monde entier ont vu apparaître des virus dont l'existence était insoupçonnée. Le virus du VIH et le virus Ébola en sont des exemples d'actualité. Ce phénomène nous amène à nous interroger d'abord sur la provenance et les changements qui s'opèrent sur ces virus de façon à ce qu'ils deviennent dangereux pour l'homme. De plus, il sera intéressant d'étudier leur développement et leur processus d'action.

- Fonctionnement d'un virus en général
 - Évolution et adaptation d'un virus, mutations survenues
 - Propagation dans le milieu
 - Nouvelle action sur l'homme après la mutation
-

— Groupe 100 de Chimie —

La vision

La vision peut être affectée par différentes maladies de l'oeil, certaines pouvant entraîner la cécité. C'est le cas notamment des différents types de glaucome. Voici les questions auxquelles notre recherche veut répondre :

- Quel est le processus de la vision?
 - Qu'est-ce que le glaucome?
 - Quelles sont les méthodes de diagnostic et de traitement?
-

Le coeur

Les maladies cardiaques sont une cause importante de décès chez l'homme. Comme chacun de nous le sait, le coeur est un des organes le plus important du corps humain.

- Nous désirons nous pencher sur l'organe comme tel afin de mieux comprendre son fonctionnement.
 - Nous étudierons les interactions qui existent entre le phénomène mécanique et électrique.
 - Nous regarderons aussi un peu ce qui arrive lors de certaines maladies.
-

Le Sida

Catherine, une jeune enseignante, vient de recevoir un appel de la compagnie d'assurance-vie à laquelle elle veut souscrire. Son agent désire la voir dans les plus brefs délais. Une fois rendue sur place, elle apprend que les tests sanguins qu'elle a subi ont démontré qu'elle était séropositive. À ces mots, son univers bascule, sa vie chavire. Elle n'y comprend rien. Catherine croyait être à l'abri de ce drame; elle était toujours prudente dans le choix de ses partenaires sexuels et n'a jamais utilisé de drogues intraveineuses. N'ayant jamais été en contact avec des séropositifs ou des sidéens, elle en sait très peu sur ce mal. Elle veut y comprendre quelque chose et savoir à quel point la médecine a fait des progrès depuis 1981. Il faut également lui expliquer les modes de contamination, les conséquences physiologiques et immunitaires. Bref, tout ce qui concerne cette maladie.

- Définition de la maladie, modes de propagation, comportements à risque
 - Façon d'agir du virus dans l'organisme, bagage génétique
 - Symptômes et traitements
 - Sur les pistes d'un vaccin; vers de nouveaux médicaments
 - Crise mondiale
 - Tous les séropositifs auront-ils le Sida?
-

Le diabète

On estime actuellement que 5% des Américains sont susceptibles d'être atteints du diabète au cours de leur existence. De plus, ce pourcentage augmente d'une année à l'autre. Devant de tels faits, diverses questions concernant le diabète nous viennent à l'esprit, à savoir:

- Quelle est la nature de cette maladie?
 - Quelles en sont les causes?
 - Comment cette maladie est-elle traitée actuellement?
 - Quelles sont les solutions d'avenir proposées par la Science?
-

Les analgésiques

Marcel tombe malade. Il fait beaucoup de fièvre. Son médecin lui dit de prendre soit des Atasol ou des Tylenol, mais de ne pas prendre d'Aspirine, car il serait allergique. Marcel se demande alors pourquoi, il ne peut en prendre. Se passionnant de pharmacologie, il décide d'entreprendre une recherche portant sur les points suivants.

- D'abord de quelle famille de médicaments appartiennent ces pilules?
 - Quelle est la composition chimique de ces médicaments?
 - Quelles sont les effets de ces médicaments sur l'organisme humain?
 - Expliquer s'il y a un lien entre les effets de ce médicament et les causes de son allergie.
 - Quelles sont les autres types de maladies qui peuvent être traitées par ces médicaments?
 - Finalement, comment arrive-t-on à traiter un cas d'allergie par aspirine?
-

L'anesthésie

Une amie doit se faire opérer prochainement. Son médecin l'informe qu'elle doit subir une anesthésie générale. Comme elle n'a jamais subi ce genre d'intervention, elle est un peu craintive et veut tout savoir sur le sujet.

- Quels sont les substances utilisées lors d'une anesthésie?
 - Comment se déroule cette réaction biochimique dans l'organisme?
 - Pourrait-elle avoir recours à une simple anesthésie locale?
 - Quels sont les changements majeurs survenus dans ce domaine au fil des ans?
 - Les substances utilisées lors d'anesthésie chez les humains sont-elles les mêmes que celles utilisées pour les animaux?
-

Les vaccins

Tout récemment, le gouvernement Québécois a adopté une mesure de prévention visant à vacciner les enfants de moins de 5 ans du Québec contre l'hépatite B. Cette vaste campagne de vaccination suscite beaucoup de questions de la part des parents et des enfants concernés. Ils s'interrogent sur les effets secondaires possibles, sur l'utilité d'être vaccinés ainsi que sur l'efficacité du vaccin. Étudiants en biochimie, nous leur proposons de répondre à leurs questions en abordant certains points spécifiques:

- le fonctionnement du système immunitaire chez l'humain.
 - l'action d'un vaccin sur notre système immunitaire.
 - la fabrication de vaccins.
-

Les eaux usées

Zabou, étant de passage au Québec, décide d'aller se promener à la plage, près de Rimouski. Au cours de sa promenade, il aperçoit des poissons morts sur le bord de la rive. Il se demande d'où vient le problème et qu'elle est la cause de la mort de tous ces poissons. Un peu plus tard, il s'aperçoit qu'un petit ruisseau se déverse à l'endroit où les poissons morts se retrouvent en plus grande quantité. Inquiet par cette situation, Zabou décide d'aller s'informer à l'Hôtel de ville, au service des travaux publics. L'ingénieur en charge de l'usine de traitement des eaux usées, l'informe qu'il y a un bris dans une des étapes de l'assainissement. L'étape affectée par le bris est celle de l'ozonisation.

- Zabou demande à l'ingénieur quelles sont les étapes du traitement des eaux usées.
- Quels procédés existent présentement
- Quelle est l'effet de ce bris sur la chaîne alimentaire?

ANNEXE VI : GRILLES D'ÉVALUATION

Évaluation du travail d'équipe

Groupe _____

Équipe n° _____

Le coéquipier évalué est _____

Évaluer la participation au travail d'équipe de chacun des membres selon les critères suivants :

	Insuffisant	Passable	Bien	Très bien
1. arrive toujours à l'heure aux réunions	1	2	3	4
2. est toujours présent	1	2	3	4
3. respecte les <i>échéances</i> convenues	1	2	3	4
4. participe activement aux discussions (il prend la parole et fait avancer la discussion)	1	2	3	4
5. participe activement aux travaux de recherche (il fait sa part)	1	2	3	4
6. écoute et respecte les autres	1	2	3	4
7. sait porter un jugement critique sur toutes les propositions émises, y compris les siennes	1	2	3	4
9. défend ses idées de façon logique et claire	1	2	3	4
10. a rempli correctement la fonction d' <i>animateur</i>	1	2	3	4
11. a rempli correctement la fonction de <i>secrétaire</i>	1	2	3	4
12. a rempli correctement la fonction de <i>porte-parole</i>	1	2	3	4

Évaluation faite par _____

Évaluation des comptes rendus

Chacun des deux comptes rendus (problème # 2 et problème # 3) vaut 5 points, répartis selon les critères suivants :

1. Texte explicatif3,5 points
 - a. Définition du problème0,3
 - b. Explication des concepts fondamentaux2,0
 - c. Interprétation du contexte particulier1,2
2. Schémas intégrateurs 1,0 point
3. Nouvelles questions d'étude.....+0,3 point
4. Compte rendu provisoire (présent)+0,2 point

Total5 points

Fautes de français Moins max. 0,5 point

Bilan du travail d'équipe (formatif seulement)

Grille d'évaluation du Journal de bord

NOM: _____

Sujets évalués	Problème #2	Problème #3	Commentaires
• Liste des questions d'étude	_____ 0,5	_____ 0,5	
• Liste des références consultées et repérage des principaux ouvrages	_____ 1,5	_____ 1,5	
Bibliographie selon les règles	_____ 0,5	_____ 0,5	
• Résumés clairs et concis des informations tirées des ouvrages consultés	_____ 3,0	_____ 3,0	
• Éléments de culture scientifique	_____ 0,5	_____ 0,5	
• Synthèse adéquate de l'ensemble de la recherche	_____ 3,0	_____ 3,0	
• Schéma intégrateur correspondant	_____ 1,0	_____ 1,0	
Total	_____ 10,0%	_____ 10,0%	

Note pour le Journal de bord : sur 10,0

Évaluation de l'exposé oral

Groupe: _____

Sujet: _____

Équipe: _____

Nous voulons connaître votre niveau de satisfaction face à la présentation orale de chaque équipe et aussi de chaque membre de l'équipe. La première partie fait référence à l'ensemble de la présentation et il s'agit d'encrer selon l'échelle présentée votre niveau de satisfaction. La deuxième partie consiste, après avoir bien identifié le coéquipier évalué, à noter sur 10 la qualité de la présentation de cette personne.

PREMIÈRE PARTIE: Évaluation de l'ensemble de la présentation

	Niveau de satisfaction			
	peu	---->	---->	beaucoup
1- Le sujet est présenté de façon claire.	1	2	3	4
2- La présentation est structurée.	1	2	3	4
3- La présentation fait ressortir les idées essentielles.	1	2	3	4
4- Le niveau de langage utilisé est accessible.	1	2	3	4
5- Les schémas sont de qualité.	1	2	3	4
6- La présentation m'a intéressé.	1	2	3	4

DEUXIÈME PARTIE: Évaluation de chacun des membres de l'équipe

Notez sur 10 la qualité de la présentation globale de chacun, s'il y a lieu. Cette évaluation peut tenir compte de l'aisance, de l'attitude, du niveau de langage utilisé, de l'utilisation des moyens techniques, ...

Prénom du coéquipier: _____ / 10

Prénom du coéquipier: _____ / 10

Prénom du coéquipier: _____ / 10

Évaluation du rapport de recherche

Groupe: _____

Sujet: _____

Introduction :

.....sur 4,0

- évocation des connaissances antérieures
- sujet annoncé
- sujet posé
- sujet subdivisé

Développement

- niveau d'approfondissement du sujet
- qualité de la synthèse
- originalité du traitement
- cohérence des points développés et liens avec les autres sections
- lisibilité et structuration du contenu
- qualité et pertinence des schémas et tableaux
- qualité du français et vocabulaire adéquat
- éléments de culture scientifique
- respect des droits d'auteurs: citations, sources des tableaux, schémas (correction négative)

Coéquipier 1: _____

.....sur 20,0

Coéquipier 2: _____

.....sur 20,0

Coéquipier 3: _____

.....sur 20,0

Conclusion :

.....sur 5,0

- reprendre le sujet en mettant en évidence les éléments essentiels
- nouvelles questions d'études
- perspectives d'avenir sur le thème abordé

Bibliographie

.....sur 3,0

- respect des règles d'écriture
- pertinence, diversité et qualité
- référence en langue anglaise (au moins une)

Présentation

.....sur 3,0

- respect des exigences
- lisibilité
- identification explicite de chaque section du travail

Français

(correction négative: maximum -3,5)

-.....

Total sur 35,0 : coéquipier 1 _____ coéquipier 2 _____ coéquipier 3 _____

**ANNEXE VII :
QUESTIONNAIRES
-SONDAGES**

1. Introduction
2. Méthodes
3. Résultats
4. Discussion
5. Conclusion

SONDAGE N° 1

Voici le texte du sondage présenté aux élèves au début du cours, avant même la présentation du plan d'études.

Nous voulons connaître vos perceptions et vos priorités face à votre démarche d'apprentissage. De plus, nous sommes désireux de voir en ce début de cours vos attentes et aussi vos inquiétudes face à ce cours. Les réponses à ces questions sont strictement confidentielles et ne serviront qu'à observer si la démarche d'apprentissage que nous allons entreprendre ensemble donne des résultats significatifs. Ce sondage se situe donc dans un cadre de recherche et ne peut en aucun cas venir influencer votre situation personnelle.

Pour les questions 1 et 2, inscrivez dans la parenthèse à droite de chaque énoncé, le chiffre correspondant à votre classement de 1 à 10 ou 4 selon la question, du plus (1) au moins prioritaire (10 ou 4).

- 1- Prioriser les **objectifs** suivants selon l'importance que vous leur accorder pour bien vous préparer à des études universitaires. Vous pouvez ajouter d'autres objectifs non mentionnés.
- a) apprendre à travailler en équipe de façon harmonieuse et efficace ()
 - b) argumenter et communiquer adéquatement des résultats par écrit ()
 - c) argumenter et communiquer aisément des résultats oralement ()
 - d) développer son sens critique ()
 - e) développer une méthode de travail efficace ()
 - f) développer l'autonomie dans son apprentissage ()
 - g) acquérir le plus de connaissances disciplinaires possibles ()
 - h) mener efficacement une recherche documentaire ()
 - i) résoudre des problèmes plus facilement ()
 - j) distinguer l'essentiel de l'accessoire dans un document ()
 - k) _____ ()
- 2- Selon vous, quel est le **mode d'apprentissage** le plus durable?
- a) par mémorisation des concepts fondamentaux ()
 - b) par résumés des textes de références ()
 - c) par schémas intégrant les principaux éléments de contenu ()
 - d) par résolution d'exercices ou de problèmes suggérés par le prof. ()

Pour les questions 3 à 11, inscrivez dans la parenthèse de droite la lettre correspondant à votre choix.

- 3- Quand vous lisez un texte à étudier, que faites-vous principalement? ()
- a) schématiser le contenu des lectures chaque fois que c'est possible.
 - b) prendre des notes en lisant.
 - c) relire le texte plusieurs fois.
 - d) faire un résumé.
- 4- Lorsque vous trouvez un mot nouveau, habituellement vous: ()
- a) en devinez le sens à partir du contexte de la phrase.
 - b) consultez systématiquement un ouvrage de référence.
 - c) le prenez en note pour en chercher la définition plus tard.
 - d) n'en cherchez que très rarement la signification; vous continuez plutôt votre lecture.
 - e) consultez le glossaire, s'il y a lieu.
 - f) cherchez dans le dictionnaire; s'il n'y est pas, vous laissez tomber.
- 5- Quand vous entreprenez la première lecture d'un chapitre, habituellement vous: ()
- a) prenez la peine d'en compter le nombre de pages
 - b) le lisez du début à la fin.
 - c) le parcourez toujours rapidement pour en connaître la structure (titres, sous-titres)
 - d) lisez attentivement l'introduction et le résumé qui se trouve à la fin.
- 6- Vos notes sur un même sujet : ()
- a) sont toujours classées ensemble
 - b) ne sont pas toujours classées
 - c) sont regroupées dans un même cahier, avec des notes sur d'autres sujets
 - d) ne sont classées qu'après les évaluations.
- 7- Quelle est votre attitude devant le travail en équipe? ()
- a) vous déplaît, car vous vous sentez exploité.
 - b) vous déplaît, car le travail est distribué inégalement.
 - c) vous indiffère.
 - d) vous plaît, car le travail est partagé et c'est amusant.
 - e) vous plaît, car c'est le plus souvent les autres coéquipiers qui travaillent.
 - f) vous plaît quand tout le monde participe, car c'est plus dynamique.

- 8- Vous prétendez qu'une bonne **méthode de travail**: ()
- a) est plus ou moins utile, puisque vous réussissez sans travailler beaucoup
 - b) est trop difficile à acquérir, car on passe tout son temps à l'apprendre plutôt qu'à travailler
 - c) est nécessaire pour remettre de bons travaux
 - d) consiste d'abord à adopter une discipline de vie.
- 9- Vous arrive-t-il d'utiliser dans un cours les **connaissances acquises** dans un autre cours? ()
- a) oui, chaque fois que c'est possible
 - b) jamais, puisque les cours sont tous différents les uns des autres
 - c) jamais de vous-même, seulement si un professeur vous le suggère
 - d) vous pourriez le faire, mais vous en voyez rarement l'utilité.
- 10- Vous suivez un cours à l'université. Au milieu du semestre, le prof tombe malade et il est remplacé à brûle-pourpoint par un assistant qui maîtrise très mal la langue d'enseignement, si bien que vous ne comprenez rien. Que faites-vous? ()
- a) vous paniquez et vous abandonnez le cours.
 - b) vous ne paniquez pas, mais vous abandonnez tout de même, car c'est trop de travail pour s'y retrouver sans aide.
 - c) vous consultez un autre prof.
 - d) vous allez vous plaindre à la direction.
 - e) vous vous débrouillez comme vous pouvez avec les références ou les notes de cours que vous possédez.
 - f) vous faites une recherche documentaire à la bibliothèque sur les sujets inscrits au plan d'études.
 - g) vous vous associez à d'autres étudiants du groupe pour rechercher et comprendre les notions indispensables, en vous partageant le travail.
- 11- On vous offre un emploi qui ne correspond pas à votre domaine d'étude. Que faites-vous? ()
- a) vous refusez l'emploi.
 - b) vous demandez une modification dans votre tâche.
 - c) vous vous débrouillez comme vous pouvez.
 - d) vous allez voir d'autres employés pour être initié.
 - e) vous vous documentez, puis vous allez voir d'autres employés.

12- Quelles sont vos attentes par rapport au cours **Activité de synthèse** qui s'amorce maintenant?

13- Selon les informations que vous avez reçues sur ce cours **Activité de synthèse**, vous vous trouvez sans doute plus ou moins devant l'inconnu. Pourriez-vous préciser à ce moment-ci vos «états d'âme» face à ce cours, c'est-à-dire vos **craintes**, vos inquiétudes, votre anxiété,...

SONDAGE N° 2

Le deuxième sondage a été soumis aux élèves à la deuxième semaine du semestre, juste après la période d'introduction à la méthodologie.

À la suite de la lecture des documents du GUIDE et des explications données par le tuteur lors de l'introduction au cours, nous aimerions connaître votre opinion sur le sujet suivant :

(encercler le chiffre qui correspond à votre opinion)

Cette introduction :	Peu	→	→	Beaucoup
1. m'a donné une bonne idée du déroulement du cours	1	2	3	4
2. m'a permis d'identifier les différentes étapes de la méthode APP	1	2	3	4
3. m'a sensibilisé aux attitudes à développer pour le fonctionnement d'une équipe efficace	1	2	3	4
4. m'a fait comprendre les trois fonctions particulières au sein d'une équipe (animateur, secrétaire, porte-parole)	1	2	3	4
5. m'a familiarisé au rôle du tuteur, qui est différent du rôle traditionnel de prof	1	2	3	4
6. m'a bien présenté le mode d'évaluation qui sera utilisé	1	2	3	4
7. m'a motivé à suivre cette démarche pédagogique	1	2	3	4
8. a réduit l'anxiété que j'éprouvais face à cette approche pédagogique	1	2	3	4
9. m'a convaincu de l'utilité de cette démarche pour mieux me préparer à l'entrée à l'Université	1	2	3	4
10. m'a convaincu de l'utilité d'apprendre à travailler en équipe	1	2	3	4
11. Finalement, si j'avais eu le choix, j'aurais tout de même préféré un cours traditionnel, axé sur les contenus	oui <input type="checkbox"/>		non <input type="checkbox"/>	

SONDAGE N° 3

Le troisième sondage visait à connaître les perceptions des élèves après le traitement de la première situation-problème.

À la suite de l'étude du problème n° 1, nous aimerions connaître votre opinion sur la méthodologie utilisée.

La méthodologie utilisée avec le problème n°1	Peu	→	→	Beaucoup
1. m'a permis d'identifier plus clairement les différentes étapes de la méthode APP	1	2	3	4
2. m'a motivé à suivre cette démarche d'apprentissage pour la suite du cours	1	2	3	4
3. a réduit l'anxiété que j'éprouvais face à l'approche pédagogique APP	1	2	3	4
4. m'a familiarisé avec la recherche documentaire	1	2	3	4
5. m'a permis d'apprendre des notions nouvelles	1	2	3	4
6. m'a permis d'apprécier le travail d'équipe	1	2	3	4
7. m'a convaincu de l'utilité de suivre certaines règles lors du travail d'équipe	1	2	3	4
8. par comparaison avec un cours traditionnel, m'a demandé plus de travail	1	2	3	4
9. par comparaison avec un cours traditionnel, m'a davantage motivé	1	2	3	4
10. m'a permis de m'exprimer davantage, ce que j'ai apprécié	1	2	3	4
11. m'a convaincu de l'utilité de schématiser les connaissances	1	2	3	4
12. Finalement, si j'avais eu le choix, j'aurais tout de même préféré un cours traditionnel, axé sur les contenus		oui <input type="checkbox"/>	non <input type="checkbox"/>	

SONDAGE N° 4

Le quatrième sondage finalise la pratique de l'APP à la mi-session.

Vous connaissez maintenant notre méthodologie basée sur l'APP. Il est temps d'en faire le bilan. Merci de nous faire connaître votre opinion.

La méthodologie utilisée	Peu	→	→	Beaucoup
1. m'a convaincu(e) de ma capacité, seul(e) ou en équipe, à résoudre et à approfondir une problématique complexe	1	2	3	4
2. m'a convaincu(e) de ma capacité à m'exprimer oralement devant un groupe	1	2	3	4
3. a amélioré mon efficacité dans une recherche documentaire	1	2	3	4
4. a amélioré ma capacité à faire une synthèse à partir de différentes sources d'information	1	2	3	4
5. a amélioré ma capacité à distinguer l'essentiel de l'accessoire dans mes sources d'information	1	2	3	4
6. m'a permis d'apprécier davantage le travail en équipe	1	2	3	4
7. m'a permis d'apprendre beaucoup de notions nouvelles	1	2	3	4
8. par comparaison avec un cours traditionnel, m'a demandé plus de travail	1	2	3	4
9. par comparaison avec un cours traditionnel, m'a motivé(e) davantage	1	2	3	4
10. m'a permis de m'exprimer davantage, à toutes les étapes de la méthode	1	2	3	4
11. m'a convaincu(e) de l'utilité de schématiser les connaissances	1	2	3	4
12. Finalement, si j'avais eu le choix, j'aurais tout de même préféré un cours traditionnel, axé sur les contenus	oui <input type="checkbox"/>		non <input type="checkbox"/>	

SONDAGE N° 5

Le cinquième et dernier sondage a été soumis aux élèves à la dernière semaine du semestre.

I– Sondage portant sur la deuxième partie du cours (future épreuve synthèse?) :
travail de recherche menant à la production d'un rapport et d'un exposé oral

C e t r a v a i l d e r e c h e r c h e	P e u	→	→	B e a u c o u p
1. m'a convaincu(e) de ma capacité, <i>seul(e)</i> ou en équipe, à approfondir une problématique complexe	1	2	3	4
2. a amélioré mon efficacité dans une recherche documentaire	1	2	3	4
3. a amélioré ma capacité à distinguer l'essentiel de l'accessoire dans mes sources d'information	1	2	3	4
4. a amélioré ma capacité à faire une synthèse à partir de différentes sources d'information	1	2	3	4
5. m'a permis d'apprendre des notions nouvelles	1	2	3	4
6. m'a permis d'apprécier le travail en équipe	1	2	3	4
7. m'a convaincu(e) de ma capacité à m'exprimer oralement devant un groupe	1	2	3	4
8. me semble très utile pour bien me préparer aux études universitaires	1	2	3	4
9. m'a motivé(e) davantage compte tenu du choix personnel de la problématique	1	2	3	4
10. Le temps alloué au travail m'a convenu	1	2	3	4
11. J'aurais tout de même préféré faire ce travail <i>seul(e)</i> plutôt qu'en équipe	1	2	3	4
12. Les exposés des autres équipes m'ont intéressé(e)	1	2	3	4

Commentaires personnels (sur le travail de recherche)

II– Sondage portant sur l'ensemble du cours

	Peu	→	→	Beaucoup
13. Je suis d'accord avec l'accent mis sur le <i>travail en équipe</i> tout au long de ce cours	1	2	3	4
14. La méthodologie développée dans la première partie de ce cours (APP) a été utile pour la deuxième partie (travail de recherche)	1	2	3	4
15. Je suis satisfait(e) de la <i>pondération</i> accordée à chacune des parties du cours	1	2	3	4

Sinon, que suggérez-vous? _____

16. Je suis satisfait(e) de la <i>répartition du travail</i> exigé tout au long du semestre	1	2	3	4
---	---	---	---	---

Sinon, que suggérez-vous? _____

17. Je suis satisfait(e) du rôle joué par le <i>tuteur</i> tout au long du semestre	1	2	3	4
---	---	---	---	---

Sinon, que suggérez-vous? _____

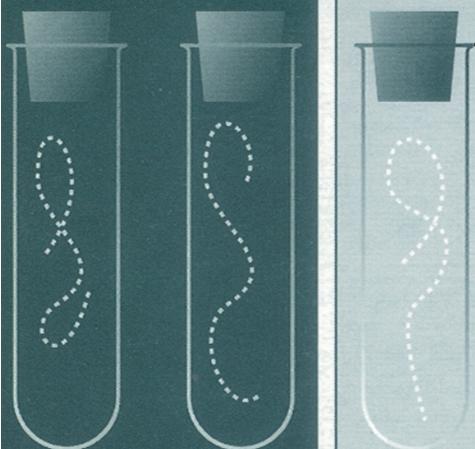
18– Quelle partie du cours avez-vous le plus appréciée?

APP

Travail de recherche

19– Malgré tout, si j'avais eu le choix, j'aurais tout de même préféré un cours traditionnel, axé sur les contenus oui non

Commentaires libres :



Quelle forme pourrait prendre l'épreuve synthèse de programme en Sciences de la nature?

Celle que nous proposons est basée sur l'apprentissage par problèmes (APP) et nécessite une activité de synthèse pour bien s'y préparer. On y retrouve des pratiques pédagogiques complémentaires à celles utilisées dans les autres cours du programme de façon à combler certaines lacunes de formation, particulièrement au niveau de la formation fondamentale. Le tutorat, le travail en équipe, la recherche documentaire, la synthèse, la schématisation et la communication (orale et écrite) sont les principaux outils employés lors du traitement de problèmes concrets, tirés de la vie courante et développés de façon multidisciplinaire.

Nous présentons dans ce rapport notre modèle pour ce cours *Activité de synthèse*, incluant l'épreuve synthèse, le cadre et le bilan de son expérimentation réalisée à l'hiver 1996, ainsi que le matériel pédagogique utilisé.