

**LE TROISIEME MILLENAIRE,
QUELLE EDUCATION POUR QUELLE JEUNESSE?**

**Les Mathématiques au Secondaire:
Passage obligé vers l'Université**

Georges N. NAHAS

2002

OBJECTIF

Considéré par plusieurs comme la plus noble des Sciences, les Mathématiques semblent ne pas être soumises aux exigences d'utilité et de relation avec la pratique. Malgré un discours qui ne va pas dans ce sens la réalité fait que les concepteurs des cours de mathématiques s'occupent très peu de la relation organique qui lie les Mathématiques à la réalité. Utilisant le terme « Mathématiques Appliquées » pour sortir de ce dilemme, ces concepteurs rendent la vie de plus en plus difficile aux didacticiens qui se trouvent réduits à jongler avec les techniques d'enseignement et d'apprentissage pour se faciliter une tâche quasi-impossible. L'impact de plus en plus profond de la Psychologie Cognitive dans les Sciences de l'Education ne touche que très peu la réforme des programmes qu'a connue le Liban il y a trois ans.

L'objectif de cette intervention est de démontrer que les Mathématiques comme elles ont été conçues et mises en application dans cette réforme, ne rendent pas compte de la relation importante qui doit exister au niveau du Secondaire entre le cursus de Mathématiques et les situations réelles. Ce divorce fait que la formation au Secondaire n'aide pas les futurs étudiants universitaires à maîtriser la bonne utilisation des mathématiques comme un outil puissant et efficace au service des autres sciences.

Le but ultime de cette intervention est de montrer que la construction monolithique des Mathématiques comme étant un système auto-suffisant ne sert pas l'apprentissage des Mathématiques et est un écueil de taille dans la construction des connaissances scientifiques chez l'étudiant libanais. Quoique cette intervention est basée principalement sur le Secondaire, il n'en reste pas moins que le problème est ancré dans les formations élémentaires de l'Enseignement de Base. Une restructuration des idées et pas seulement des titres de chapitre s'impose.

INTRODUCTION

Position épistémologique classique

La Psychologie de la Connaissance, héritière de l'Epistémologie, enseigne que les Mathématiques est la science qui va du général au particulier. Dans cette assertion, le général sous-entend une approche de l'enseignement des mathématiques basée sur l'Axiomatique, tendance chère aux « bourbakistes » et adoptée assez largement par les didacticiens consciemment ou inconsciemment. La soi-disante « construction » des Mathématiques est de fait la construction d'un certain modèle à partir de l'axiomatique théorique qui le sous-tend. Ce qui fait que la priorité est donnée au « modèle » au profit de la « valeur » de ce modèle dans la formation des apprenants. La construction des Mathématiques devient ainsi une projection de l'axiomatique universitaire au lieu d'être la base d'une évolution de la connaissance menant dans sa phase d'abstraction à une mise au point d'une ou de plusieurs axiomatiques adéquates.

Approche Cognitive

Sans trop entrer dans les détails théoriques de l'approche cognitive, il est important de mentionner, que cette approche part des situations réelles non comme situations didactiques mais comme situations « cognitives ». Le but de telles situations n'est pas de préparer la donnée d'une information, mais de donner aux apprenants la possibilité d'intégrer cette information dans un système de « connaissance » fait d'informations, de savoir-faire, d'outils de traitement des informations etc.

Le propre de cette approche est de mener l'apprenant à construire les différentes composantes du savoir-en-acte, comme un système partant des situations réelles les plus simples pour s'adapter graduellement à des situations de plus en plus complexes. C'est pourquoi l'apprenant est une partie intégrante du processus en tant qu'acteur non dans les situations didactiques facticement créées, mais dans la construction de sa connaissance.

C'est pourquoi, ce savoir-en-acte est appelé à être modélisé pour l'appliquer dans de nouvelles situations réelles. C'est la maîtrise de ce savoir qui peut être vraiment considéré comme une construction de la connaissance « chez l'apprenant ». Car il est d'une grande importance de souligner que la connaissance n'est telle que si elle est « personnalisée ». Une connaissance de « masse » traduite par des statistiques sur des tests de contrôle ou des tests de performance n'en est pas une et peut même créer une illusion d'efficacité qu'un cursus, ou qu'une méthodologie d'enseignement n'ont pas nécessairement. C'est pourquoi, la différence essentielle entre l'approche cognitive et les méthodes de formation classique est dans ce souci de l'acquis « personnalisé », rendu possible à cause de la conception même de ce qu'est la connaissance.

PRESENTATION SCHEMATIQUE DES PROCESSUS D'ACQUISITION

Les Champs Conceptuels

Partant de l'importance des « concepts » en tant qu'éléments constitutifs de la Connaissance, Vergnaud lance l'idée des Champs Conceptuels qui, englobant une définition précise des concepts, place l'acquisition dans un cadre plus large et plus réaliste. Cette théorie gagne à être connue car elle débouche de fait sur des changements

d'importance au niveau éducationnel. Il ne s'agit pas en fait d'un simple prolongement, au niveau de la Psychologie Cognitive, de la théorie des concepts et de leur formation, mais plutôt d'un virage dans la vision que les éducateurs ont de l'intégration des concepts dans la formation des apprenants. Je n'entrerai pas ici dans les détails, mais je tiens juste à souligner les deux points suivants :

1. L'importance de la définition du concept comme un être opérationnel essentiel à la construction des connaissances et formé :

- a. De l'ensemble des Situations dans lesquelles il opère.
- b. De l'ensemble des Invariants qui le rendent opérationnel.
- c. De l'ensemble des Symboles qui en permettent la communication et l'expression.

2. L'aspect schématique des Champs Conceptuels comme composantes du développement de toute connaissance.

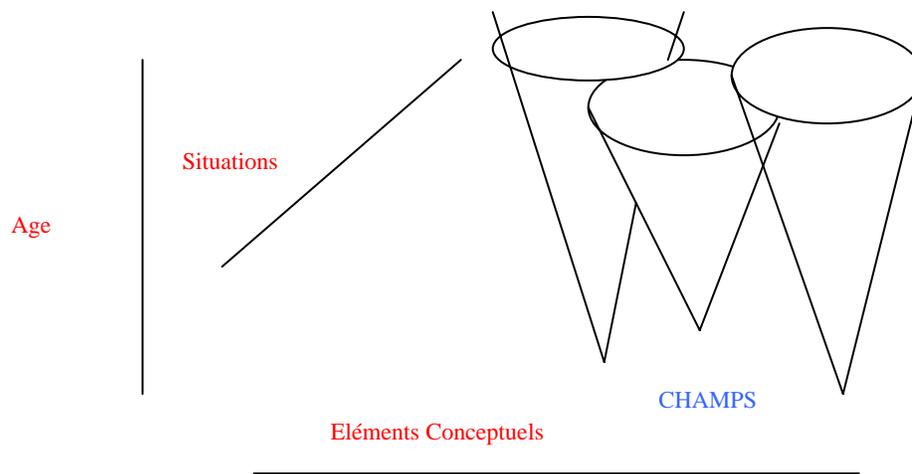


Fig 1

On ne soulignera jamais assez l'importance de la prise de conscience des relations qui existent entre des disciplines, différentes mais interdépendantes, entre la réalité et l'abstraction: La Logique et les Mathématiques, la Langue et toutes les autres disciplines, l'Expérience et le Traitement des Informations etc.

L'interdisciplinarité

Ce qui a précédé a permis de souligner que l'approche cognitive a deux impacts directs : i) le premier porte sur l'interdisciplinarité qui, découlant normalement de la Théorie des Champs Conceptuels, n'est plus un choix mais est devenue incontournable, ii) le second porte sur les bases « expérimentales » de la construction des connaissances. Ces deux impacts vont concourir pour changer de façon drastique la place de la technologie dans la formation des apprenants, autrement dit pour changer notre conception de la construction des concepts.

Je prends pour besoin d'illustration deux exemples :

1. Un cours de Mathématiques en Grande Section de la Maternelle (Douzième) introduisant les nombres entiers naturels est en général donné à partir de la théorie ensembliste sans aucune référence au corps. Dès le début de la formation, l'apprenant est mis par les éducateurs dans une atmosphère qui suggère que les Mathématiques sont une affaire cérébrale par excellence. De fait, l'utilisation des nombres sous divers aspects ordinal ou cardinal est une partie intégrante du quotidien de l'apprenant, un quotidien non exploité et qui, n'ayant pas été traitée à la base comme partie intégrante de la formation de ces apprenants ne fera pas partie de leur « Connaissance ».

2. Le second cas relatif aussi aux Mathématiques, mais dans le cadre du monde opératoire. Introduite à partir de la réunion, l'addition se trouve être confinée dans le monde de la mise en équation et du calcul effectué, en dehors des situations, pourtant logiquement très différentes, qui mènent à poser une même équation. Or les différentes situations, menant à une équation du type additif sont, à part la réunion, une comparaison ou une transformation ou une combinaison de l'une de ces trois. L'introduction par le jeu, faisant introduire corps et technologie de ces différentes situations et l'acquisition des schèmes logiques adéquats est presque totalement absente de la formation des apprenants. Pourtant les exercices à résoudre, appelés situations-problèmes, dans les manuels scolaires y font appel. Ce qui rend la vie difficile aux apprenants et aux enseignants, mais ce qui est plus grave, c'est que la conceptualisation des opérations n'est ainsi jamais atteinte car l'information qui les concerne n'a jamais été traitée en tant que telle et n'est, encore une fois, jamais devenue une partie intégrante de leur Connaissance.

C'est pourquoi, il n'est plus question à partir de l'approche cognitive de concevoir le cursus de la formation de base comme une juxtaposition de disciplines dont l'unité est assurée par la personne de l'enseignant. Dans les deux exemples cités ci-dessus, l'objectif des enseignants n'a été que faiblement atteint, malgré tous les outils didactiques classiques qu'ils ont pu mettre en œuvre. C'est que, sans un traitement d'informations en situation, il n'y a pas une véritable appropriation des connaissances.

Deux modèles méthodologiques différents

On est en fait devant deux modèles méthodologiques de formation foncièrement différents. Le premier, et qui est le modèle classique en cours est du type suivant :

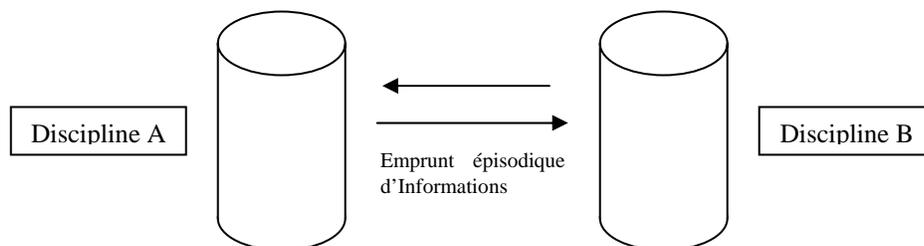


Fig 2

La méthodologie préconisée jusque là dans l'enseignement veut que les enseignants « empruntent » l'information (mathématique par exemple) pour l'appliquer à des situations qu'ils découvrent en aval et/ou « empruntent » d'autres informations empiriques pour les appliquer aux Mathématiques sans aucune systématisation de la construction des connaissances chez les apprenants. C'est pourquoi, l'école classique a adopté l'aspect magistral comme l'ultime et meilleure manière d'introduire, notions,

concepts et théorie. Le rôle de l'enseignant a été (et est souvent toujours) d'aider l'apprenant à réussir le passage de la théorie vers l'application, suivant le schéma suivant:

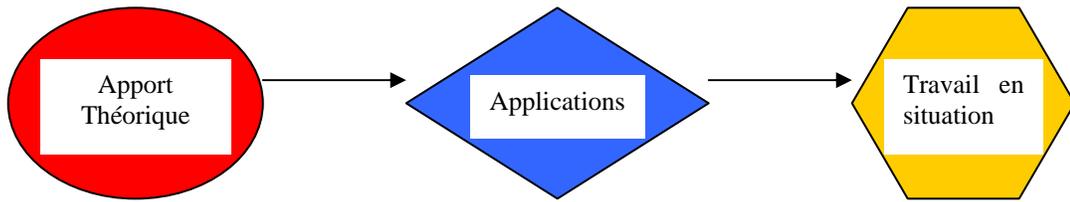


Fig. 3

La théorie des champs conceptuels, en élaborant ses prémices, s'est rendu compte de l'importance de la phase de préparation qu'implique toute construction des connaissances. La phase de préparation en question, ne peut être « magistrale » car ce type d'enseignement n'engage pas l'esprit critique de l'apprenant et ne le fait pas passer par les étapes intermédiaires qui lui donnent la possibilité de traiter les informations pour les changer en connaissance. Cette démarche de conceptualisation dans le cadre d'un champ conceptuel donné est un processus incontournable si l'on veut que les apprenants « construisent » leur connaissance de façon à ce qu'elle devienne « stable » et « opérationnelle ». Là, l'efficacité de la formation n'est pas mesurée en terme de temps, mais en terme de stabilité et « d'opérationnalité ».

Là réside d'ailleurs un des éléments de divergence entre les formations classiques et la formation basée sur l'approche cognitive. Les premières donnent beaucoup d'importance au savoir-faire didactique et laissent de côté l'aspect méthodologique de ces savoir-faire. Le second type au contraire demande à tout savoir-faire didactique d'être conforme aux impératifs du constructivisme cognitif. C'est pourquoi, l'expérience et son exploitation deviennent des éléments constitutifs à la base de tout cursus et non pas seulement des éléments d'application à posteriori. Ceci est illustré dans ce qui suit :

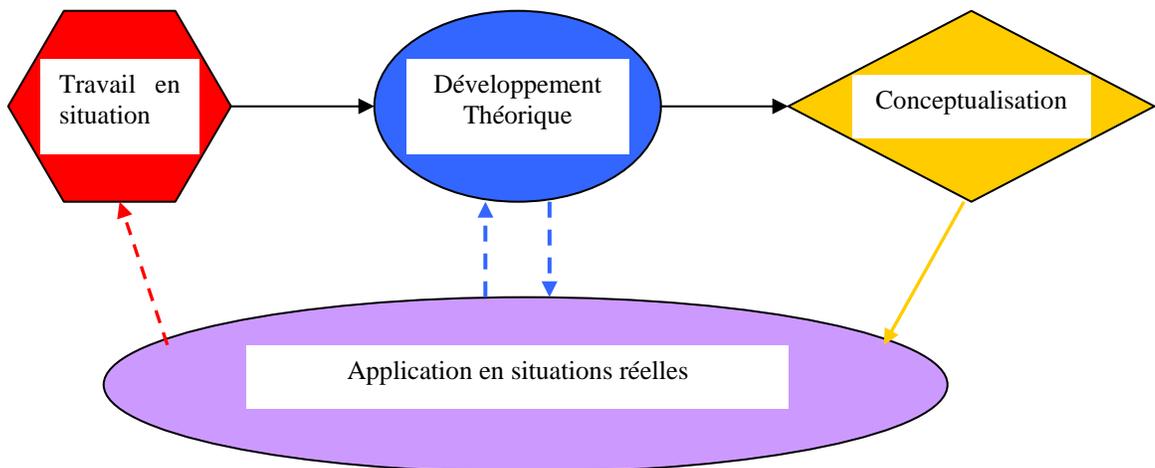


Fig. 4

Cette différence entre le schéma classique et le schéma cognitif n'est pas une différence formelle ou de passage, c'est une différence en profondeur entre une acquisition des informations qui ne débouche que trop tard sur les situations réelles, et une formation des connaissances ancrée dès le début dans les situations réelles. C'est

pourquoi les changements méthodologiques impliqués dépassent de loin les simples ajustements dans les techniques de la pratique didactique. Même le traitement des informations prend un aspect nouveau parce qu'il est intimement lié au cadre de la réalité et non pas au cadre théorique.

LE NOUVEAU CURSUS NATIONAL

Objectifs du Cours

Les objectifs du cursus libanais sont développés suivant quatre niveaux différents : les objectifs généraux d'une discipline et d'un cycle, les objectifs particuliers d'une discipline dans un cycle donné et les objectifs opérationnels de classe. Cette hiérarchie n'est pas soumise à des critères bien définis puisque ces termes n'ont pas de définition bien claire dans le cadre du cursus. Une étude d'évaluation du Nouveau Cours National, commanditée par l'UNESCO et co-financée par l'Etat Libanais, a mis en évidence les points faibles de cette organisation académique des programmes et a souligné certaines déficiences sur le plan des objectifs. En voici les principales, surtout en Mathématiques :

1. L'étude en question a montré une absence de continuité entre les différents niveaux d'objectifs pédagogiques à atteindre. En Mathématiques la discontinuité est la plus évidente entre les Objectifs Généraux de la discipline et les Objectifs Particuliers des différents cycles. Alors que les premiers étaient apparentés aux directives pédagogiques du Plan de Renouveau Pédagogique (qui est le cadre directeur du Nouveau Cours), les derniers s'en éloignent drastiquement.

2. Contrairement à ce qui était prévu initialement dans le cadre des Objectifs généraux, les objectifs opérationnels de classe, ont donné la priorité au contenu en tant qu'un ensemble de techniques et non aux compétences mathématiques acquises et transférables.

3. Enfin, la relation avec le réel, pourtant explicitement soulignée dans les directives pédagogiques des programmes, se trouve être mise en défaut dans les objectifs. Sous prétexte d'incompatibilité entre les Mathématiques et la réalité physique, les mises en situation ainsi que les exercices prévus par les objectifs opérationnels, s'apparentent plus à la théorie qu'à la réalité.

Le Contenu du Cours

Sur le plan du contenu, le cursus de Mathématiques essaie de couvrir les domaines de la discipline en proposant certaines innovations dans l'apprentissage de l'une ou l'autre des notions (comme celle des Vecteurs). Mais à partir d'une approche cognitive et développementale, on peut remarquer que certains aspects restent problématiques. Ces aspects sont problématiques car ils figent les Mathématiques dans une structure abstraite loin de tout esprit critique, malgré la volonté annoncée officiellement de dépasser cette façon classique de voir les Mathématiques. Un livre publié par l'Association Libanaise des Sciences de l'Education souligne ce problème de façon très claire. Les principaux aspects ainsi signalés sont les suivants :

1. Les différents domaines des Mathématiques sont présentés comme étant des monolithes parallèles sans organigramme de développement faisant appel aux possibilités cognitives des apprenants.

2. Dans le cursus il y a une absence totale de passerelles entre les domaines de la discipline et entre les Mathématiques elles-mêmes et d'autres disciplines. Dans certains cas il y a un arrêt inexplicable de l'utilisation de certains acquis (le tableau à double entrée par exemple) ce qui affaiblit le potentiel cognitif et synthétique de l'apprenant.

3. Le contenu du cursus part de situations "modélisées" d'avance. Et une étude sur le terrain faite par une doctorante a montré que les situations d'introduction des notions ne sont exploitées par les enseignants que comme des introductions théoriques des notions à développer. Les apprenants n'ont à y jouer aucun rôle d'analyse et d'appropriation des connaissances.

4. De plus, les situations d'exploitation sont toutes théoriques. Elles ne donnent lieu à aucune possibilité de traitement de l'information dans des situations réelles ou apparentées au réel.

5. Enfin une étude commanditée aussi par l'UNESCO a montré que la maîtrise des compétences est très réduite, ce qui contredit les objectifs généraux des Programmes et des Mathématiques comme formulés dans les documents officiels.

Remarques sur la Méthodologie

Enfin, dans le cadre de la première étude citée ci-dessus, une enquête a été menée au niveau national pour juger des changements méthodologiques profonds qui ont pu avoir lieu avec la mise en application du nouveau cursus national. Cette enquête a mis en évidence les éléments suivants :

1. Un changement a eu lieu dans les pratiques des enseignants. Ce changement a été plus ou moins profond suivant les cycles et le type d'école. Il est plus important dans les écoles privées que dans les écoles publiques ; il est le plus important dans les premières années de scolarisation mais il est le moindre au Secondaire.

2. Le changement a eu lieu au niveau des techniques utilisées. Il n'a jamais porté sur des données méthodologiques, de communication ou de formation à l'esprit critique ou d'adaptation à des méthodes de « solution de problèmes » (Problem Solving methods).

3. Aucun changement n'a eu lieu dans les aspects cognitifs pourtant mentionnés dans les directives pédagogiques. C'est ainsi que le contenu ne prévoit pas de compétences à acquérir et des concepts (dans le sens cognitif du terme) à maîtriser, mais uniquement des tâches à accomplir et des connaissances à cumuler.

Les Baccalauréats

Le Nouveau Cursus National a adopté aussi une diversification des Baccalauréats, cette diversification étant pressentie comme solution pour préparer une meilleure intégration à l'université. Or il s'est avéré, que non seulement l'intégration n'a pas eu lieu, mais pour des raisons administratives c'est un divorce qui a eu lieu puisque les universités ont eu le droit d'accepter dans toute spécialisation les détenteurs d'un baccalauréat indépendamment de la série choisie.

Mais en fait, le problème est beaucoup plus profond. Il s'agit d'un divorce presque total entre la formation pré-universitaire et les formations post-secondaires. Ces formations ne semblent avoir de finalités qu'au niveau du discours, sans aucun suivi au

niveau de la réalité. A part des raisons administratives, mais des raisons légales aussi semblent entraver cette continuité, puisque les “fonctions” du public et du privé ne semblent pas être bien définies.

Mais ce qui est plus grave, c’est que les méthodes adoptées au niveau de l’ingénierie des cursi aussi bien au secondaire qu’au post-secondaire ne prennent pas suffisamment et toujours en considération ce contexte scientifique, et culturel. L’écart se creuse entre les exigences du monde qui nous entoure et qui évolue rapidement, et notre façon d’orienter la construction du savoir dans nos institutions pédagogiques. Je tiens juste à faire remarquer ici que le cursus ne peut être restreint, comme c’est le cas actuellement, à une énumération de contenu, mais c’est un système beaucoup plus complexe, qui lie le contenu aussi bien aux principes d’évaluation qu’à la méthodologie de travail sous-jacente.

L’Héritage du Secondaire

A partir de tout ce qui a précédé, à quoi donc doivent s’attendre les universités ? Quel sera pour elles l’héritage de la formation pré-universitaire et particulièrement de la formation au secondaire ? Les prévisions basées sur les faits déjà cités et les remarques des universitaires nous permettent de faire les constats suivants :

1. Les apprenants arrivent à l’Université avec des “Informations” non intégrées. Ainsi le « Vecteur » est une notion mathématique dont la relation avec la notion de Force en Physique est très peu intégrée à part du point de vue représentation symbolique. Ce qui fait que pas mal d’étudiants ont de la difficulté à relier la « composition des forces » avec « l’addition vectorielle ».

2. Les techniques maîtrisées par les apprenants sont des techniques automatisées commandées par des requêtes directes sans aucune possibilité d’adaptation à la « résolution de problèmes » (problem solving). Ainsi l’intégration devient une fin en soi, à la rigueur liée au calcul des aires, mais pas du tout au calcul des puissances des moteurs (celle-ci étant pourtant un calcul d’aires).

3. Les apprenants arrivent à l’Université avec une absence de “conceptualisation” dans le sens cognitif du terme. C’est pourquoi les notions qu’ils ont en tête sont informatives et non pas opérationnelles. Ainsi un exercice « non classique » d’intersection d’ensembles a été résolu uniquement par 15% d’étudiants en première année de Mathématiques alors qu’ils sont tous détenteurs de Baccalauréat (Sciences Générales). Le même pourcentage a été obtenu pour l’utilisation d’un graphe dans l’exploitation de données statistiques non conventionnelles.

4. Les apprenants n’ont pas été formés à l’esprit critique. Leurs capacités d’observation, d’analyse et de synthèse sont minimales. Cela se traduit par l’uniformité des exercices d’application qu’ils peuvent résoudre.

5. Les étudiants héritent enfin d’une absence d’ancrage des Mathématiques dans la réalité. Cette absence est due naturellement à l’option théorique choisie à la base par les concepteurs du contenu du cursus ainsi que des auteurs des manuels en cours.

LES MATHÉMATIQUES A L’UNIVERSITÉ

Profil de la Formation Universitaire

La formation universitaire a connu une évolution d'importance au fil des années. A la fin du siècle passé, elle est de plus en plus ciblée vers des spécialisations professionnalisantes. Les différents cursus universitaires tendent à former des diplômés qui sont opérationnels à la sortie de l'université dans leur domaine de spécialisation, mais qui sont en outre munis d'outils cognitifs leur permettant une large manœuvre d'adaptation avec les changements successifs et rapides que connaît le monde du travail.

Pour répondre à ces exigences les formations du post-secondaire essaient de plus en plus de définir les compétences qui peuvent assurer une flexibilité et une mouvance continues. Dans cette optique, deux changements essentiels se sont imposés et que nombre d'universités d'avant garde ont déjà lancés:

1. La formation universitaire devient de plus en plus interdisciplinaire, dans ce sens que des passerelles s'imposent de plus en plus comme incontournables entre les différentes disciplines.

2. Les « aspects théoriques » des formations font place de plus en plus à des accompagnements « pratiques » sous forme de stages obligatoires ou des « Études de Cas ».

Évidemment, il est clair que l'adoption de telles politiques rapproche la formation universitaire (ou post-secondaire en général) des requis de l'approche cognitive sans pour autant que cette dernière soit systématiquement adoptée. Mais ce qui est sûr, c'est que les Mathématiques sous leur forme appliquée s'avèrent de plus en plus indispensables à toutes les formations. Ce qui a toujours été le cas pour les physiciens, les chimistes et les ingénieurs, est maintenant vrai pour les Sciences Sociales, la Technologie, les Sciences Economiques, certaines Sciences Humaines etc. Ce qui fait que le rôle des Mathématiques connaissant une importante évolution dans l'acquisition des autres sciences, la formation aux Mathématiques au secondaire et même avant est appelée à tenir compte de ces changements. Les informations universitaires, appelées à être exploitées dans des situations réelles ne peuvent plus s'astreindre à des modèles axiomatiques abstraits.

La Formation en Mathématiques dans les Universités

L'étude du nombre d'étudiants inscrits dans les différents départements des universités du Liban, montre que le pourcentage de ceux qui se spécialisent en Mathématiques est très réduit. La plupart d'entre eux font une carrière d'enseignant au Secondaire et très rares sont ceux qui s'orientent vers la recherche mathématique.

Pourtant, la formation universitaire en cours reste une formation théorique, même au niveau de ce qui peut être considéré comme des « Mathématiques Appliquées ». L'élargissement de l'utilisation des Mathématiques n'a pas influé sur les contenus des programmes ni sur leurs modes d'enseignement, et n'ont pas insisté sur cette forme cognitive appliquée. Ce qui fait que les professeurs du secondaire trouvent de la difficulté à s'adapter aux nécessités imposées par des changements conjoncturels et culturels de grande envergure.

Nous sommes donc devant un état de fait très problématique: des changements profonds qui ont lieu aussi bien dans l'avancement des Sciences de l'Education que dans

la nature et les requis de la formation universitaire, alors que notre nouveau cursus national semble stagnant.

C'est pourquoi, j'ai commencé par une longue introduction sur l'aspect cognitive et les déficiences en objectifs et contenu de ce cursus, pour pouvoir faire un joint, ou au moins proposer des palliatifs qui peuvent nous remettre dans le courant de la modernité scientifique.

CONCLUSION

Sommes-nous en présence d'un problème impossible à résoudre? Non, mais nous sommes sûrement en présence d'un état conflictuel auquel nous avons besoin de mettre fin le plus vite possible. Cela demandera nécessairement des actions de grande envergure et à tous les niveaux. En particulier, les différentes instances concernées seront appelés à:

1. Prendre conscience des problèmes posés par la divergence actuelle entre les requis universitaires au niveau des Mathématiques et l'état de préparation des détenteurs des différents baccalauréats.

2. Harmoniser autant que possible les références pédagogiques pour établir une plateforme de formation permettant de résoudre les problèmes auxquels nous faisons face, et adopter une approche cognitive et constructiviste de nos différents programmes afin de pouvoir répondre aux exigences intellectuelles, culturelles et scientifiques dans cette ère de globalisation

3. Changer la conception courante des Mathématiques et à orienter nos formations dans cette discipline vers une conceptualisation à partir des situations réelles en vue de leur exploitation dans la "Résolution des problèmes.

Pour terminer je dirai que le but de cet exposé n'est pas de minimiser l'importance des efforts fournis par tous ceux qui travaillent dans le domaine de reconstruction des programmes, aussi bien au niveau secondaire que post-secondaire. Mais, dans un monde de plus en plus petit, le libanais est appelé à se munir d'une "valeur ajoutée" que ne peut assurer qu'une "Excellence en Education". C'est pourquoi, chez nous, une remise en question en profondeur est un devoir et pas un luxe, et c'est une remise en question des fondements pédagogiques même du système en cours. Je pense qu'en essayant de faire concorder toutes les bonnes volontés nous pourrions arriver à redonner à ce pays la place qu'il avait dans le concert international du monde de l'Education et des formations de Haut Niveau.