

## Reports of innovation

### Devenir ingénieur par apprentissage actif : compte rendu d'innovation

### How to become an engineer through active learning : report of innovation

**Benoît RAUCENT, Jean-Marc BRAIBANT,  
Marie Noëlle DE THEUX, Christine JACQMOT,  
Elie MILGROM, Cécile VANDER BORGHT,  
Pascale WOUTERS**

Faculté des sciences appliquées, université catholique de Louvain  
2 place du Levant, 1438 Louvain-la-Neuve, Belgique.  
e-mail : raucent@prm.ucl.ac.be

#### **Résumé**

*En septembre 2000, la faculté des sciences appliquées (FSA) de l'université catholique de Louvain (UCL - Belgique) a inauguré un environnement de formation centré à la fois sur l'apprentissage par problèmes et par projets (APP<sup>2</sup>) pour les quelques 350 étudiants de 1<sup>re</sup> année du programme de cinq années d'études menant au diplôme d'ingénieur universitaire. Étudiants et enseignants ont été amenés à passer d'une culture de transmission du savoir centrée sur l'enseignant à une culture d'appropriation centrée sur l'étudiant. Cet article décrit et motive les caractéristiques principales de la nouvelle démarche pédagogique mise en place.*

**Mots clés** : *apprentissage par problèmes, apprentissage par projets, APP, apprentissage actif, formation d'ingénieurs.*

## **Abstract**

*In September 2000, the School of Engineering of the Université catholique de Louvain (UCL - Belgium) has officially started a new curriculum based on both Problem- and Project-Based Learning. This innovation concerns the 350-odd first year students of a five-year programme leading to one of the nine engineering degrees granted by the School. Students and staff have switched from a culture of knowledge transmission to a student-centered culture of knowledge acquisition. The paper describes and motivates the major characteristics of the new pedagogical approach which has been adopted.*

**Key words :** *problem-based learning, project-based learning, PBL, active learning, engineering education.*

## **1. CONSTATS**

Depuis 1972, la faculté des sciences appliquées (FSA) – école d'ingénieurs de l'université catholique de Louvain (UCL) – a instauré un système d'évaluation des enseignements des deux premières années de ses programmes d'études. Cette évaluation, effectuée tous les cinq ans par les enseignants, a permis, au fil des années, de formuler un certain nombre de constats :

- la quantité de matière à maîtriser est telle qu'il est devenu impossible de traiter cette matière en profondeur. Les enseignants sont ainsi placés face à un dilemme : survoler une grande quantité de matière ou aborder en profondeur un nombre réduit de concepts ;
- les étudiants semblent rechercher les moyens permettant de réussir les examens plutôt que de s'intéresser à la formation elle-même ;
- les étudiants semblent peu motivés par leur formation, l'absentéisme et le nombre élevé d'échecs en témoignent ;
- enfin, la demande du monde industriel a changé. Les entreprises plaident pour l'acquisition de compétences non techniques telles que la communication, le travail en équipe, ainsi que la préparation aux opportunités de carrières diverses et émergentes plutôt qu'à une carrière unique bien définie (The European round table of industrialists, 1995).

Ces constats récurrents ont conduit un groupe d'enseignants de la FSA à repenser fondamentalement l'approche pédagogique utilisée en vue de mettre en place un dispositif de formation favorisant le passage d'une culture de la transmission du savoir centrée sur l'enseignant à une culture d'appropriation centrée sur l'étudiant. L'article décrit les objectifs généraux de la réforme mise en place ainsi que la démarche d'enseignement/apprentissage qui y est associée.

## 2. OBJECTIFS ET PRIORITÉS DE LA RÉFORME

À partir de leur volonté de changer la nature du dispositif de formation, des enseignants représentant toutes les disciplines enseignées en candidatures FSA (bac+1 et bac+2, selon la terminologie française) ont défini leurs priorités pour les deux premières années du cursus universitaire.

Mis à part les enjeux tels que « l'augmentation du nombre d'étudiants, l'amélioration de la qualité de leur réussite ou l'accroissement de l'intérêt pour la recherche »<sup>1</sup> et les objectifs formulés en relation avec des contenus disciplinaires (calculer et mesurer les caractéristiques de propagation d'ondes mécaniques à une dimension, construire et utiliser un modèle prédictif pour étudier l'évolution d'un système constitué de plusieurs corps rigides, etc.), ces priorités peuvent être regroupées en fonction de la dimension de la formation qu'elles privilégient, du climat d'enseignement/apprentissage et de la stratégie d'enseignement/apprentissage à mettre en place. Le tableau 1 reprend ces priorités telles qu'elles ont été formulées par les enseignants.

Développement de capacités <sup>2</sup>	Les étudiants <ul style="list-style-type: none"> <li>- communiquent efficacement oralement et par écrit,</li> <li>- sont capables de s'auto-évaluer,</li> <li>- font preuve d'autonomie et d'initiative,</li> <li>- construisent et utilisent des modèles,</li> <li>- mettent en œuvre des stratégies de résolution de problèmes,</li> <li>- font preuve d'esprit critique,</li> <li>- conçoivent des dispositifs, outils, procédés nouveaux.</li> </ul>
Acquisition de connaissances	Des connaissances provenant de plusieurs disciplines sont intégrées entre elles.
Développement de valeurs	Les problèmes éthiques sont identifiés et pris en compte par les étudiants.
Développement de capacités socio-relationnelles	Les relations enseignants-étudiants sont modifiées, les étudiants travaillent en groupe.
Climat d'enseignement/apprentissage	La nature de la relation entre étudiants et enseignants est changée, les enseignants sont heureux d'enseigner, les étudiants sont heureux d'apprendre.
Stratégies d'enseignement/apprentissage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- les étudiants et les enseignants sont passés d'une culture de transmission à une culture d'appropriation,</li> <li>- les enseignants préparent les dispositifs de formation par un travail en équipe,</li> <li>- les étudiants prennent une part active dans leur formation,</li> <li>- les étudiants donnent un sens à leur activité d'apprentissage.</li> </ul>

Tableau 1. Priorités définies par les enseignants

Le tableau 1 montre que les priorités formulées par les enseignants font référence à un modèle socio-constructiviste de l'apprentissage au cours duquel l'étudiant construit ses propres connaissances en interaction avec ses pairs (apprendre en s'aidant du groupe) et avec son environnement (apprendre en traitant des situations problèmes faisant appel à diverses ressources) (Jonnaert et al., 1999). Dans le paragraphe suivant, nous décrivons ce que sont les implications de telles options dans la pratique de l'enseignement.

### 3. STRATÉGIE D'ENSEIGNEMENT ET D'APPRENTISSAGE : LE PROGRAMME MIS AU POINT EN FSA

Après plus de deux années de préparation, d'étude, de visites, de comparaisons et de débats souvent animés, la FSA a opté pour une approche basée sur l'**apprentissage actif en petits groupes**. En septembre 2000, le nouveau dispositif est implanté avec les 350 étudiants de première année, puis en septembre 2001 pour les deux premières années. L'ambition est de confronter les étudiants dès leur entrée à l'université à un mode nouveau de travail et d'apprentissage.

Les choix opérés pour l'élaboration du programme se fondent sur l'articulation de trois principes clés :

- 1. La **contextualisation** des apprentissages ; les étudiants apprennent à partir de situations problèmes<sup>3</sup> issues de contextes professionnels ;
- 2. L'apprentissage **coopératif** ; les étudiants abordent la plupart des activités auxquelles ils sont confrontés en groupes stables ;
- 3. Le **tutorat** ; la démarche active d'apprentissage et le recours aux petits groupes induisent une modification des rôles des différents acteurs. L'encadrement des étudiants a été revu en conséquence.

#### 3.1. Un dispositif construit autour de trois axes

##### 3.1.1. *Apprendre en traitant des situations problèmes variées*

Le premier axe de cette approche consiste à placer les étudiants face à des situations problèmes qui « *proposent une tâche à l'élève pour laquelle il ne dispose pas pour le moment de tout ce qui lui est nécessaire pour l'accomplir. Il lui manque ce qui est prévu comme apprentissage, de telle sorte que sa réalisation passe par la maîtrise d'un objectif sous-jacent* » (Poirier-Proulx, 1999, p. 103).

Les situations problèmes doivent être suffisamment complexes pour nécessiter un travail de groupe. Pour stimuler la motivation, elles sont inspirées de la réalité professionnelle et proposent un défi : elles interpellent les étudiants.

« Les étudiants font un plus grand effort pour apprendre et retenir ce qu'ils apprennent lorsqu'ils perçoivent des relations entre la matière et leur propre existence. Ils demandent constamment à savoir pourquoi il leur faut étudier un sujet ou à quoi servira l'information qu'ils apprennent » (Delisle, 1997, p. 8).

Dans l'approche FSA (APP<sup>2</sup>), deux types de situations problèmes coexistent et se complètent : le **problème** (disciplinaire et de courte durée) et le **projet** (pluridisciplinaire et se déroulant sur une période de 11 semaines).

### 3.1.1.1. L'apprentissage par problèmes

Celui-ci s'étend sur une période limitée dans le temps (environ 10 heures de travail des étudiants, réparties sur une ou deux semaines). Il vise l'acquisition d'objectifs explicites dans une **discipline** (l'appropriation de nouveaux concepts dans une « matière » donnée) ainsi que le développement d'**habiletés méthodologiques transversales** telles que l'organisation du travail en groupe, la capacité à résoudre des conflits ou à surmonter des différends, la gestion du temps et le respect des échéances, la communication efficace (sous toutes ses formes), la capacité à faire des choix et évaluer des risques, la capacité à mettre en doute et à critiquer les idées d'autrui, l'organisation du travail individuel, etc. Ces habiletés se développent grâce à l'exercice répété de ces démarches, le recours à des outils spécifiques (des questionnaires-guides, par exemple) et l'alternance de séances tutorées en groupes et de périodes de travail individuel.

Avant de résoudre un problème, les étudiants sont invités à comprendre – par un travail en groupe – la tâche qui leur est demandée, à faire le point sur les connaissances dont ils disposent et à préparer la phase suivante en formulant des pistes de travail. Vient ensuite une phase de travail individuel au cours de laquelle les étudiants s'approprient les connaissances qu'ils ont jugé nécessaires. À l'issue de cette phase, l'étudiant rapportera au groupe le produit de son apprentissage individuel. La phase de clôture consiste également à construire une ou plusieurs solutions argumentées au problème de départ. L'objectif n'est donc pas de se débarrasser le plus vite possible du problème en produisant une solution mais bien de formuler une réponse qui atteste une bonne compréhension des connaissances acquises. (Milgrom et al., 2002).

Dans les dispositifs mis au point dans des universités telles que Sherbrooke, Lausanne, Maastricht, etc., les étudiants exploitent le problème en suivant un canevas précis de phases successives, identique pour tout le programme. La progression envisagée en FSA présente également des invariants (phase de démarrage, travail individuel, phase de clôture). Toutefois, le concepteur du problème a une marge de manœuvre pour inscrire d'autres phases dans son dispositif (par exemple : une phase de mise en commun intermédiaire où le groupe fait le point avec le tuteur sur le travail réalisé entre deux phases de travail individuel ou encore une séance de laboratoire).

Signalons aussi que, dans certaines approches d'apprentissage par problèmes (notamment en médecine), les problèmes sont intrinsèquement pluridisciplinaires. Dans l'approche mise en oeuvre par la FSA dans les deux premières années du cursus – consacrées aux disciplines de base – les problèmes sont, à de rares exceptions près, mono-disciplinaires.

Prenons comme exemple le premier problème soumis aux étudiants : « Avec votre patrouille de scouts (éclaireurs), vous souhaitez réaliser une passerelle en bois sur la Lesse<sup>4</sup> à l'aide de rondins de 3 mètres de long. Pour obtenir l'autorisation, vous devez présenter un projet à un ingénieur des Eaux et Forêts. L'ingénieur a des doutes sur la solidité des appuis aux berges et sur celle d'une pile éventuelle dans la rivière. Votre problème est donc de proposer un agencement de ces rondins pour réaliser la passerelle et de déterminer des bornes supérieures pour les réactions aux appuis permettant d'évaluer quelle doit être la solidité de ceux-ci. Votre problème n'est pas isolé. L'ingénieur souhaite profiter de votre travail pour concevoir d'autres passerelles à d'autres endroits. Vous devez donc présenter une réponse générale au problème ».

Ce problème poursuit des buts de sensibilisation (de Theux et al., 2002) à des aspects :

- disciplinaires ; initier aux concepts de force, moment et équilibre d'une poutre dans des conditions isostatiques (placé en début de curriculum, cet exemple n'a pas pour objectif d'initier les étudiants aux notions de flexion de poutre ou de dimensionnement des rondins) ;
- méthodologiques ; familiariser les étudiants avec la démarche d'apprentissage par problèmes (procédure, phases de travail, responsabilités de chacun, rôle du tuteur).

### **3.1.1.2. L'apprentissage par projets**

Celui-ci combine plusieurs disciplines et est de plus grande ampleur : environ une centaine d'heures étalées sur une période de dix à quatorze semaines. Il a pour but d'amener les étudiants à se former aux principes de la conception et à la gestion d'activités de longue durée en construisant ensemble une véritable démarche interdisciplinaire. L'interdisciplinarité telle qu'elle est conçue ici consiste à placer le groupe d'apprenants dans une situation complexe qui exige qu'ils mobilisent et intègrent, de manière cohérente, des savoirs et savoir-faire multiples (techniques, scientifiques, méthodologiques, manuels) relevant de plusieurs disciplines différentes ainsi que des habiletés transversales non disciplinaires (voir le point 1 ci-dessus) et cela en une seule et même activité d'apprentissage (« leur projet »).

Les projets mis en place à la FSA dans le nouveau curriculum se distinguent des projets « classiques » qui ont généralement comme objectif

**d'appliquer** des connaissances acquises précédemment et qui visent donc principalement leur synthèse et leur application dans un contexte donné.

L'exemple suivant (premier projet proposé aux étudiants de première année) illustre notre propos. Il est demandé aux étudiants de « *concevoir un système autonome capable de dessiner, sur un terrain, les lignes correspondant aux principaux sports collectifs* ».

En début de projet, les étudiants proposent une structure mécanique de leur engin et réalisent une maquette (étape A de la figure 1). Une fois la solution acceptée par un jury, les étudiants sont amenés à modéliser l'engin afin de déterminer les consignes à imposer au moteur pour parcourir une trajectoire désirée. C'est au cours d'une activité de physique (étape B de la figure 1) qu'ils vont apprendre à modéliser l'engin et ensuite (étape C) à générer les consignes pour les solutions. Enfin, avec les connaissances acquises en informatique, ils réaliseront la programmation du système de commande dans le langage Java. Ils seront enfin amenés à vérifier la faisabilité technique de la solution sur un prototype pilote en LEGO® (module RCX de Lego Mindstorms™) (Aguirre & Raucent, 2002 ; Raucent, à paraître).

À travers ce projet, les étudiants sont particulièrement sensibilisés à trois aspects méthodologiques : l'équilibre entre le travail de groupe et le travail individuel, le processus de travail en groupe, l'auto-évaluation et le suivi des apprentissages. Ils mobilisent des connaissances scientifiques et techniques propres à la physique (la modélisation de la cinématique du robot) et d'autres qui relèvent de l'informatique (la programmation du robot). La figure 1 illustre le rôle intégrateur du projet.

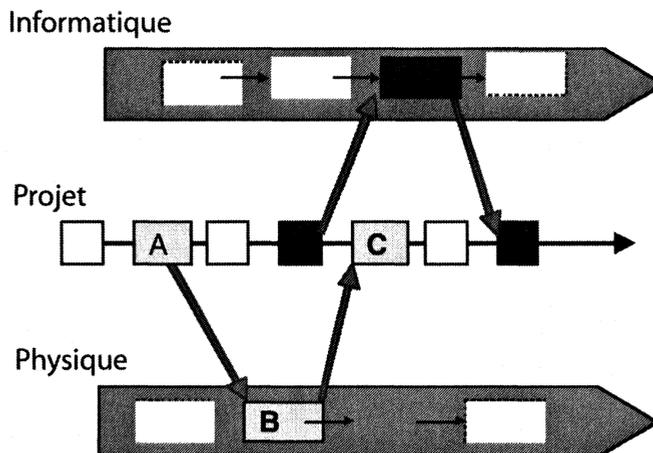


Figure 1. Intégration de l'apprentissage dans le cadre d'un projet (Aguirre & Raucent, 2002)

Les concepteurs du programme argumentent leur volonté **d'emboîter la gestion de problèmes ciblés sur des objectifs disciplinaires dans la démarche intégratrice du projet** par un souci de sortir de manière radicale de la culture transmissive et de maintenir l'étudiant actif dans le plus grand nombre de situations possibles. Nous pensons que cette option renforce la cohérence d'ensemble du dispositif.

En effet, le recours à la contextualisation par le biais de deux dispositifs différents permet d'exercer des habiletés transversales dans des situations variées, augmente les possibilités de transfert des apprentissages et stimule l'engagement des étudiants dans des tâches qui se veulent significatives.

De plus, la combinaison, dans un même programme, de projets et de problèmes pousse les étudiants à exercer des habiletés nécessaires à une démarche active de construction des apprentissages. En aucun cas, ils ne peuvent se limiter à accumuler et à appliquer des connaissances désincarnées. Dans l'apprentissage par problèmes comme dans l'apprentissage par projets, une dynamique est mise en œuvre pour qu'ils soient amenés à :

- identifier et mobiliser les savoirs existants qui seront pertinents pour traiter la situation problème,
- découvrir que certaines connaissances leur font défaut,
- identifier des connaissances à acquérir,
- acquérir ces connaissances par l'étude individuelle,
- confronter les points de vue en groupe et vérifier la compréhension de chacun,
- intégrer et appliquer l'ensemble de leurs connaissances (anciennes et nouvelles) à la situation problème posée.

Ces démarches orientées vers l'appropriation des connaissances exigent de l'étudiant qu'il consacre le temps nécessaire pour progresser dans les notions à travailler. Il ne s'agit plus, comme dans une démarche transmissive, d'inviter les étudiants à étudier des notes de cours. Les concepteurs du programme doivent veiller à réserver dans l'horaire le temps à consacrer au travail d'objectifs d'apprentissage ciblés ; ceci est d'autant plus important qu'une grande partie du programme est réservée à une démarche active des étudiants. Les équipes enseignantes ont été obligées de choisir les concepts essentiels à travailler, se donnant les moyens de lutter contre l'inflation des matières enseignées.

La cohérence interne du dispositif se retrouve également dans la mise en place des mêmes (petits) groupes, tant pour l'apprentissage par problèmes que par le projet.

### **3.1.2. Apprendre en s'aidant du groupe**

Une deuxième caractéristique essentielle de l'approche FSA est le fait que l'apprentissage, nécessairement individuel, est favorisé, stimulé,

encouragé et soutenu par le **travail en groupes**. Si la FSA met l'accent sur le travail en groupes, ce n'est donc pas uniquement parce qu'aujourd'hui la plupart des ingénieurs travaillent en équipes et qu'il faut donc avoir appris à travailler efficacement avec d'autres pour entrer dans la vie professionnelle. Le travail en groupes, quand il est efficace, poursuit de nombreux objectifs qui favorisent l'apprentissage individuel.

Enfin, dans une société des savoirs de plus en plus médiatisée par les nouvelles technologies, le travail en groupes replace les relations humaines au cœur de l'apprentissage.

Sur le plan organisationnel, l'accent mis sur le travail en groupes se matérialise par le fait que les six cents étudiants de 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> années abordent la plupart des activités d'enseignement par groupes de six ou huit. Ces groupes restent stables pour l'ensemble des 11 semaines d'un trimestre. Cette option du groupe stable a de nombreux avantages :

- chaque groupe dispose d'ouvrages de référence et d'un ordinateur offrant la possibilité d'utiliser les moyens de communication (courriels, forums, groupes de discussion), de recherches d'informations (Internet et Web), de calcul (MatLab, etc.), de dessin (AutoCAD, etc.) ;
- les locaux, pouvant accueillir chacun trois ou quatre groupes, ont été aménagés en conséquence ;
- enfin, le groupe doit gérer un panel d'activités et est donc dans de bonnes conditions pour apprendre à gérer le temps, habileté transdisciplinaire visée explicitement dans le programme.

Évidemment, pour que le travail en groupes soit réellement efficace, il faut l'organiser et le gérer correctement. Les étudiants sont donc amenés régulièrement à se partager les tâches et les responsabilités au sein de leur groupe (par exemple : l'animation, le secrétariat, l'intendance, etc.) Il ne s'agit pas ici de se répartir des éléments de production tels que la rédaction d'un rapport ou l'écriture d'un programme informatique, mais bien d'établir la contribution de chacun à la réalisation des objectifs d'apprentissage.

Tous les étudiants doivent effectuer une étude personnelle dans les ouvrages de référence et dans les autres ressources mises à disposition (ou découvertes). Le groupe est une aide pour chacun de ses membres à identifier ce qui doit être appris. Il est également l'endroit où, après une phase d'étude individuelle, les étudiants font le bilan de leur apprentissage et confrontent ce qu'ils ont compris.

L'idée sous-jacente à ce choix didactique est la suivante : en expliquant aux autres étudiants du groupe, en les écoutant et en argumentant l'élaboration de solutions, chaque étudiant est confronté naturellement à des « conflits » divers tels que :

- des contradictions entre sa réponse et les réponses des autres étudiants,
- des contradictions et imprécisions dans ses propres réponses,

- des éléments neufs, présents dans le discours des autres étudiants et absents de ses propres explications.

Combinées à ces diverses sources de conflits, des situations particulières rencontrées lors des séances de travail en groupes pourront favoriser la qualité et la profondeur de l'apprentissage (Bourgeois & Nizet, 1997) menant ainsi à l'appropriation des connaissances.

### **3.1.3. Apprendre avec l'aide de tuteurs**

Une thèse centrale de la pédagogie active en groupes est que, s'il est vrai qu'il ne suffit pas, pour un étudiant, d'assister à une présentation de la matière faite par un professeur pour apprendre réellement ce qu'il est supposé apprendre, il ne suffit pas non plus de lancer une question, un exercice ou un problème sur la table d'un groupe d'étudiants pour qu'ils apprennent. C'est à ce niveau qu'intervient le rôle central joué par le tuteur, troisième axe de la réforme.

Au cours d'un trimestre, les groupes d'étudiants travaillent avec un tuteur différent pour chacune des disciplines (mathématique, physique, informatique, etc.) ainsi qu'avec un tuteur qui encadre spécifiquement le projet trimestriel.

Vu le grand nombre d'étudiants (48 groupes de 8 étudiants en 2002-2003) et les ressources limitées en personnel, chaque tuteur encadre simultanément trois ou quatre groupes d'étudiants rassemblés dans une salle (mode « tuteur volant »). Dans un certain nombre de disciplines, des étudiants plus avancés dans le curriculum (étudiants à partir de la troisième année) exercent la fonction de tuteur (Braibant et al., 2002a).

Dans une démarche telle que celle adoptée par la FSA, le statut de l'enseignant est différent de celui qu'il occupe traditionnellement. Le rôle de l'enseignant dans sa fonction de « tuteur » ne consiste plus à transmettre des savoirs de manière magistrale (même si, comme nous le verrons au paragraphe 3.2., l'exposé de savoirs n'est pas supprimé) ou à contrôler l'exactitude de la résolution d'un exercice/problème. L'enseignant/tuteur accompagne l'étudiant dans sa démarche d'apprentissage tant du point de vue du contenu disciplinaire que de la méthode d'apprentissage.

En fonction de la complexité des tâches prévues par la situation problème, du dispositif en lui-même et de l'expérience de l'équipe enseignante, cet accompagnement peut revêtir de multiples fonctions. Barrows (cité par Kaufman, 1995), à partir d'un inventaire des pratiques observées dans les séances tutorées de différentes universités, a établi une catégorisation qui permet de dégager les quatre fonctions principales du tuteur. En FSA, elles sont regroupées sous le sigle générique **C.Q.F.D.**

**C comme conduire (« navigating »).** L'exploitation de la situation problème suppose que le groupe passe par différentes étapes. Le tuteur

intervient pour guider le groupe au fil de ces étapes, décidées au sein de l'équipe enseignante. Il insiste pour que chaque étape soit réalisée avec un degré d'exigence adéquat, il invite le groupe à approfondir la réflexion si ce n'est le cas, voire à revenir à une étape antérieure si nécessaire. Le tuteur pilote la progression des trois groupes de la salle. Il peut choisir de confronter la production des trois groupes ou, au contraire, de travailler indépendamment avec chaque groupe.

**Q comme questionner (« *questionning* »).** Traditionnellement, face à une exigence de production, les étudiants sont habitués à demander/recevoir des directives guidant la démarche, la procédure à adopter, les éléments de matière à exploiter ainsi que l'évaluation de l'enseignant en termes de qualité de la réponse. (« *Cette réponse est-elle bien la bonne ?* »).

Dans une démarche APP, le rôle du tuteur consiste principalement à susciter le raisonnement chez les étudiants, à stimuler la mobilisation des savoirs et à relancer au groupe ses propres questions de manière à ce que les étudiants puissent déterminer, par eux-mêmes, l'état de leurs connaissances, leur degré de maîtrise des concepts pour en arriver à déterminer la qualité de leurs réponses (« *Tous les membres du groupe sont-ils d'accord avec la réponse ? Y a-t-il un élément à propos duquel vous doutez ? Comment montrer que votre réponse est correcte ? D'autres réponses sont-elles possibles ?* »).

Un rôle important du tuteur consiste donc à être un « révélateur » du niveau de compétence des étudiants par une démarche non pas prescriptive, mais questionnante, interpellante (« *Dans votre démarche, quelles sont les hypothèses utilisées ? Quelles sont les limites d'utilisation de votre modèle* », etc.)

Ainsi, à travers les questions qu'il pose et les ressources auxquelles il fait référence, le tuteur contribue à la création d'un environnement propice à l'apprentissage actif.

**F comme faciliter (« *facilitating* »).** Le tuteur réalise des interventions verbales et non verbales susceptibles de créer un climat positif pour le travail dans le groupe. Par exemple, il sollicite différents points de vue pour stimuler un débat, il relance les questions individuelles au sein du groupe, il encourage l'animateur à exercer son rôle, donne une rétroaction positive quand le groupe fonctionne bien. Le « tuteur volant » doit être attentif à bien calibrer son intervention car, entre ses passages dans le groupe, celui-ci doit trouver ses propres pistes de travail et... de motivation.

**D comme diagnostiquer (« *diagnosing* »).** Cette fonction est particulièrement importante dans la situation du « tuteur volant ». En effet, avant d'intervenir, le tuteur observe, questionne, engrange de l'information pour se faire une idée de l'état d'avancement de chacun et de la dynamique du groupe. Ce temps de diagnostic lui permet d'ajuster au mieux son interven-

tion (faut-il remotiver le groupe ? le réorienter vers un but commun ? clarifier des notions et questionner ? encourager à travailler telle ou telle étape ? etc.)

Le « référentiel de compétences du tuteur idéal en FSA » (Braibant et al., 2002b) met en évidence la complexité du rôle du tuteur, qui exerce simultanément trois macro-compétences. En effet, il doit avoir intégré, avant les séances tutorées, une série de données (les étapes du processus, les objectifs d'apprentissage, sa place dans le système de formation et son rôle de relais, etc.) D'autre part, il doit être capable d'utiliser ces « données préalables » en situation, de réagir sur le vif en séance. Enfin, il devra être au clair dans sa relation avec les étudiants et trouver une juste distance face aux trois groupes (ni « copain » ni « professeur *ex cathedra* ») et opter pour une attitude qui favorise l'autonomie des étudiants.

Le fait, pour un tuteur, de devoir accompagner plusieurs groupes simultanément rend la tâche à accomplir encore plus délicate : il lui faut nécessairement combiner les interventions au sein de chaque groupe avec le souci de ne pas perdre de vue ce qui se passe dans les autres groupes au même moment.

Ces attitudes ne sont, pour le tuteur, ni innées, ni spontanées, ni intuitives. Un programme de sensibilisation et de formation a été mis au point, comme explicité plus loin.

## 3.2. Quels ingrédients pour une telle démarche ?

Le programme de deux années est organisé en 6 trimestres de 11 semaines chacun. Chacune des deux années se clôture par 3 semaines d'évaluation (examens). Chaque trimestre comprend un projet pluridisciplinaire. En sus des situations problèmes décrites ci-dessus, le programme prévoit également des situations de travail en sous-groupes à partir d'exercices (apprentissage par exercices) et des temps de restructuration collectifs en plus grands groupes.

### 3.2.1. L'apprentissage par exercices

L'apprentissage par exercices (APE) est utilisé *en complément* d'autres dispositifs, tels que l'apprentissage par problèmes, et s'en distingue notamment par le fait que l'apprentissage est plus « guidé » et de durée plus limitée (généralement une seule séance). À lui seul, ce dispositif ne peut pas rencontrer tous les objectifs visés dans la réforme. (Méthodes et Outils, 2001).

La contextualisation peut être prévue dans les énoncés. Alternativement, ceux-ci peuvent porter sur une matière déjà « contextualisée » par d'autres activités (projet, problème, etc.)

L'activité se déroule essentiellement par petits groupes, dans le cadre d'une séance en présence d'un tuteur. Les étudiants reçoivent un « questionnaire d'exercices » auquel ils doivent répondre et à travers lequel ils découvrent de nouvelles notions (nouveaux concepts ou nouvelles méthodes, ou encore résultats théoriques, etc.) Idéalement, le questionnaire pourrait s'achever par une série de questions de réflexion devant guider l'étudiant dans son travail individuel de restructuration des concepts et méthodes acquises.

Le tuteur ne présente pas un « rappel » des méthodes à appliquer, puisque l'essentiel de ces méthodes est à découvrir par l'intermédiaire des exercices. Il veille à ce que l'ensemble des étudiants du groupe participe de manière effective à la séance. Il assure une dynamique de groupe efficace qui permet à chacun de confronter sa compréhension et ses difficultés avec les autres membres, afin d'atteindre les objectifs fixés.

### **3.2.2. Le cours « magistral » : (re-) structuration, en grands groupes**

Dans un programme rythmé par des projets et des problèmes, les cours « magistraux » disposent d'un statut particulier. Il s'agit principalement d'introduire une activité à venir ou, plus fréquemment, de restructurer les compétences travaillées dans une activité passée.

Les cours sont souvent organisés **après** que les étudiants aient abordé une première fois les concepts qui seront présentés (pendant la résolution de problèmes ou pendant le travail sur le projet) : ces cours ont donc la **restructuration** comme objectif principal. Les étudiants participent donc aux cours en ayant déjà une première représentation mentale des notions abordées. Face à un tel public, l'enseignant peut focaliser son intervention sur la synthèse en mettant en évidence la structure et les liens entre les concepts. C'est aussi pour lui l'occasion de fournir une rétroaction sur le travail réalisé dans le cadre des problèmes précédents et donc de corriger certaines erreurs de compréhension ou d'application.

Comme tous les sujets ne peuvent nécessairement être abordés de manière efficace dans le cadre du processus d'apprentissage par problèmes, certains enseignants organisent également des cours magistraux **avant** le démarrage d'un nouveau problème afin d'y **introduire** des notions de base, des éléments complémentaires ou des concepts particulièrement délicats.

Il faut noter que, dans le système mis en place, le cours n'est plus un lieu où la totalité de la matière est présentée par l'enseignant.

### **3.2.3. L'évaluation**

Le tableau ci-après propose une vision d'ensemble des activités d'évaluation des acquis des étudiants.

	<b>Évaluation formative</b>	<b>Évaluation certificative</b>
<b>Évaluation continue</b> <i>Prestations en cours de trimestre</i>	<p><b>Activités</b></p> <p>Prestations des étudiants au cours des différentes activités organisées pendant le trimestre (APP, exercices, laboratoires, travaux de groupes, etc.)</p> <p><i>En amphithéâtre, correction globale et commentée des évaluations écrites individuelles.</i></p>	<p><b>Activités</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Évaluations écrites individuelles à des moments clés du trimestre prévues en début de semaine 5 (ou 6) et 9 (ou 10).</li> <li>- Prestations en cours de trimestre (les étudiants en sont informés au plus tard 15 jours avant la prestation).</li> </ul> <p><b>Production de la note</b></p> <p>Pour chaque matière, une note synthétisant l'évaluation continue est attribuée individuellement à l'étudiant.</p>
<b>Évaluation des projets</b>	<p><b>Activités</b></p> <p><i>Suivi et rétroaction de la part du tuteur tout au long de la gestion du projet. Pour certains projets, des « pré-jurys » ou « jurys d'orientation » sont prévus en cours de projet.</i></p> <p><i>Réunion de débriefing avec le tuteur du projet après la présentation et la défense du projet.</i></p>	<p><b>Activités</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Présentation orale du projet et sa défense par le groupe devant jury.</li> <li>- Production d'un rapport écrit par groupe.</li> <li>- Évaluation écrite individuelle réalisée en semaine 5 (ou 6) et 9 (ou 10).</li> </ul> <p><b>Production de la note</b></p> <p>Évaluation des projets confiée à des jurys de projet qui prennent en compte le travail du groupe, le rapport écrit, l'évaluation individuelle et la présentation. Cette note comporte une composante de groupe et une composante individuelle. Utilisation de grilles critériées ainsi qu'une réunion de concertation des présidents de jurys visant à assurer la fiabilité des évaluations.</p>
<b>Évaluation en fin d'année</b>	<i>Sans objet.</i>	<p><b>Activités</b></p> <p>Examen écrit pour chacune des disciplines principales : mathématiques, physique, chimie et informatique.</p> <p><b>Production de la note</b></p> <p>Évaluation dans l'ensemble des matières, quelles que soient les formes d'apprentissage ; porte sur la familiarisation des étudiants avec les concepts et méthodes utilisés au cours de l'année, sur leur compréhension en profondeur et sur l'acquisition de compétences durables.</p>

Tableau 2. Activités d'évaluation des acquis des étudiants

« L'évaluation des acquis des étudiants comporte trois composantes obligatoires : l'évaluation continue, l'évaluation des projets, l'examen de fin d'année » (commission de premier cycle, 2002, article 1). Les notes de chacune de ces composantes interviennent lors de la délibération finale pour un tiers des points. L'évaluation continue et l'évaluation des projets réalisés en cours d'année visent le travail régulier de l'étudiant. L'inscription aux examens de fin d'année peut être conditionnée à la participation régulière et satisfaisante de l'étudiant aux activités de l'année.

#### 4. UNE RÉFORME N'EST PAS UN LONG FLEUVE TRANQUILLE

Les sections précédentes de cet article présentent le constat à la base de la réflexion, les priorités fixées et les lignes directrices du programme mis en place à la FSA. Il nous paraît opportun de présenter les étapes principales de la mise sur pied de cette réforme et de préciser les écueils rencontrés.

##### **Étape 0 : le questionnement**

Le processus de réforme a commencé par un constat et une série de questions fondamentales telles que : « *Pourquoi voulons-nous changer ? Que voulons-nous changer ? Avons-nous les moyens du changement ?* »

Des réponses telles que « *Pourquoi changer, nous sommes déjà parmi les meilleurs. De toutes façons, nous n'avons pas les moyens d'un changement radical. Une pédagogie active n'est pas envisageable dans notre domaine* », ont servi de révélateur du souhait de l'institution (ou de ses membres) d'entamer réellement une réflexion en profondeur sur la question de la formation de nos étudiants.

Il paraît impossible d'amorcer un changement aussi radical sans avoir débattu préalablement de ces questions fondamentales et sans arriver à un consensus qui, même s'il n'est pas partagé par tous les acteurs, influence l'orientation du nouveau curriculum.

Notre démarche de questionnement a été facilitée, il faut le souligner, par une série d'observations et d'échanges avec d'autres institutions.

##### **Étape 1 : les priorités**

Comme nous l'avons souligné à la section 2, un certain nombre d'enseignants a travaillé à établir les priorités de la réforme et à clarifier la demande : les performances à atteindre, tant au niveau des objectifs que des méthodes pour y arriver. Ce travail est essentiel, car il permet de se doter d'un vocabulaire et d'objectifs communs pour la suite du processus.

## **Étape 2 : l'appropriation et la construction**

Réaliser le constat et préciser les priorités fut le travail d'un petit groupe de personnes. Le nombre de personnes impliquées a ensuite été élargi afin de pouvoir entamer la construction du nouveau curriculum.

Il ne s'agissait pas de se borner à transmettre les résultats du travail d'un petit groupe de personnes mais, au contraire, d'impliquer le plus grand nombre possible d'acteurs du terrain et de leur **faire prendre conscience du changement de rapport au savoir et au pouvoir** impliqués par cette nouvelle démarche. Ce processus fut lent, difficile et douloureux !

Pour beaucoup d'enseignants, les difficultés majeures à surmonter consistent :

- à accepter la nécessité de mieux comprendre ce qu'est apprendre, donc ce qu'est enseigner, donc à accepter de se remettre à apprendre,
- à abandonner certains privilèges, à chercher un consensus et à s'y soumettre,
- à s'intéresser à ce qui « *sort de mon domaine de spécialité* »,
- à se familiariser avec des aspects de formation méthodologique.

On retrouve ici la démarche de construction « petit à petit » du curriculum, selon un principe long, en s'appuyant sur des démarches participatives d'élaboration de projets. Cette étape représente un accouchement parfois douloureux, parce qu'il y a un référentiel nouveau à construire entre les acteurs (Roegiers, 1997).

Dans cette perspective, nous avons pris beaucoup d'initiatives : visites de spécialistes étrangers, participation à des colloques et à des cours d'été, organisation de séances de formation sur la base d'une mise en situation, etc.

**Concevoir les activités à destination des étudiants** est également un travail important. Il s'agit de placer l'étudiant dans un contexte qui suscite le besoin d'apprendre et non plus simplement dans l'état de recevoir une formation.

Il ne suffit cependant pas de proposer un simple défi : il faut une série d'activités qui permettent effectivement d'acquérir de nouvelles compétences. Pour cela il faut, dès la conception des activités, placer l'acquisition des connaissances et des compétences au moins au même niveau de valeur que la production de la solution (par exemple : la rédaction d'un rapport ou la réalisation d'un prototype, etc.) Il faut également accorder une place à la réflexion sur le travail accompli (par exemple par des activités de bilan intermédiaire et final). Les concepteurs se sentent souvent mal à l'aise face à cette méta-réflexion. Il faut donc qu'ils en comprennent l'importance avant de commencer la construction proprement dite des activités. À l'issue de ce cheminement, les enseignants en viennent à se considérer comme des

**architectes et des concepteurs d'occasions d'apprendre** plutôt que comme des conférenciers...

L'importance, pour les enseignants, de la concertation et du travail en équipe apporte des modifications dans l'organisation structurelle de la faculté avec la création de nouvelles fonctions : « coordination de trimestres » et « coordination de matières ». Le mode de travail et de communication évolue donc également entre les enseignants.

### ***Étape 3 : la formation des tuteurs***

D'un point de vue organisationnel, une centaine de personnes (professeurs, assistants, chercheurs et étudiants tuteurs) accompagne, chaque trimestre, des groupes d'étudiants de première année.

Lors de la mise en place d'une démarche de pédagogie active, la formation des tuteurs à leur nouveau rôle est cruciale. En effet, le comportement du tuteur a un impact sur les résultats des étudiants. Wilkerson, qui a réalisé une revue de la littérature sur la place du tuteur dans l'apprentissage par problèmes, précise : « *Le modèle qui en résulte suggère qu'un tuteur efficace doit posséder trois qualités : une préoccupation et un intérêt pour les étudiants, une base de connaissances pertinente pour les objectifs du cours et la capacité de traduire ces connaissances en termes accessibles aux étudiants. Ces trois caractéristiques exercent des influences directes et indirectes sur le fonctionnement des groupes tutorés et, par conséquent, sur l'intérêt intrinsèque pour la matière et le temps consacré à l'étude individuelle, donc sur la réussite aux examens* » (Wilkerson, 1996, p. 28).

Parmi les facteurs considérés dans une étude statistique interne en vue de déterminer leur impact sur la réussite des étudiants, nous avons constaté une corrélation significative entre les notes obtenues par les étudiants à l'occasion d'évaluations certificatives et la personne qu'ils ont eue comme tuteur. Cette étude sera complétée et poursuivie afin d'identifier avec plus de précision les facteurs liés aux caractéristiques des tuteurs et ayant un impact significatif sur la performance des étudiants (Schmidt & Moust, 2000). Il nous apparaît néanmoins important, à la lumière des premières observations effectuées, de provoquer, notamment par le biais de formations, un changement de la représentation que les enseignants ont de leur rôle. Ainsi, ils sont plus à même de mettre en place des conditions propices à l'appropriation des connaissances, tant par le travail de groupe que par le travail individuel, à partir des problèmes et des projets.

Un préalable pour tout tuteur est d'intégrer les priorités du nouveau programme ainsi que les outils de base qui lui permettent d'assumer ses fonctions.

La formation peut donc prendre deux formes bien différentes :

- une initiation destinée à des néophytes, obligatoire pour tous les tuteurs,

organisée sur deux demi-journées et qui comporte des mises en situation, des jeux de rôle, des analyses de séquences vidéos ;

- une formation plus avancée pour des tuteurs ayant déjà une expérience pratique, dans laquelle on privilégie la supervision avec rétroaction (Braibant et al., 2002a), ainsi que la confrontation de situations vécues avec l'observation de séquences vidéos ou encore les réunions de préparation de séances tutorées. Ces démarches tablent sur un accompagnement interactif des tuteurs. Elles permettent de travailler « à chaud » les activités que les étudiants doivent effectuer en intégrant les concepts à aborder aux aspects méthodologiques. Elles se révèlent être de véritables moments de formation « *just in time* » des tuteurs, au lieu de l'approche « *just in case* » rencontrée précédemment (de Theux et al., 2002).

#### **Étape 4 : entretenir la dynamique**

Enfin, il ne suffit pas de lancer un nouveau programme, il faut le nourrir pour qu'il puisse évoluer, s'améliorer, s'adapter aux exigences de chacun, se renouveler. En un mot, il faut soutenir et préserver le dynamisme.

Après l'enthousiasme contagieux de la première année, durant laquelle tous (enseignants et étudiants) se sentent des pionniers, il faut faire face à des critiques (voire une franche hostilité) et à une certaine lassitude. La pédagogie active doit être en mesure de combattre la contre-information faite par des enseignants d'institutions « concurrentes », par certains parents d'étudiants, par des enseignants du secondaire, par des anciens étudiants, voire même par des collègues. Une énergie considérable doit être dépensée – alors même qu'il y a encore beaucoup à faire pour améliorer les dispositifs – pour rappeler le bien fondé et les avantages attendus des pédagogies actives.

Certains enseignants *a priori* peu intéressés par les pédagogies actives avaient initialement accepté de tenter l'expérience tout en étant convaincus « *que cela ne fonctionnerait pas* ». Réalisée dans une telle optique, l'expérience s'est évidemment avérée négative pour eux... et pour certains autres : « *J'avais dit que cela ne marcherait pas, j'ai essayé et maintenant je peux vous confirmer que cela ne marche pas.* »

Quoi qu'il en soit, après deux ans passés à imaginer les nombreuses activités de formation, à régler les problèmes logistiques, à former les tuteurs, etc., c'est seulement maintenant que nous pensons être en mesure de poser les bonnes questions, d'entamer un processus général de réduction de la matière, de mener à bien une réflexion sur la nature réelle de l'apprentissage et des outils à mettre en œuvre. « *Existe-t-il un autre apprentissage que l'apprentissage actif ?* »

Si la réforme n'est pas un long fleuve tranquille, elle n'en est pas moins passionnante. Les étudiants le perçoivent clairement : une enquête réalisée en octobre 2002 révèle que le choix de faire ses études à la FSA de l'UCL est largement motivé par la pédagogie qui y est pratiquée<sup>5</sup>.

## 5. CONCLUSION

Lancer une réforme de cette ampleur est source de très grandes espérances. Un article de la revue *The Economist* (décembre 2001) consacré aux réformes dans l'enseignement universitaire concluait que « *les deux pièges à éviter sont les attentes excessives et le découragement précoce* ».

Les initiateurs de la réforme pensaient pouvoir tout changer, tout de suite : ils n'avaient pas réalisé la longueur du chemin à parcourir. Face aux multiples problèmes de logistique, aux discussions houleuses avec les collègues, etc., il est difficile de garder le cap et de ne pas perdre courage. Il faut se rappeler constamment que cette réforme vise le long terme et que le bilan intermédiaire réalisé après un peu plus de deux années est, somme toute, plutôt positif : les étudiants s'approprient la réforme avec enthousiasme, de nombreux enseignants aussi... mais pas tous ! Un réel esprit d'équipe, inédit, s'est développé chez la plupart des enseignants responsables d'un trimestre (intégration des matières, principes d'évaluation, etc.)

Il reste encore bien du chemin à parcourir, notamment en ce qui concerne l'évaluation et, en particulier, le difficile équilibre entre ses facettes formative et certificative. L'harmonisation de l'enseignement supérieur européen (processus dit « de Bologne ») permettra peut-être de réaliser les ajustements nécessaires. Gardons en mémoire la déclaration d'un participant lors d'une réunion de concertation étudiants/enseignants : « *Toutes les critiques que nous émettons sur le nouveau système sont certes fondées, mais cela devait être encore bien pire auparavant* ».

Ce bref bilan rejoint le regard que posent Langevin & Bruneau sur les démarches d'innovation pédagogique : « *Changer de paradigme ne signifie pas maquiller des pratiques pour les rendre plus à la mode mais vivre sa tâche de professeur d'une manière particulière (...) Ce changement de posture se traduit au quotidien par des stratégies pédagogiques et évaluatives cohérentes, dans le choix du matériel didactique, dans le choix des mots, dans le mode de questionnement utilisé pour apprivoiser une discipline, pour faciliter l'apprentissage. Si tous les professeurs ont été conviés à repenser la mission de l'université et à initier un changement de paradigme, tous n'ont pas répondu à l'invitation avec la même sensibilité.* » (Langevin & Bruneau, 2000, pp. 21-22).

## NOTES

1. Les formulations entre guillemets correspondent aux objectifs tels qu'ils ont été définis par les enseignants.

2. « *Une capacité, c'est le pouvoir, l'aptitude à faire quelque chose. C'est une activité que l'on exerce. Identifier, mémoriser, analyser, synthétiser, classer, sérier, abstraire, observer,... sont des capacités.* » (Roegiers, 2000, p. 50)

3. Lise Poirier-Proulx définit la situation problème comme une « *situation concrète décrivant à la fois le contexte le plus réel possible et la tâche face à laquelle l'élève est placé afin qu'il mette en œuvre les connaissances conceptuelles et procédurales nécessaires au développement et à la démonstration de sa compétence* » (Poirier-Proulx, 1999, p. 166).

4. Rivière des Ardennes belges.

5. 62,6 % des 129 étudiants ayant répondu à une enquête-sondage déclarent avoir choisi la FSA pour la méthode pédagogique utilisée ; 16,3 % choisissent la proximité par rapport au domicile ; 13 % suivent un avis, un conseil, une recommandation ; 4,1 % font un choix de nature philosophique tandis que 4,1 % suivent une tradition familiale.

## BIBLIOGRAPHIE

AGUIRRE E. & RAUCENT B. (2002). L'apprentissage par projet. Vous avez dit projet ? non, par projet ! In A. Laloux (éd.), *Actes du 19<sup>e</sup> colloque de l'AIPU, Association Internationale de Pédagogie Universitaire*, 29-31 mai 2002. Louvain-la-Neuve, cédérom édité par l'IPM de l'université catholique de Louvain.

BOURGEOIS E. & NIZET J. (1997). *Apprentissage et formation des adultes*. Paris, PUF.

BRAIBANT J.-M., de THEUX M.-N., AGUIRRE E. & WOUTERS P. (2002a). Sensibilisation des enseignants aux méthodes actives : quel impact et quelle efficacité sur le terrain ? In A. Laloux (éd.), *Actes du 19<sup>e</sup> colloque de l'AIPU, Association Internationale de Pédagogie Universitaire*, 29-31 mai 2002. Louvain-la-Neuve, cédérom édité par l'IPM de l'université catholique de Louvain.

BRAIBANT J.-M., de THEUX M.-N., SMIDTS D. & WOUTERS P. (2002b). *Référentiel de compétences caractérisant un tuteur idéal dans un processus d'APP et pistes pour le dispositif de formation des tuteurs*. Document interne inédit de la faculté des sciences appliquées et de l'institut de pédagogie universitaire et des multimédias, université catholique de Louvain.

COMMISSION DE PREMIER CYCLE (2002). *Évaluation des acquis des étudiants, dispositions particulières pour FSA 11, ARCH 11, FSA 12, ARCH 12 en 2002-2003*.

[http://www.fsa.ucl.ac.be/candis/commun/Reglement\\_examens\\_02-03.pdf](http://www.fsa.ucl.ac.be/candis/commun/Reglement_examens_02-03.pdf)

DELISLE R. (1997). *How to use problem-based learning in the classroom*. Alexandria VA, Association for supervision and curriculum development.

De THEUX M.-N., JACQMOT C. & WOUTERS P. (2002). Se former à son métier d'étudiant dans un contexte d'apprentissage actif en groupe. In A. Laloux (éd.), *Actes du 19<sup>e</sup> colloque de l'AIPU, Association internationale de pédagogie universitaire*, 29-31 mai 2002. Louvain-la-Neuve, cédérom édité par l'IPM de l'université catholique de Louvain.

THE ECONOMIST (2001). *Please sir, can we have some more ?* Dec 20<sup>th</sup>.

THE EUROPEAN ROUND TABLE OF INDUSTRIALISTS (1995). *Education for Europeans – Towards the Learning Society*. <http://www.ert.be/pdf/edu2.pdf>.

JONNAERT P. & VANDER BORGHT C. (1999). *Créer des conditions d'apprentissage. Un cadre socioconstructiviste pour la formation didactique des enseignants*. Bruxelles, De Boeck.

- KAUFMAN D. (1995) Preparing Faculty as Tutor in PBL. In W.A. Wright. et al (éds), *Teaching improvement practices*. Bolton, Anker Publishing Company, pp. 101-126.
- LANGEVIN L. & BRUNEAU M. (2000). *Enseignement supérieur, vers un nouveau scénario*. Issy-les-Moulineux, ESF éditeur.
- MÉTHODES ET OUTILS (2001). *Une modalité d'apprentissage par petits groupes : l'apprentissage par exercices*. Louvain-la-Neuve, document interne inédit de la faculté des sciences appliquées de l'université catholique de Louvain.
- MILGROM E., JACQMOT C., WOUTERS P. & de THEUX M.-N. (2002). *L'apprentissage par problèmes*. <http://www.fsa.ucl.ac.be/candis/>
- POIRIER PROULX L. (1999). *La résolution de problèmes en enseignement*. Sherbrooke, de Boeck.
- RAUCENT B. (à paraître). What kind of project in a basic year of an engineering curriculum. *Journal of Engineering Design*, vol. 15, n° 1.
- ROEGIERS X (2000). *Une pédagogie de l'intégration. Compétences et intégration des acquis dans l'enseignement*. Bruxelles, de Boeck.
- ROEGIERS X. (1997). *Analyser une action d'éducation ou de formation*. Bruxelles, de Boeck.
- SCHMIDT H. & MOUST J. (2000). Factors affecting small-group tutorial learning : A review of research. In D.H. Evensen (éd.), *Problem-based learning : a research perspective on learning interactions*, [foreword by Howard Barrows]. Mahwah (N.J.), Erlbaum, Lawrence, Associates, pp. 19-51.
- WILKERSON L (1996). Tutors and small groups in problem-based Learning : lessons from the literature. In L Wilkerson & W.H. Gijsselaers (éds), *Bringing Problem-based Learning to Higher Education : theory and practice*. San Francisco, Jossey-Bass Publishers. pp. 23-32.

Cet article a été reçu le 10/12/2002 et accepté le 15/07/2003.