



**HAL**  
open science

## L'app pour initier à la conception mécanique

Adrien Barrot, Christine Barrot, Bertrand Doucet, Wissam Karam,  
Emmanuel Rodriguez

► **To cite this version:**

Adrien Barrot, Christine Barrot, Bertrand Doucet, Wissam Karam, Emmanuel Rodriguez. L'app pour initier à la conception mécanique. Questions de pédagogies dans l'enseignement supérieur 2007, Jan 2007, Louvain, Belgique. hal-02423345

**HAL Id: hal-02423345**

**<https://hal.science/hal-02423345v1>**

Submitted on 24 Dec 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# L'APP POUR INITIER A LA CONCEPTION MECANIQUE

Adrien BARROT<sup>1</sup>, Christine BARROT, Bertrand DOUCET, Wissam KARAM, Emmanuel RODRIGUEZ

<sup>1</sup>*adrien.barrot@insa-toulouse.fr*

*INSA de Toulouse, 135 Av. Rangueil 31077 Toulouse, France*

## Résumé

Cet article décrit les étapes clefs de la réalisation et de l'application d'un apprentissage par projet en conception mécanique. Il vise à identifier les points positifs et négatifs du déroulement de cet enseignement afin de l'améliorer et se termine par la description des relations entre les différents acteurs.

## Mots-clés :

Construction APP, première expérience, description d'un APP

## I INTRODUCTION

Cet article rend compte d'une expérience de pédagogie active pour des étudiants en deuxième année d'école d'ingénieurs (deux ans après le baccalauréat français), que nous – une équipe de cinq jeunes enseignants – avons imaginée et mise en application entre septembre 2005 et juin 2006. Nous y décrivons les étapes de la construction d'un enseignement en Apprentissage par Projet (APP) en Conception Mécanique. Plusieurs motivations ont été à l'origine de ce projet. L'année précédente, l'équipe pédagogique avait constaté l'insatisfaction provoquée par la forme du module guidée et très académique. De plus, suite à une formation en université d'été, certains enseignants étaient préalablement convaincus par les qualités de l'APP. Enfin, la Conception Mécanique est propice aux enseignements sous forme de projets.

La phase de préparation a nécessité quatre mois de réunions hebdomadaires organisées sous forme d'APP. Cette première expérience de travail en commun nous a permis de ressentir les difficultés que peuvent avoir les étudiants. La préparation a consisté à trouver un support attrayant pour le projet qui retienne l'attention des élèves et améliore leur interaction avec cette nouvelle méthode d'enseignement.

Ensuite, comme les élèves venaient d'horizons divers (différents baccalauréats et classes préparatoires ...), nous les avons répartis afin de construire des groupes homogènes (Duch & al, 2001) et de taille modérée pour que chaque membre puisse s'exprimer et participer activement à la résolution de la tâche collective (Cohen, 1994). Comme dans les APP, les objectifs pédagogiques sont d'initier les étudiants aux notions fondamentales de la discipline étudiée tout en les formant au travail en groupe (Thousand & al, 1998) (Moore & al, 2005).

Le déroulement de l'APP a été divisé en deux phases présentées en détail dans les paragraphes II et III :

1. L'avant-projet : prévu sur deux séances. A son terme les élèves doivent proposer trois solutions au problème. Il vise à souder le groupe, à rendre chaque étudiant utile et à introduire les objectifs pédagogiques.

2. Le projet : prévu sur les onze séances restantes. Le groupe reprend une de ses solutions et la détaille selon les objectifs pédagogiques. Il permet d'obtenir simultanément une acquisition de connaissances et une solution qui fonctionne.

Nous abordons aussi la description des outils méthodologiques fournis aux étudiants (livret étudiant, livret de groupe, dossier technique et exercices visibles à l'adresse Internet suivante : <https://intranet.insa-toulouse.fr/displayContent.do?courseId=491>). Outre l'aspect scientifique, notre deuxième préoccupation fut l'aspect humain. Une observation des relations entre les différents acteurs de cet APP est décrite dans une dernière partie.

Cet article présente également un bilan critique réalisé à la fin du module avec le concours des étudiants qui ont répondu à des questionnaires d'évaluation de l'enseignement d'une manière anonyme. Ceci a permis de corriger quelques aspects du fonctionnement des séances pour améliorer l'acquisition des connaissances et réduire voire éliminer le stress des étudiants avant l'évaluation de fin d'année, réalisée jusque-là sous forme d'un examen traditionnel.

## II L'AVANT-PROJET

### II.1 Objectifs

Les étudiants de cet enseignement présentent deux particularités. La plupart n'a pas été confrontée à un apprentissage par projet et est totalement novice en matière de conception mécanique. Nous nous retrouvons donc face aux problématiques suivantes :

1. comment réussir à suggérer les notions de travail en groupe sans que cela ne ralentisse l'apprentissage des notions pédagogiques ?
2. comment introduire aux étudiants la démarche à suivre et les notions à étudier pour mener à bien un projet sans que cela ne leur semble totalement artificiel ?

Comme le souligne Aguirre (Aguirre & al, 2002), les objectifs d'un avant-projet peuvent être multiples. Nous en avons retenu deux :

1. poser les bases du travail en équipe en imposant une forte contrainte de temps,
2. amener les étudiants à identifier les notions qu'ils doivent étudier pour mener à bien le projet.

Conformément à nos attentes, les étudiants ont effectivement organisé les groupes pour pouvoir présenter trois solutions. L'organisation naturelle fut une division des groupes en trois binômes. Très peu d'étudiants ont eu le réflexe de faire un brainstorming dans la phase de recherche de solutions ou même un bilan. A l'exception d'un seul concept (l'isostatisme), les étudiants ont réussi à trouver l'ensemble des notions qu'ils allaient aborder dans la suite de cet enseignement.

Finalement l'avant-projet pose bien les bases de cet enseignement. C'est un outil performant, dans le sens où il nous permet de sélectionner une solution adéquate pour la phase de projet et de justifier les objectifs pédagogiques. Au vu du temps qui leur a été laissé, le fait de devoir proposer trois solutions a obligé l'intégralité du groupe à travailler ensemble. Néanmoins, l'organisation du travail en groupe de six personnes reste à approfondir. En effet les étudiants ont tendance à scinder l'équipe

pour avancer plus vite ainsi qu'à ne pas se réunir pour mettre leur travail en commun.

## **II.2 Déroulement et organisation**

Lors de la première séance, les étudiants prennent connaissance du sujet en lisant la première partie du livret étudiant et le dossier technique. Ce livret contient le sujet, des outils de travail en groupe et les références bibliographiques. Afin de développer les capacités de lecture et de mise en commun des informations, les documents fournis contiennent des informations inutiles pour le projet. Ensuite les étudiants travaillent de façon totalement autonome afin de développer leurs trois solutions lors de la seconde séance. En début de troisième séance, les groupes nous présentent leurs trois propositions. Celles-ci sont commentées par les autres équipes et par le tuteur pour faire émerger la meilleure solution. Enfin, chaque groupe fournit une liste des notions qu'il leur semble important d'aborder pour mener à bien l'ensemble du projet. Une synthèse de ces listes en classe entière permet de faire émerger les objectifs pédagogiques.

## **II.3 Délivrables**

Ne sachant quel niveau de détail il était possible de demander aux étudiants dans cette phase d'avant-projet, nous avons laissé vague nos attentes vis-à-vis de leurs présentations. La seule consigne était qu'il fallait une représentation graphique de leurs solutions qui nous permette de les comprendre. Le niveau des présentations fut donc très disparate. Certains avant-projets furent détaillés, précis et proposant des solutions a priori viables. D'autres présentations furent moins rigoureuses, avec des représentations graphiques insuffisantes et des solutions proposées irréalistes.

Néanmoins, l'ensemble des réalisations a démontré qu'un effort de travail et de recherche avait été réalisé par les étudiants.

En résumé, l'avant-projet semble une phase indispensable, cependant il est possible de l'améliorer en proposant aux étudiants certaines clés sur le travail en groupe (brainstorming, réunion de bilan) et en exigeant d'eux des livrables plus aboutis (un schéma cinématique ou technologique). Toutefois, les objectifs de cette phase ont été atteints et l'appropriation par les étudiants de leur solution à l'abord de la phase de projet laisse augurer une motivation importante de leur part.

# **III LE PROJET**

## **III.1 Objectifs**

A l'origine, pour les créateurs de cet APP, le but principal de la partie projet est de permettre à chaque étudiant d'atteindre l'ensemble des objectifs pédagogiques.

Le principal moyen pour y parvenir est d'amener les groupes à concrétiser la solution retenue suite à leur avant-projet. A l'issue du projet, ils doivent aboutir à une solution technique originale, respectant le cahier des charges prescrit, et parfaitement définie afin de permettre la fabrication d'un premier prototype.

Par ailleurs, les objectifs pédagogiques sont supposés être « naturellement » étudiés par chaque étudiant au cours du projet. En effet, le développement de la solution nécessite de la part des groupes l'exploitation de connaissances nouvelles, qu'ils doivent donc logiquement rechercher et utiliser, et ainsi, acquérir. Dans la seconde partie du livret étudiant – distribuée à l'issue de l'avant-projet – ces objectifs pédagogiques sont clairement définis, et accompagnés du calendrier prévisionnel de la suite du module. Par extension, la recherche bibliographique d'informations scientifiques est aussi un objectif de cet APP.

Un objectif sous-jacent du projet est également la pratique du fonctionnement en groupe, afin qu'ils prennent conscience des contraintes d'organisation associées, mais surtout qu'ils en perçoivent les intérêts.

En juin 2006 à l'issue de la mise en pratique de cet APP, les objectifs initialement fixés ont subi l'épreuve des faits. Concernant le développement d'une solution complète, toutes les équipes sont parvenues à achever leur étude. Ainsi, chaque groupe a passé en revue l'ensemble des objectifs pédagogiques établis. Néanmoins, les disparités dans la qualité des travaux proposés attestent que certains objectifs n'ont pas été correctement assimilés par l'ensemble des groupes. De même, l'examen final individuel (voir aussi III.3) montre qu'au sein d'un même groupe, les notions fondamentales définies pour les objectifs pédagogiques n'ont pas été acquises de manière homogène par tous les élèves. Pour la recherche d'informations scientifiques, il apparaît que, hormis les deux ouvrages qui leurs étaient fournis, les étudiants ont généralement très peu consulté d'autres supports, même lorsqu'une notion importante pour leur étude leur manquait.

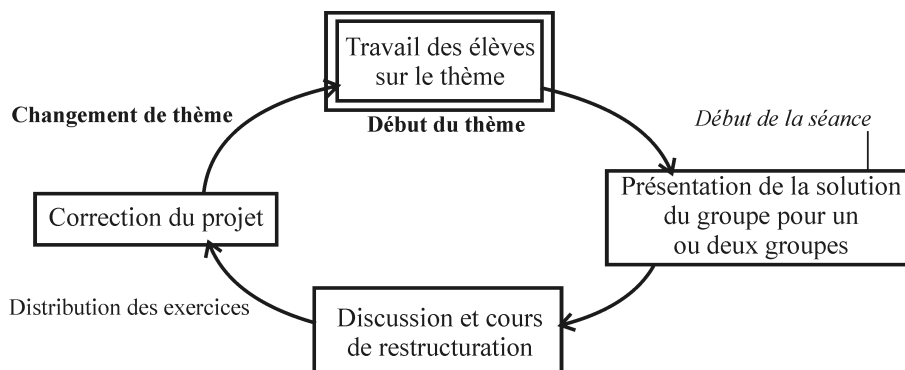
Au cours du projet, la consigne du travail en groupe a été respectée : en apparence, chaque équipe est restée soudée, et a finalement proposé sa propre solution. Cependant, il est très difficile de savoir si le travail fut effectivement réparti équitablement entre chaque membre du groupe, puis mis en commun de manière à partager efficacement les connaissances acquises. Les divers rôles suggérés (animateur, greffier, scribe et maître du temps) ont été peu adoptés de manière formelle et systématique par les groupes, ceux-ci préférant s'organiser plus spontanément.

Finalement il apparaît que la distribution explicite des objectifs pédagogiques aux étudiants dès le début du projet est très appréciée. Pour améliorer cet APP, il conviendrait que les tuteurs observent et analysent effectivement le fonctionnement des groupes en tant que tel, et par ailleurs fassent explicitement référence à des supports bibliographiques lors des séances de restructuration, afin d'inciter les étudiants à rechercher eux-mêmes d'autres sources bibliographiques quand ils en ont besoin.

### **III.2 Déroulement et organisation**

Originellement, le projet s'organise selon trois phases principales.

La première – et la plus longue – est l'étude des thèmes principaux couvrant l'intégralité des objectifs pédagogiques. L'étude de ces thèmes successifs constitue la démarche de dimensionnement du système proposée aux étudiants. Cette phase doit en théorie occuper six séances. Il est prévu que chaque thème puisse se dérouler sur une ou plusieurs séances, selon l'évolution suivante :



Les cours de restructuration sont réalisés en écho aux besoins et difficultés exprimés par les étudiants. De même, la correction des exercices n'est envisagée qu'à la condition que les élèves les aient préalablement préparés, et peut être faite quel que soit le moment dans ce déroulement.

La seconde phase est celle du dessin de définition du système précédemment dimensionné. Dans chaque équipe, chaque étudiant dessine individuellement deux vues préalablement sélectionnées par le tuteur. Trois séances sont initialement prévues pour le dessin, dont une de 4 heures (contre 2h45 pour les autres).

Enfin la dernière phase est la remise du projet : chaque équipe présente sa solution oralement face à trois autres groupes et deux tuteurs, au cours d'une dernière séance de 4 heures. Cette présentation finale est accompagnée d'un rapport contenant les calculs principaux de la solution retenue (voir III.3).

Par ailleurs, une série de tableaux est distribuée à chaque étudiant dans la seconde partie du livret étudiant. Ces tableaux sont destinés à aider les groupes dans leur organisation (distribution des rôles, liste des tâches à réaliser à chaque séance). Des grilles à remplir une séance sur trois sont également proposées pour permettre d'auto-évaluer le fonctionnement du groupe.

La présence des tuteurs en séance conserve la même organisation que pour l'avant-projet : deux tuteurs par classe de quatre groupes de six étudiants, présents pendant la première moitié et les dernières minutes de chaque séance. Chaque tuteur suit de manière privilégiée deux groupes par classe.

En préparant cet APP, ses créateurs ont souhaité que le travail des étudiants en dehors des séances soit minimal voire inexistant.

Lors de l'application de cet APP début 2006, les trois phases principales du projet se sont globalement déroulées comme prévu. En revanche, les tableaux d'organisation et les grilles d'auto-évaluation furent très peu utilisés par les groupes. Par ailleurs, le travail des étudiants se poursuivait visiblement bien au-delà des séances.

Finalement l'enchaînement des différents thèmes d'étude au cours du projet semble avoir donné satisfaction aux étudiants comme aux tuteurs. Les grilles d'auto-évaluation n'ont visiblement suscité que très peu d'intérêt de la part des groupes. Il convient donc soit de les remanier et d'insister auprès des étudiants sur l'intérêt qu'elles présentent, soit de les supprimer. Une réclamation très fréquente de la part des étudiants fut aussi liée au manque de cours de restructuration suffisamment identifiés. Enfin il est indispensable de repenser l'organisation de cet APP afin de diminuer la charge de travail des étudiants entre les séances.

### III.3 Délivrables et évaluations

Trois évaluations notées étaient envisagées pour le projet :

1. Une note de groupe pour la présentation orale du projet.
2. Une note de groupe pour le rapport contenant les calculs du projet.
3. Une note individuelle pour le dessin de la solution conçue.

Ces notes sont attribuées par les tuteurs. A cette évaluation du projet, s'ajoute une évaluation sommative individuelle sous la forme d'un examen final classique de 3 heures, qui représente la moitié de la note finale du module. En pratique, les évaluations ont eu lieu précisément tel que cela était prévu.

A l'issue de la mise en place de cet APP, nous avons noté que les étudiants ont très majoritairement regretté que le projet n'ait pas un poids bien supérieur à la moitié dans la note finale, en regard de la somme de travail qu'il représente.

## IV LES ACTEURS

Une préoccupation lors de la préparation et du déroulement de cet enseignement a été les rôles des *acteurs*. A travers ce thème nous avons voulu réfléchir sur les différentes relations humaines intervenant durant cet enseignement qui existent peu ou pas dans un cours dit traditionnel.

### IV.1 L'enseignant et les relations avec ses collègues

Les rôles particuliers de l'enseignant étant nouveaux pour nous, nous avons souhaité dès la conception de ce cours en cibler les principales caractéristiques. Le travail entre autres de Bourret, (Bourret & al, 2005) nous a permis de comprendre les différents rôles que doit assumer l'enseignant au cours du module, à savoir le tuteur, qui encadre les séances, qui est là pour guider de façon discrète les étudiants et leur faire prendre conscience de leur acquisition du savoir, puis l'expert qui restructure les connaissances acquises par les élèves au cours des séances (Lim & al, 2001). La principale question qui est alors apparue a été : comment uniformiser les comportements des cinq tuteurs face à leurs groupes ?

Avoir un comportement identique implique une certaine maîtrise des sujets abordés et une anticipation de la réaction des élèves. Autant le premier point pouvait être considéré comme acquis, autant le second, pour nous, était difficile. Afin de guider l'enseignant dans son rôle de tuteur, une analyse du comportement possible des élèves en groupe a été menée. Dans un souci d'uniformisation du comportement face aux étudiants et donc d'égalité entre eux, deux tuteurs encadraient chaque classe et un livret tuteur a été rédigé. Il comporte non seulement un calendrier des séances et des objectifs mais aussi des conseils sur la façon d'évaluer ou d'intervenir dans un groupe. Ces conseils sont le fruit de réunions entre différents enseignants ayant déjà eu une expérience dans le domaine de l'APP.

De plus, ce livret servira de base pour les années suivantes, puisque tous les choix pédagogiques y sont justifiés et expliqués. La mise à jour de l'enseignement et l'intervention de nouveaux tuteurs seront ainsi facilitées.

La création de ce module a été réalisée aussi sous la forme d'un APP. Avec les rôles principaux : animateur, secrétaire. Comme pour les étudiants, travailler à cinq sur la création d'un cours sous une nouvelle forme ne fut pas facile tous les jours.

Divergence de points de vue, de façon de penser ont par moment provoqué des tensions voire des conflits. Ces problèmes ont été résolus en travaillant plus en sous groupe voire individuellement. Seules les décisions importantes ont été prises en groupe. Cela nous a permis aussi d'anticiper les problèmes que pourraient avoir les étudiants au cours de l'enseignement.

## **IV.2 L'étudiant et les relations avec ses pairs et avec l'enseignant**

### **1. Relation élève/élève**

Comment réagir face au rejet du groupe d'un élève, face à un élève individualiste, face à un élève doué réalisant le travail du groupe ou face à des absences répétées ? Ces différentes questions que nous nous sommes posées dès le début n'ont pu être réellement traitées de façon globale. En effet il s'agit essentiellement du lien qui se crée entre l'individu et le groupe. Nous allons cependant donner les quelques pistes que nous avons pu mettre en place lors de ces séances.

- a. Elèves souvent absents : Dans l'ensemble les étudiants ne se sont jamais plaints au tuteur de l'absentéisme d'un des membres du groupe. Il a cependant été observé que si le tuteur intervenait pour demander une justification de cette absence alors le groupe se plaignait du travail extérieur nécessaire pour palier à l'absence d'un des membres.
- b. Elèves redoublants : Connaissant l'ancienne forme de ce module, les élèves redoublants se sont avérés être moteurs au sein des groupes tout en laissant les autres prendre des décisions et rechercher les informations.

### **2. Relation élève/enseignant**

Nous avons pu observer une relation entre enseignant et élèves plus importante et plus facile à établir que lors d'un enseignement traditionnel. Les élèves, pionniers dans ce nouveau cours, ont su être persévérants et faire appel au tuteur à bon escient. Deux moments furent tout de même difficiles dans cette relation élève/enseignant. D'abord, les élèves ayant eu au préalable une mauvaise expérience de l'APP, furent au début réticents à travailler avec cette méthode. Après une courte discussion, ils ont travaillé normalement ayant compris que nous avions pris connaissance des problèmes liés à leur ancienne expérience. Ensuite, à la fin du module, l'examen approchant, les élèves s'attendaient à obtenir les corrigés des exercices, conformément à l'habitude prise dans les autres disciplines. Or nous avions au début bien expliqué et clairement écrit sur le livret que des corrections seraient faites si et seulement si les élèves faisaient au préalable les exercices et nous demandaient de les contrôler. Ce choix se justifie par le fait que ces exercices sont pour nous un moyen de vérifier les connaissances individuelles, par conséquent nous n'avons pas donné les corrigés malgré les diverses protestations.

## **V CONCLUSION GENERALE**

Nous avons transformé un enseignement traditionnel en APP. Ce travail nous a amenés à soulever de nombreuses questions et à proposer des pistes de résolution. Nous avons structuré le module d'enseignement en deux parties qui sont l'avant-projet et le projet. La première partie a un but double qui a été atteint avec succès. Elle doit d'une part emmener les étudiants à penser qu'il est nécessaire de



s'organiser pour être efficace, et d'autre part introduire les objectifs pédagogiques sans les imposer. La seconde partie représente l'essentiel de l'enseignement. Son but principal est de permettre aux étudiants d'acquérir l'ensemble des objectifs pédagogiques visés, par le biais du développement d'un système – prédéfini dans l'avant-projet – dans l'esprit d'une équipe de Bureau d'Etude. La recherche d'informations et le travail en groupe comptent également parmi les objectifs du projet. Il est organisé selon trois phases : développement de la solution, dessin, puis présentation de celle-ci.

La conception de cet enseignement a soulevé des questions d'ordres divers sur les relations humaines. Pour harmoniser les savoirs que les élèves devaient acquérir, un livret tuteur a été élaboré. Ce livret permet également d'unifier le comportement des tuteurs face aux différentes classes.

Finalement le bilan de cet APP s'avère positif. Cependant certains axes d'amélioration apparaissent et ont commencé à faire l'objet d'une réflexion. Ainsi il est nécessaire de diminuer le temps de travail réel consacré par les élèves à leur projet en veillant à une meilleure efficacité lors des séances. De plus, suite à la réclamation quasi-unanime de cours de restructuration mieux identifiés, nous avons décidé de faire élaborer une fiche de cours pour chaque thème par les équipes, que l'enseignant relèvera et validera qui servira de trace écrite du cours de restructuration. Enfin, les évaluations du module restent une problématique importante lors d'un APP. En effet les étudiants ne sont pas sûrs de leur acquis des connaissances. Un examen traditionnel – en temps limité et individuel – est alors contradictoire avec un apprentissage par projet où ils travaillent en groupe et sans forte contrainte de temps. Nous avons entamé une réflexion dans le but d'évaluer les étudiants avec un type d'examen plus en adéquation avec cette forme d'enseignement. Ainsi il serait envisageable de donner les supports techniques avant la date de l'examen, pour diminuer le stress et le problème de compréhension du sujet lors de l'épreuve. Une autre possibilité consisterait à poser un examen dont la durée théorique de réalisation n'aurait pas de limite temporelle (un problème de deux heures à faire en quatre heures). Enfin une dernière proposition serait de demander la réalisation d'un mini-projet individuel en une ou deux séances, privilégiant alors l'aspect autonome comme lors des séances d'APP.

## **Remerciements**

Nous tenons à remercier vivement toutes les personnes qui nous ont aidés. Tout particulièrement Benoît Raucant de l'Université Catholique de Louvain qui lors de ses visites nous a permis d'aborder de nombreuses pistes de réflexion et de conforter nos choix. Notre reconnaissance va également à toute l'équipe d'APP de l'INSA de Toulouse qui nous a acceptés dans ses rangs et nous a transmis son savoir-faire, indispensable pour la réalisation de ce cours.

## RÉFÉRENCES

- Aguirre, E. & Raucent, B. (2002). *L'apprentissage par projet...Vous avez dit projet ? Non, par projet !* 19ème colloque de l'Association Internationale de Pédagogie Universitaire, 29-31 mai 2002, Louvain La Neuve (Belgique).
- Bourret, B. & Moore G. (2005). *Apprentissage par projet: un exemple en thermique*. VIIème Colloque Interuniversitaire Franco-Québécois sur la Thermique des Systèmes, 23-25 mai 2005, Saint-Malo (France).
- Cohen, E. G. (1994). *Restructuring the classroom: Condition for productive small groups*. Review of Educational Research, 64(1), 1-35.
- Duch, B. J., Groh, S. E. & Allen D. E. (2001). *The power of PBL*, Virginia, Stylus Sterling.
- Lim, C.P., Tan, S.C. & Klimas, J. (2001). A problem-Based approach to Web-Based Corporate Learning. *Journal of Instructional Science and Technology*, 4/1, 1-14.
- Moore, G., Raucent, B., Hernandez, A., Bourret, B. & Marre, D. (2005). *What can teachers learn from what students say about PBL?*, Fifth international workshop on Active Learning in Engineering Education, Delft-Amsterdam, the Netherlands, "Active Learning & Educational Technology", June 8-9/11 2005.
- Thousand, J. Villa, R.A. & Nevin, A.L. (1998). *La créativité et l'apprentissage créatif*, Montréal, Les éditions logiques.