

# Apprentissage Actif

## par Problèmes et Projets

*SAVEUSE, Morgan, Directeur des études CESI, 30 rue cambronne 75015 Paris, msaveuse@cesi.fr*

*MOUKKOF, Idir, Ingénieur pédagogique CESI, 30 rue cambronne 75015 Paris imouffok@cesi.fr*

*MAUFFETTE, Yves, Département des Sciences Biologiques, Université du Québec à Montréal, CP 8888 Succ Centre-Ville, Qc, Canada H3C 3P8, mauffette.yves@uqam.ca*

*RAUCENT, Benoit, Président de l'IPM, UCL, Belgique, benoit.raucent@uclouvain.be*

### Résumé

L'objectif de ce papier est de présenter et d'analyser la mise en place de la pédagogie active par problèmes et projets au sein de l'école d'ingénieurs CESI déployée sur quinze établissements. Cette pédagogie nommée A2P2 (Apprentissage Actif par Projets et Problèmes) a été développée depuis trois ans et introduite pour la première fois en 2015 sur la formation d'ingénieur généraliste et la spécialité Bâtiment et Travaux Publics (BTP ci-après). Cet article a pour but de présenter la méthode et de faire un bilan depuis son implantation.

### Summary

The objective of this paper is to present and analyze the implementation of the active pedagogy by problems and projects within the CESI engineering school deployed on fifteen centers. This pedagogy named A2P2 (Active Learning by Projects and Problems) has been developed for three years and introduced for the first time in 2015 on the training of general engineer and the specialty Building and Public Works (BTP hereafter). The purpose of this article is to present the method and to make an assessment since its implementation.

**Mots-Clés :** Apprentissage par problèmes, apprentissage par projets, apprentissage alterné.

### Introduction

Au cours des dernières années, la formation des ingénieurs a suscité un intérêt grandissant pour les pédagogies novatrices qui sont principalement centrées sur l'apprenant (Prince et Felder, 2006). Mills et Treagust (2003) rapportent que la pédagogie dominante concernant la formation des ingénieurs est une approche déductive centrée sur l'enseignant qui s'avère inefficace et peu motivante pour les futurs ingénieurs. Une pédagogie active comme l'apprentissage par problèmes ou par projets serait plus motivante pour l'apprenant. De plus cette démarche inductive se rapproche de situations complexes auxquelles l'apprenant devra faire face au cours de sa carrière (Prince et

Felder, 2007). Par ailleurs, ces approches développent de nouvelles compétences telles que la capacité à résoudre des problèmes ou l'amélioration de la communication écrite comme orale (Bell, 2010). Pour répondre aux enjeux que pose la formation d'ingénieurs, nous avons entrepris un tournant dans notre offre de formation au CESI.

Le CESI (Centre d'Etudes Supérieures Industrielles) a été créé en 1958 par cinq grandes entreprises industrielles françaises souhaitant faire évoluer et promouvoir leurs techniciens à fort potentiel. Il est aujourd'hui un groupe d'enseignement supérieur et de formation professionnelle, spécialisé dans la formation des cadres, agents de maîtrise, ingénieurs, techniciens et experts métiers. Les formations d'ingénieurs que dispense le CESI se concentrent dans deux écoles : ei.Cesi et exia.Cesi.

L'exia.Cesi: Ecole d'ingénieurs spécialité informatique du CESI a été créée en 2003 afin de répondre aux besoins du secteur informatique français. L'école a été construite autour d'un parcours en cinq ans accessible après un baccalauréat. Dès son origine, l'école a fait le choix de mettre en place l'approche par problèmes (APP ou PBL- Problem Based Learning) pour l'ensemble de son dispositif de formation. Depuis sa création, l'école a choisi de synchroniser sémantiquement (mêmes contenus et mêmes supports) l'ensemble des activités pédagogiques de l'école et de les travailler aux mêmes moments pour ses 1200 étudiants répartis dans quinze sites en France. Ainsi, les activités pédagogiques sont conçues par des enseignants experts répartis dans l'ensemble des centres de l'école. Cette singularité a permis de créer une communauté de pratique apprenante, échangeant grâce au système d'information de l'école sur l'animation, la conception et l'évaluation des activités. Cette synchronisation s'applique également aux évaluations de savoirs hebdomadaires. (Allard et Mauffette, 2006).

Riche de l'expérience acquise à l'eXia.Cesi sur la formation d'ingénieur en APP, l'ei.Cesi a choisi d'opérer un changement de pédagogie en déployant une nouvelle méthodologie basée sur des apprentissages actifs pour l'ensemble de ses établissements. La formation offerte à l'ei.Cesi a la particularité de se faire par la voie de l'apprentissage alternant période à l'école et en entreprise sur les trois années de la scolarité.

Suite à plusieurs remontées lors de comités de programme ou lors du suivi des apprenants par les tuteurs en entreprise il s'est avéré que les élèves éprouvaient des difficultés à retourner sur les bancs du centre de formation en raison des différents rythmes de fonctionnement : l'entreprise, organisée autour de projets et ponctuée de réunions de travail, l'école basée sur une alternance de cours, de travaux dirigés et de travaux pratiques. Profitant d'une évolution du syllabus, ce nouveau cursus intègre deux formes de l'apprentissage actif : par problèmes et par projets. Chacune de ces formes d'apprentissage développe des compétences qui leur sont propres, mais une approche hybride comme celle-ci permet de mieux répondre au besoin de formation (Galand et Frenay, 2005 ; Hanney et Savin-Baden, 2013). L'ei.Cesi a donc choisi de développer une méthode pédagogique alliant apprentissage par projet et apprentissage par problème. La méthode A2P2 : Apprentissage Actif par Projets et Problèmes

## **La méthode A2P2**

### **La structure d'un projet type**

L'A2P2 est une approche pédagogique qui se rapproche du mode de fonctionnement de l'ingénieur en entreprise. Les étudiants travaillent à la résolution d'une problématique réelle posée par l'énoncé du projet-en groupe coopératif de six personnes. Cette taille de groupe est intéressante à double titre.

D'une part pédagogiquement, car elle va permettre de favoriser la dynamique de groupe, les échanges de points de vue, le débat, la controverse, l'organisation nécessaire du travail d'équipe, tout en limitant le nombre d'interactions « entropiques » entre les membres (Raucent et al., 2015). D'autre part, d'un point de vue organisationnel, cela va faciliter le travail en salle, limiter le niveau sonore dans la classe, être compatible avec les tailles types des promotions (environ trente-six élèves).

Le projet pose une problématique réelle, proche des situations vécues en entreprise, et au contenu pluridisciplinaire. Pour la traiter, les élèves doivent réaliser des apprentissages disciplinaires, qui sont ensuite appliqués au projet, en vue de résoudre les différents problèmes qui apparaissent. Le projet est l'occasion privilégiée pour intégrer des connaissances, des méthodes et des outils en provenance de plusieurs disciplines du cursus et d'établir des liens entre des matières souvent apprises séparément. L'idée est de procéder en suivant le cycle de la contextualisation/décontextualisation (Raucent et al., 2015)

Un projet A2P2 est une succession d'étapes limitées dans le temps, jalonnées par des livrables intermédiaires et débouchant sur la réalisation et la livraison d'un produit répondant à un besoin. Il se décompose en trois phases principales.

Une première phase dite de lancement, où les élèves se répartissent les rôles d'animateur, de secrétaire, de scribe et de gestionnaire. Après quoi le groupe prend connaissance de l'énoncé du projet, discute du besoin et le reformule. Après réception du synoptique (cf. figure 1 : Synoptique), le groupe doit identifier l'ensemble des livrables demandés à l'issue du projet.

Lors de la deuxième phase dite de réalisation, les élèves réalisent une succession d'itérations PDCA "PLAN – DO – CHECK – ACT" qui mènent progressivement aux apprentissages visés et aux produits finaux. Cette phase peut durer d'une à cinq semaines. Le choix du PDCA est un choix volontaire. Le PDCA (roue de Deming) est un des outils principaux utilisés en entreprise pour la planification et le suivi de travaux (Chardonnet et Thibaudon, 2002). Ainsi l'élève utilise le même outil à l'école et en entreprise.

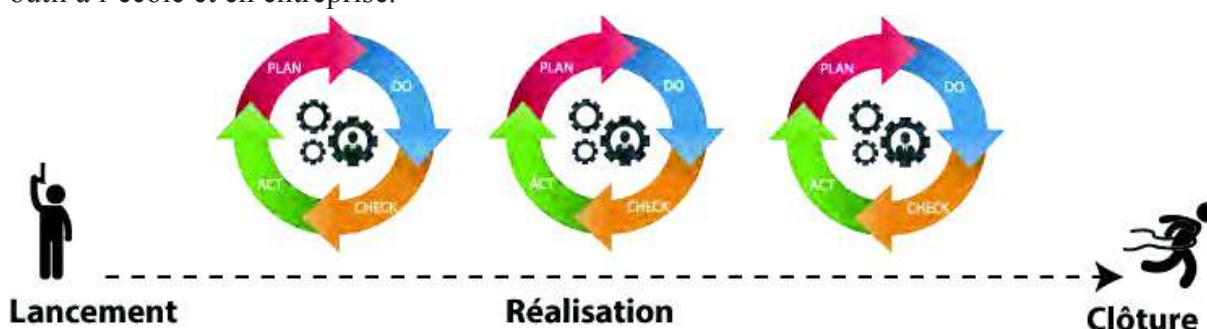


Figure 1: Exemple de synoptique d'un projet A2P2

Au fil du projet, les boucles combinent deux finalités : d'une part, des apprentissages disciplinaires et d'autre part, des contributions au projet sous forme de livrables intermédiaires qui vont contribuer au produit final du projet.

Une boucle PDCA d'apprentissage vise à produire : des définitions, le choix d'une méthode, un schéma conceptuel, une démonstration scientifique, une analyse, un raisonnement, etc.

Après le dernier PDCA vient la troisième phase dite de clôture qui dure une journée. Les étudiants présentent oralement le travail réalisé sous une forme appropriée et répondent ensuite aux questions des membres du jury afin de faire preuve de leurs apprentissages.

Enfin, la phase finale d'un projet A2P2 porte sur les bilans et retours d'expérience individuels et collectifs.

### **Conception et organisation des projets A2P2**

Chaque projet A2P2 est conçu par une équipe de six concepteurs répartis dans différents centres de l'école. Ces concepteurs sont des experts dans leur domaine. Le groupe conçoit un projet pluridisciplinaire en construisant un scénario cohérent, proche d'une situation possible en entreprise. Ensuite, les livrables intermédiaires au projet sont identifiés définissant ainsi le nombre de boucles PDCA nécessaires à leur conception.

Une fois le projet conçu, il est ensuite hébergé sur la plateforme pédagogique quatre semaines minimum avant son lancement pour être testé et pour que tous les enseignants amenés à l'animer puissent se l'approprier.

### **Les apports matière**

Si les productions par les élèves dans les projets sont collectives, les apprentissages sont individuels : les deux faisant l'objet d'évaluations. Les apprentissages disciplinaires sont donc réalisés de différentes façons.

Tout au long du projet, les étudiants reçoivent, par le biais de leur plateforme pédagogique, des ressources (vidéos, ouvrages de référence, bibliographies...) qu'ils devront s'approprier et sur lesquelles ils devront s'appuyer pour réaliser les livrables.

D'autres activités sont planifiées par l'équipe pédagogique comme les Séquences d'Apprentissage Modulaire (SAM). Elles sont proposées à des moments précis de la progression du projet, apportant des éléments permettant de répondre à un questionnement bloquant. C'est une activité limitée dans le temps (maximum une heure et demie) et animée par un expert du champ disciplinaire dont l'objectif n'est pas de délivrer un savoir théorique général, mais d'apporter du contenu contextualisé en répondant à des questions spécifiques préalablement soumises par les élèves.

Selon les objectifs d'apprentissage visés, les SAM peuvent également prendre la forme de travaux dirigés ou de travaux pratiques.

Une évaluation des savoirs disciplinaires est organisée de manière hebdomadaire, c'est le Contrôle Continu en Temps Limité (CCTL). Il s'agit d'une évaluation synchronisée nationalement sur l'ensemble des centres, permettant à l'équipe pédagogique un suivi régulier des acquisitions.

### **L'évaluation des projets au fil du temps:**

Pour le premier projet A2P2, le synopsis du projet est imposé, les itérations PDCA sont définies à l'avance. C'est un projet pour apprendre à la fois la méthode, mais aussi à travailler en groupe. L'encadrement des tuteurs est fort et les points de suivi très réguliers.

Pour les projets suivants, l'accent est mis sur les apprentissages individuels lors de la phase de réalisation. L'équipe pédagogique insiste sur la confrontation des idées et la controverse lors des phases de CHECK dans le but de développer l'esprit critique et d'assurer de la véracité des informations.

En fin de cursus, le synopsis est à définir par les élèves de manière autonome, ils doivent définir les itérations eux-mêmes à l'occasion du lancement. On se rapproche donc progressivement de la pratique professionnelle du projet en rendant les étudiants de plus en plus autonomes. C'est un projet pour se préparer à la pratique professionnelle du projet en entreprise.

Ainsi, c'est l'enchaînement des différents projets qui structure la progression pédagogique de la formation et lui donne son sens : c'est son épine dorsale.

## **Retour d'expérience après une première année d'A2P2**

Après une première année d'expérimentation de la méthode A2P2, une enquête qualitative a été organisée lors du séminaire d'intégration pédagogique de la seconde promotion, sous la forme d'un focus groupe rassemblant vingt-quatre élèves de deuxième année provenant de tous les centres.

Les éléments principaux pointés par les élèves sont:

- La responsabilisation : les élèves se sentent responsabilisés dans leur apprentissage, notamment par les différents rôles qu'ils exercent tout au long des projets. En effet, ils sont amenés à tenir tous ces rôles similaires en entreprise, à différents moments de leurs missions.
- La rétention de l'information : les élèves disent mieux retenir les notions, car les séquences d'apport de contenu sont ciblées et présentées du fait qu'elles arrivent au bon moment et qu'elles sont contextualisées. Les élèves rapportent que : « C'est mieux, car c'est nous qui faisons le travail de recherche ». « Avec les projets on est autonome, on bosse plus, mais on l'a choisi. »
- Le rôle de l'animateur : les élèves font le parallèle avec le rôle du manager qu'ils connaissent en entreprise. Ils soulignent que "L'animateur c'est comme le manager en entreprise, il doit parfois s'imposer, mais surtout fédérer".
- Le rôle du scribe : Les élèves indiquent que « Le rôle de scribe est difficile, il n'a pas de temps de donner son avis, il participe moins que les autres au débat ». Mais un autre élève note que « Faire la synthèse, c'est super intéressant ».
- Le rapport au tuteur : les élèves soulèvent le fait qu'un lien différent se construit avec le tuteur qui les accompagne. De par sa posture, une proximité se crée avec le groupe. Il est vu comme un garant de la méthode et non comme un enseignant délivrant du savoir. Les élèves trouvent que « Le rapport est plus direct avec nous. C'est comme avec notre tuteur en entreprise. »
- Le travail en projet est un facteur de motivation, les élèves apprécient particulièrement la réalisation d'un prototype en fin de projet. Ils apprécient également le travail sur les compétences dites transversales : « l'A2P2 C'est top, on apprend la communication sans avoir de cours de com. On apprend dans le projet. Au début j'étais super timide. Maintenant j'ai confiance en moi. J'ai appris par les présentations. ».
- Des divergences importantes apparaissent entre les étudiants concernant leur perception de la méthode. Plus spécifiquement, les avis divergent sur l'intérêt de disposer d'une « solution type ». « J'aimerais recevoir la réponse à la fin d'un projet afin de connaître exactement ce que je devais apprendre ». Un autre élève lui répond : « C'est pourtant la vraie vie, dans l'entreprise, quand tu as fini un projet tu n'as jamais la solution ». Un autre continue : « De toutes façons, il n'y a pas de solution unique ... ». Cette discussion entre élèves est intéressante et montre que les perceptions sont en pleine évolution.

- La motivation : « l'A2P2 C'est top, on apprend la communication sans avoir de cours de com. On apprend dans le projet. Au début j'étais super timide. Maintenant j'ai confiance en moi. J'ai appris par les présentations. ». « Réaliser un prototype en fin de projet c'est super motivant ».
- L'évaluation n'est pas toujours bien perçue : « Les QCM ne correspondent à l'A2P2. Il est possible d'avoir de bonne note aux QCM sans avoir rien fait dans les projets. Les QCM évaluent l'acquisition de la matière des SAMs. Les QCM n'évaluent pas le travail que nous avons fait dans les projets. »

Les points d'amélioration identifiés portent sur :

- La problématique de l'évaluation des acquis des étudiants demande un aménagement. Les étudiants pointent un manque d'alignement entre l'évaluation et le dispositif pédagogique centré sur le projet.
- Les ressources pédagogiques de type texte qu'ils jugent parfois trop longues, et pas assez contextualisées.
- Certains intervenants externes « présentent » leur SAM de manière déconnectée de la problématique du projet. Ils n'ont manifestement pas pris connaissance de la progression du projet. Il existe des intervenants de SAM qui refusent d'utiliser les PowerPoint proposés.

## Conclusion et perspectives

Depuis que nous avons mis sur pied ce dispositif pédagogique impliquant une hybridation de deux approches : problèmes et projets, en plus de synchroniser le tout sur quinze sites. Nous reconnaissons que sa mise en œuvre est loin d'être simple, car elle doit faire face à l'adaptation des apprenants dans ce nouveau contexte, mais aussi à celles des tuteurs) qui dispensent la formation. La première année d'implantation nous a permis de corriger des lacunes et de bonifier le système, car les apprenants de la deuxième cohorte sont mieux encadrés et satisfaits de la formation. Nous avons revu principalement la qualité de la scénarisation des projets, car ceux-ci servent de tremplin à l'apprentissage, ils doivent comporter une composante réaliste en plus d'être motivant pour l'étudiant (Raucent et Milgrom, 2013 ; Mauffette et al., 2004).

Il est clair qu'un changement aussi grand dans une institution nécessite une période d'adaptation et ce n'est qu'à la diplomation de la première cohorte que l'architecture de programme aura atteint sa finalité. Le changement d'approche pédagogique prend du temps, il est nécessaire que les acteurs, tant apprenants qu'enseignants, puissent évoluer et s'adapter à la nouvelle pédagogie. Il est donc indispensable de prévoir des espaces de réflexion sur les pratiques des enseignants en les accompagnant face au changement de posture afin qu'ils intègrent leur rôle, à savoir guider et suggérer sans diriger ou donner « la réponse ». De plus, l'A2P2 a bouleversé l'ensemble de la structure de l'école d'ingénieur et toutes ses parties prenantes que ce soit les tuteurs d'entreprise ou l'organisation de l'école et de ses centres.

Pour la deuxième fois, le CESI a organisé en octobre 2016 une semaine d'intégration pour les 1200 nouveaux apprenants. Durant une semaine ils apprennent comment fonctionne la méthode A2P2 : quel est leur rôle, leur responsabilité et leurs devoirs. Cette semaine est aussi un temps d'échange pour les enseignants : une respiration sur leur pratique, la possibilité de discuter avec les collègues. C'est aussi une occasion pour que les apprenants de deuxième année, invités pour venir



accompagner les premières années communiquent sur la méthode pédagogique. On s'aperçoit rapidement que ce sont eux les meilleurs ambassadeurs ...

Il y a par contre des éléments qui méritent d'être soulignés. Lors du focus groupe en 2016 avec nos élèves de la deuxième cohorte, deux d'entre eux nous ont formulé les commentaires suivants :

Élève 1 : "J'ai appris à composer avec le caractère de chacun : cela m'est d'autant plus utile en entreprise"...

Élève 2 : « J'ai longtemps été dans le refus de la méthode, je dirai jusqu'en janvier où la phase de déprime commençait. C'est à partir d'avril-mai que j'ai commencé à accepter la méthode suite à plusieurs entrevues avec les ingénieurs formateurs. Vivant la méthode d'une autre façon, j'ai écouté leurs conseils, et leur point de vue afin de comprendre le réel but de la méthode. Ainsi aujourd'hui, je suis totalement pour cette méthode, qui est au final une méthode incroyable avec laquelle ma vision du monde, que ce soit en entreprise ou au CESI, a changé. J'ai vu la différence sur le dernier projet, je ne fais plus les mêmes erreurs, et je me rends vite compte que d'établir un plan et de le suivre est très important. Le dernier projet a fonctionné à merveille, et j'ai compris toute la démarche. »

Ces témoignages sont préliminaires, mais nous informent des difficultés que pose le travail d'équipe, mais encore plus du temps nécessaire à l'adaptation et à la compréhension de la méthode par chaque apprenant. Ce changement d'apprentissage centré sur l'étudiant en plus d'être dans un environnement collaboratif pose un défi énorme à concrétiser son acceptabilité auprès des apprenants. Ces nouvelles approches sont en rupture avec les structures passées de leur formation, car ces jeunes devront accepter le changement, mais aussi se l'approprier.

## Références bibliographiques :

- Allard, J.L. et Mauffette, Y. (2006). L'APP pour un grand nombre d'étudiants réparti sur plusieurs sites : est-ce possible ?. IN, eds M. Frenay, B. Raucant & P. Wouters : Actes du 4e colloque UCL presses, Belgique. 431-437
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century : skills for the future. The Clearing House 83 :39-43.
- Chardonnet, A. et Thibaudon, D. (2002). Le guide du PDCA de Deming, Paris, Editions d'organisation
- Galand, B., et Frenay, M. (2005). L'approche par Problèmes et par Projets dans l'Enseignement Supérieur: Impact, Enjeux et Defies, Louvain-la- Neuve: Presses Universitaires de Louvain.
- Guilbert, L. et Ouellet, L. (1999). Études de cas - Apprentissage par problèmes, Québec, Presses de l'Université du Québec.
- Hanney, R. et Savin-Baden, M. (2013). The problem of projects: understanding the theoretical underpinnings of project-led PBL. London Review of Education 11 (1): 7-19.
- Mauffette, Y., Kandlbinder, P. & A. Soucisse. 2004. The problem in problem-based learning is the problems: But do they motivate students? In M. Savin-Baden and K. Wilkie (eds.) Challenging Research into Problem-based learning Buckingham: SRHE and Open University Press.
- Mills, J.E. et Treagust, D.F. (2003). Engineering education – is problem-based or project-based learning the answer? Australasian journal of engineering education. Online publication 2003-04
- Prince, M.J. et Felder, R.M. (2006). Inductive teaching and learning methods: definitions, comparisons, and research bases. Journal of Engineering Education. 95(2) 123-138.
- Prince, M.J. et Felder, R.M. (2007). The many faces of inductive teaching and learning. Journal of College science teaching. 36(5) 14-20.
- Raucant, B. et Milgrom, E. (2013). Un bon sujet pour un projet de conception. Actes du Congrès QPES, Sherbrooke, Québec.
- Raucant.B ,E.Milgrom, Y.Mauffette et M.Saveuse, (2015) : le guide de l'A2P2. P55 ed. CESI