

Apprentissage Actif combiné problèmes/projets

Mathieu KISTER

CESI Ecole d'ingénieurs, mkister@cesi.fr

TYPE DE SOUMISSION

Symposium

RESUME

Cet article a pour objectif de présenter l'intérêt du déploiement d'une pédagogie active combinant l'apprentissage par problèmes et l'apprentissage par projets. Il s'appuie sur le retour d'expérience de CESI Ecole d'ingénieurs ayant développé et introduit l'A2P2 (Apprentissage Actif par Problèmes et Projets) depuis 2015 dans ses formations d'ingénieurs. Il détaille notamment la mise en œuvre de ce modèle pédagogique décliné sur les cinq années du cursus.

SUMMARY

This article aims to present the benefit of scaling up active learning pedagogies that combine problem-based approach and project-based approach. It analyses the experience of CESI Graduate School of Engineering, which has developed and integrated 'A2P2' (French acronym for 'Active Learning by Projects and Problems') to its engineering courses since 2015. It details the implementation of this pedagogical model over a five-year engineering curriculum.

MOTS-CLES

apprentissage par problèmes, apprentissage par projets, apprentissage actif par problèmes et projets, ingénieur

KEY WORDS

problem-based learning, project-based learning, active learning through projects and problems, engineer

Introduction : la pertinence des pédagogies actives pour former les ingénieurs

Le monde industriel est entré depuis plusieurs années dans une profonde transformation, notamment impacté par les évolutions technologiques. Les métiers associés et

la place de l'ingénieur évoluent de pair. Les compétences transversales (soft skills) prennent désormais une importance particulière. L'ingénieur doit être capable de poser, étudier et résoudre des problèmes dans des environnements complexes, pluridisciplinaires. Il doit savoir manager des projets en intégrant toutes les dimensions de l'entreprise. Ces transformations ont également mis en évidence l'enjeu pour l'ingénieur de continuer à se former tout au long de sa vie professionnelle. De nombreuses technologies auxquelles il sera confronté ne sont pas encore connues. De même, il doit faire face à des flux d'informations de plus en plus denses.

Afin de répondre au besoin en compétences nouvelles des entreprises, les écoles d'ingénieurs ont peu à peu introduit des approches de pédagogies actives dans leurs méthodes d'enseignement. Il existe divers types d'approche de pédagogies actives décrites dans la littérature. Plusieurs d'entre elles font directement écho au besoin de formation de l'ingénieur. Par exemple, dans sa contribution « Apprentissage Par Problèmes, établi depuis 50 ans mais encore des défis » (article soumis à QPES, 2021), Yves Mauffette revient sur l'apport de l'apprentissage actif par problèmes dans le développement d'un « réflexe méthodologique » lié à l'application répétée de la démarche scientifique. De son côté, l'apprentissage actif par projets a démontré, entre autres, une certaine efficacité dans la préparation de l'élève au fonctionnement en mode projet de l'entreprise (Raucent et coll., 2006). Chaque approche présente un potentiel de développement de compétences qui lui est propre. Et selon l'implantation qui en est faite, les bénéfices sont très variables. Cela signifie que ces approches doivent être considérées comme des outils au service de la construction pédagogique et qu'il convient d'en affiner l'usage pour bien répondre aux objectifs de formation. Cela signifie aussi qu'il pourrait s'avérer pertinent de les combiner.

CESI : création du modèle hybride A2P2

CESI Ecole d'ingénieurs s'est inscrite dans cette dynamique dès 2003. Sollicitée pour mettre en place un nouveau parcours destiné à former la future génération d'informaticiens dans un secteur déjà sous tension, elle a dû remettre en question les pratiques pédagogiques usuelles au vu du profil prescrit par les entreprises et les observatoires métiers. L'école a alors fait le choix d'une stratégie d'enseignement entièrement basée sur un apprentissage actif par problèmes (PBL – Problem Based Learning) sur les 5 années de son cursus. Elle s'est également structurée de manière inédite avec une synchronisation sémantique et temporelle de

l'ensemble de ses activités (mêmes contenus et mêmes évaluations au même moment) et une mutualisation des expertises du corps enseignant pour la conception du contenu pédagogique. Une école unique, répartie sur quinze sites en France (Allard et Mauffette, 2007).

Quelques années plus tard, au regard du bilan très positif de ce projet et au profit d'une réforme importante de son syllabus, l'école a décidé de procéder à un changement de pédagogie sur l'ensemble de ses spécialités et dans tous ses établissements en déployant une nouvelle méthodologie basée sur les apprentissages actifs. Ce travail de refonte a abouti à la création d'un modèle pédagogique hybride alliant apprentissage par projets et apprentissage par problèmes : la méthode A2P2 (apprentissage actif par projets et problèmes) (Saveuse et coll., 2017). L'école s'est par ailleurs dotée de mécanismes d'ajustement à court terme (retour d'expérience en temps réel lors du déploiement initial) et à moyen terme (capitalisation des retours d'expérience en vue d'une révision annuelle). Après 5 années de déploiement, soit la durée totale du cursus de formation, le système a atteint une certaine maturité. Nous pouvons alors rendre compte de l'apport de chacune des approches (par problèmes et par projets) vis-à-vis de notre objectif de formation et de l'intérêt de les combiner. Puis nous verrons comment l'implantation de la méthode s'est précisée et a été déclinée dans une progression sur l'ensemble du cursus.

A2P2 ou la combinaison de l'approche par projets et de l'approche par problèmes

L'A2P2 est une méthode d'apprentissage qui se rapproche du mode de fonctionnement de l'ingénieur en entreprise. Les élèves vont travailler à la résolution d'une problématique réelle posée par un projet, proche des situations vécues en milieu professionnel, et au contenu pluridisciplinaire. Pour la traiter les élèves doivent réaliser des apprentissages disciplinaires. Ces apprentissages passent par la résolution de problèmes successifs en appliquant la démarche scientifique. Les éléments acquis sont directement appliqués au projet pour le faire avancer (Raucent et coll., 2015).

Ainsi, la méthode hybride tire profit de l'approche par projets en proposant un environnement immersif approprié à la préparation de l'activité de l'ingénieur. Les projets sont réalistes et scénarisés. Le rythme, le cadre, les outils sont ceux de l'entreprise. L'élève est totalement impliqué dans la réalisation. Il dispose d'une certaine liberté et doit faire des choix.

Son travail a une incidence directe sur le résultat du groupe. Le projet est l'occasion privilégiée pour intégrer des connaissances, des méthodes et des outils en provenance de plusieurs disciplines du cursus et permet d'établir des liens entre les matières. Répétant l'exercice sur des sujets différents et dans des conditions variables, l'élève monte en compétence en management de projets et développe des capacités transverses et interpersonnelles comme le leadership, la gestion de ressources, la communication professionnelle.

La méthode hybride tire également avantage de l'approche par problèmes. Dans le cadre de la réalisation d'un projet, le besoin de passer par une démarche scientifique rigoureuse n'est pas automatique. Devant la nécessité de fournir un résultat dans les délais, la réalisation peut prendre le pas sur les apprentissages. Ici, le déroulé du projet est séquencé en une succession de situations problématisées. Chacune est abordée par une boucle d'apprentissage déroulant les étapes du modèle d'apprentissage par problèmes. Ainsi la compréhension des notions devient nécessaire avant qu'elles ne puissent être utilisées dans la contribution correspondante du projet. La séquence de Contextualisation / Décontextualisation / Recontextualisation (CDR) devient cyclique : les élèves analysent leur apprentissage, le travail réalisé et les résultats obtenus. Cette analyse peut les amener à décider d'une nouvelle boucle d'apprentissage jusqu'à l'atteinte des objectifs, multipliant les changements de contexte et renforçant l'apprentissage. Par ailleurs, l'élève applique de manière systématique la démarche scientifique et apprend à structurer son raisonnement. Il développe ses facultés à analyser une situation nouvelle, à identifier et formuler un problème, à proposer des hypothèses, à les vérifier par l'étude ou l'expérimentation, à interpréter des résultats et à les exploiter pour conclure et capitaliser.

Alors que l'apprentissage actif par problèmes est particulièrement efficace dans le développement du savoir, l'apprentissage actif par projets trouve essentiellement son intérêt dans le développement de savoir-faire. Les deux approches sont complémentaires, et combinées, elles favorisent le développement du savoir-agir. Appliquées à la résolution de problèmes nouveaux dans un contexte de projets entreprise, nous touchons le cœur de la compétence de l'ingénieur.

La mise en œuvre de l'apprentissage actif par problèmes et projets

Nous l'avons vu précédemment, l'un des intérêts des approches par projets et par problèmes réside dans le fait qu'elles permettent respectivement l'acquisition d'apprentissages au projet et à la démarche scientifique. L'assimilation des deux méthodes devient finalement un objectif de formation. Il est alors pertinent d'inscrire leur mise en œuvre selon une progression pédagogique sur l'ensemble du parcours. Cela nécessite de prendre en considération la construction globale du cursus et l'évolution des apprenants au cours de la formation. In fine, cette progression favorisera la professionnalisation de l'apprenant en l'accompagnant dans ses transitions identitaires jusqu'à devenir Ingénieur. (Blandin, 2012).

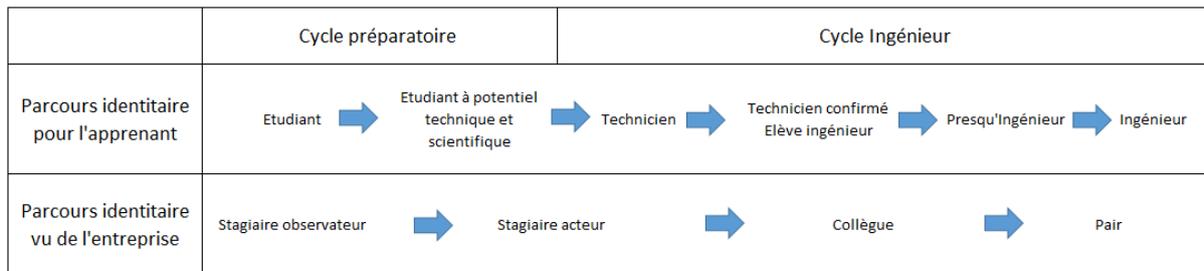


Figure 1 : transition identitaire du futur ingénieur

(source Blandin, 2012, adaptation M. Kister)

La formation de l'ingénieur sur 5 ans se construit généralement suivant deux cycles. Le cycle préparatoire (année 1 et 2) a pour objectif de développer le socle scientifique de l'élève. Il s'adresse exclusivement à un public d'étudiants, issus du lycée, nécessitant plus d'accompagnement et une structuration des méthodes de travail. L'effort d'accompagnement doit davantage être porté sur la mise en œuvre de l'approche par problèmes.

Le cycle ingénieur (années 3 à 5) a principalement pour objectif de rendre l'élève opérationnel pour une intégration professionnelle, de développer les compétences en gestion de projet et en ingénierie de conception. A ce stade de la formation, les apprenants ont déjà une expérience entreprise. Afin d'entretenir la motivation de ses élèves dans leur apprentissage, l'école a tout intérêt à aligner son dispositif à l'environnement qui sollicite leur engagement et accompagne leur développement en milieu professionnel (Bourgeois, 1998). L'effort d'accompagnement doit davantage être porté sur la mise en œuvre de l'approche par projets.

Ces observations ont fait naître deux schémas d'implantation du modèle hybride :

- Le modèle hybride PBL (figure 2) pour le cycle préparatoire

Le parcours est décomposé en blocs autonomes de formation d'une durée de 2 à 5 semaines. Ces blocs sont construits sur une succession de boucles PBL présentées sous forme de PROSIT (PROblème – SITUation). Chaque PROSIT s'étale sur une durée de 2 jours et permet de travailler environ 5 acquis d'apprentissage visés. Un projet fil rouge permet l'ancrage des apprentissages par transposition des concepts abordés. En fonction des besoins pédagogiques, d'autres activités peuvent venir compléter les PROSITS comme par exemple : des visites, des séquences d'auto évaluation, des activités de prototypage, des conférences ou encore des ateliers d'échange (Allard et coll., 2021).

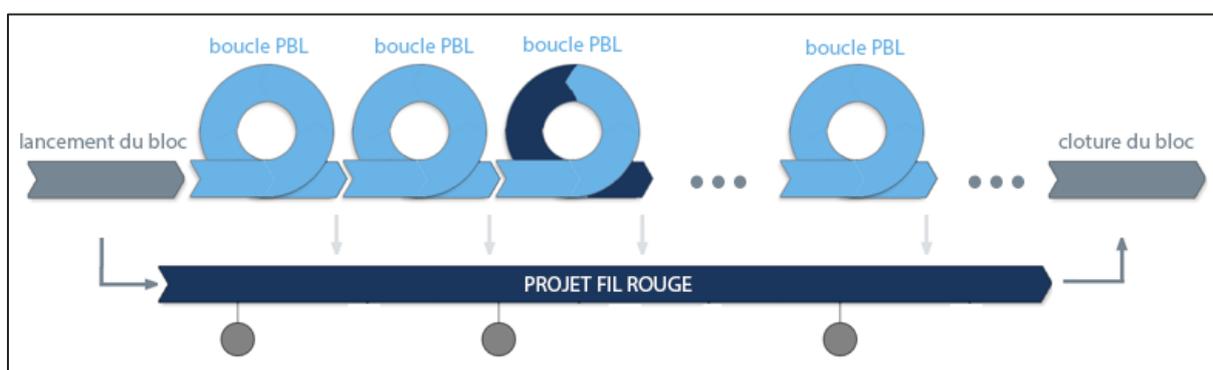


Figure 2 : modèle pédagogique hybride PBL

Les boucles, courtes et ciblées, permettent des rétroactions rapides et régulières sur l'apprentissage réalisé et sur les méthodes de travail (groupe et individu). L'élève apprend à devenir acteur de son apprentissage, il prend conscience de sa progression et gagne en confiance. L'enseignant (ou plutôt le tuteur), est particulièrement vigilant dans l'accompagnement des élèves lors de la phase d'analyse du problème (PROSIT ALLER), moment privilégié dans l'appropriation de la démarche scientifique. Le projet fil rouge est résolument orienté réalisation. Il permet d'aborder, progressivement, sur l'ensemble du cycle préparatoire, les concepts, les outils et les problématiques de base dans la mise en œuvre d'un projet. Certains PROSITS sont contextualisés au projet afin d'en traiter une problématique particulière.

- Le modèle A2P2 (figure. 3) pour le cycle ingénieur

Ici, la progression pédagogique est portée par une suite de projets. Chaque projet se décompose en 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. Pour y parvenir, les élèves doivent réaliser des apprentissages disciplinaires, qui sont ensuite appliqués au projet, en vue de résoudre les différents problèmes qui apparaissent.

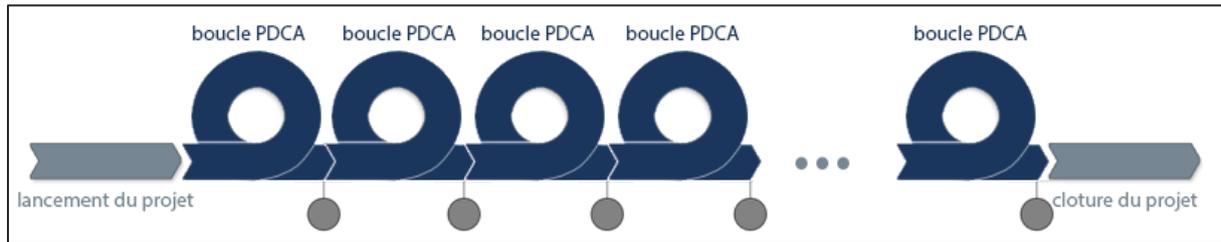


Figure 3 : modèle pédagogique A2P2

On parle ici de boucle PDCA (Plan-Do-Check-Act). Il s'agit d'une adaptation de la boucle PBL, mise en cohérence avec la réalité métier de l'ingénieur. Elle reprend notamment les étapes de la roue de Deming, largement employée dans les entreprises (Chardonnet et Thibaudon, 2002). Les itérations sont également plus longues : environ 1 semaine chacune. Les élèves travaillent en groupe coopératif de 6 personnes. Cette taille de groupe 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 coll., 2015). Pour les premiers projets, le synopsis est imposé et toutes les itérations PDCA sont définies à l'avance. Puis, progressivement, les élèves gagnent en responsabilité. Ils sont amenés à s'organiser et à identifier eux-mêmes les itérations nécessaires. Progressivement donc, les projets se rapprochent de la pratique professionnelle. Le rôle du tuteur est centré sur l'efficacité du travail de groupe et l'évolution des individus pour atteindre les objectifs du projet. Il doit veiller à adapter son accompagnement au fil des projets pour favoriser le développement de l'autonomie.

Les deux modèles permettent donc de créer un parcours pédagogique cohérent sur les cinq ans. Le changement de paradigme entre les deux cycles crée une rupture dans les pratiques, favorable à entretenir la motivation et à générer une nouvelle dynamique en phase avec l'objectif de professionnalisation visé dans le cycle ingénieur.

Quelques points clés pour réussir la mise en œuvre d'un modèle hybride (problèmes, projets)

La conception d'un bloc de formation basé sur la combinaison de l'approche par problèmes et par projets nécessite une attention particulière. Outre les difficultés propres à la formalisation d'un projet dans une pédagogie en approche par projets (Raucent et coll., 2006) et la complexité d'implémenter de bonnes situations à problème selon la démarche PBL (Mauffette 2004), il n'est pas non plus évident d'associer les deux méthodes dans une construction cohérente et équilibrée. On peut facilement se retrouver à cumuler les acquis d'apprentissages visés de l'une et de l'autre et ainsi surcharger l'activité. Dans la phase de conception, il est aussi compliqué d'anticiper quel sera l'investissement réel des apprenants face à la séquence pédagogique et si elle aura tendance à favoriser le projet ou le problème, la réalisation ou l'apprentissage. Pour illustrer cette dichotomie, on pourrait la comparer à la double activité d'un enseignant-chercheur devant arbitrer son engagement entre ses missions de recherche et ses interventions d'enseignement. Il peut alors être intéressant de mettre en place des dispositifs de feedback qui serviront à réajuster la séquence au fur et à mesure de son déploiement dans une démarche d'amélioration continue. Sur la base de ses propres réalisations, CESI Ecole d'ingénieurs a établi à environ 100h la charge de conception nécessaire pour produire 1 semaine de formation selon le format A2P2.

Un autre enjeu important dans la mise en œuvre du modèle hybride concerne l'accompagnement des élèves dans ce dispositif. La transition pédagogique vers l'apprentissage actif n'est pas anodine et demande une remise en question de son rapport à l'enseignement et de ses pratiques. Cette adaptation nécessite du temps et une certaine guidance. La duplicité des méthodes pédagogiques employées peut être déstabilisante et elle ne sera bénéfique que si l'élève en comprend le sens et le fonctionnement et s'il y adhère. Leur combinaison permet la multiplication des changements de contexte qui favorisent l'apprentissage, mais il ne faut pas sous-estimer l'effort qu'elle nécessite. Le tuteur intervient donc à différents niveaux en parallèle (projet, problème) en facilitant la mise en évidence des liens existants entre les notions vues dans les différentes activités pédagogiques. Chacun de ces niveaux nécessite des attentions et des postures particulières (Raucent et Milgrom, 2013) et, comme nous l'avons vu, celles-ci sont à nuancer selon le positionnement de l'activité dans le cursus.

La formation des enseignants est donc essentielle. Mais la mise en œuvre d'une telle montée en compétences représente un véritable challenge. Au même titre que les élèves, pour apprendre, l'enseignant a besoin de faire évoluer ses représentations de l'enseignement par l'expérimentation, l'observation, la lecture, la confrontation, et ainsi assimiler les enjeux de chaque pédagogie, la manière dont elles se combinent et la posture à adopter selon les situations. Face à une pédagogie dynamique, résolument évolutive, une session d'explications sur la mécanique de la méthode n'est pas suffisante. Elle se doit d'être réflexive et intégrée dans un processus d'accompagnement sur la durée. La meilleure stratégie de formation consiste peut-être à soumettre à une équipe d'enseignants le projet de mettre en place cette nouvelle pratique pédagogique dans leur cursus en procédant par itération pour résoudre les problèmes sous-jacents. Vous avez dit A2P2 ?

Conclusion

La mise en œuvre d'une pédagogie combinant plusieurs approches actives peut réellement être bénéfique. Outre les apports spécifiques de chacune d'elles, leur conjonction offre des possibilités d'accompagnement plus étendues et mieux adaptables aux différents besoins de formation. Le succès de son déploiement passe avant tout par une construction cohérente du programme au regard de ces besoins. L'autre défi concerne l'intégration de l'ensemble des acteurs dans le dispositif, apprenants et enseignants. Face à une pédagogie évolutive, ce processus s'inscrit assurément dans le temps. Pour l'équipe enseignante, il est alors intéressant de reconsidérer régulièrement ses pratiques de conception et de tutorat. Cela permet de maintenir la dynamique d'assimilation de la méthode tout en assurant l'amélioration du système.

Références bibliographiques

- Raucent, B., Milgrom, E., Maufette, Y. & Saveuse, M. (2015). Le guide de l'A2P2 en 50 questions. ed. CESI.
- 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 Défis, Louvain-la-Neuve : Presses Universitaires de Louvain.

Saveuse, M. I. Moukkof, Y. Mauffette & B. Raucent. (2017). Apprentissage Actif par Problèmes et Projets. Pp 313-320. Actes du IXème colloque QPES : relever les défis de l'altérité dans l'enseignement supérieur.

URL : http://www.colloque-pedagogie.org/sites/default/files/colloque_2017/consignes_communicants.pdf

Blandin, B. (2012). Apprentissage, développement et construction de l'identité professionnelle. Didactique Professionnelle - Deuxième Colloque International : Apprentissage et Développement professionnel, RPDP en partenariat avec le CREN, Nantes.

Bourgeois, E. (1998). Apprentissage, motivation et engagement en formation. Education Permanente, 136(3), 101-109.

Allard, J-L & Mauffette, Y. (2007). L'APP pour un grand nombre d'étudiants réparti sur plusieurs sites : est-ce possible ? Pp 431-437. IN, eds M. Frenay, B. Raucent & P. Wouters : Actes du 4e colloque « Questions de pédagogie dans l'enseignement supérieur : les pédagogies actives : enjeux et conditions », UCL presses universitaires de Louvain, Belgique.

Mauffette, Y., Kandlbinder, P., & Soucisse, A. (2004). The problem in problem based learning is the problems: But do they motivate students? In Savin-Baden, M. & Wilkie, K. (Eds.), Challenging research in problem based learning (pp. 11-25). Maidenhead: Open University Press.

Raucent B., Jacqmot C., De Theux M.N., Milgrom E. (2006). Le projet dans la formation des Ingénieurs dans Professionnalisation des élèves ingénieurs, ed. L'Harmattan, 2006, pp 61-86.

Raucent, B. et Milgrom, E. (2013). Un bon sujet pour un projet de conception. Pp 650-659. Actes du VIIème colloque QPES, Sherbrooke, Québec.

URL : http://www.colloque-pedagogie.org/sites/default/files/colloque_2013/Actes%20colloque_QPES2013.pdf

Allard J-L., Saveuse M., Mauffette Y., Raucent B, Kister M., Serurier F, Delalin H., Barbolini E. (2021) Guide pratique de PBL, ed. CESI.