

Application de la classe inversée et l'apprentissage par problème dans un cours de programmation

GHAZI KHODJET EL KHIL, ZIED ALAYA, LAMJED BETTAEIB

*ESPRIT School of Engineering, Tunis
Tunisie*

ghazi.khodjetelkhil@esprit.tn

zied.alaya@esprit.tn

lamjed.bettaieb@esprit.tn

RÉSUMÉ

Pendant l'année universitaire 2014/2015, l'adoption d'une nouvelle approche active dans le cours de programmation procédurale, un module enseigné aux étudiants de première année du cursus ingénieur informatique, a été approuvée dans notre école ESPRIT - École Supérieure Privée d'Ingénierie et de Technologies. Dans cet article, nous allons détailler les principes de cette approche, son application ainsi qu'une comparaison avec celle adoptée dans les années universitaires précédentes et les résultats obtenus. Dans la mise en œuvre de cette approche, nous nous sommes inspirés non seulement de l'APP ou « Apprentissage Par Problèmes » mais aussi de l'approche dite « Classe inversée » afin de favoriser l'acquisition des compétences techniques et des compétences personnelles. Nous avons programmé durant chaque semaine trois séances: une séance d'encadrement, une séance pour la situation problème et une dernière pour le cours de restructuration pour faire une synthèse et corriger des exercices.

MOTS-CLÉS

Apprentissage actif, Apprentissage Par Problème, classe inversée, programmation procédurale

ABSTRACT

In the academic year 2014/2015, the adoption of a new active approach in procedural programming course, a module taught freshmen computer engineering program, was approved in our school ESPRIT - School of Engineering. In this article, we will detail the principles of this approach, its application and a comparison with that adopted in previous approach. In the application of this approach, we were inspired not only from the PBL (Problem Based Learning) but also the approach called "Flipped Classroom" to promote the acquisition of hard skills and soft skills. We planned for each week three sessions: a coaching session, a session for the problem situation and a lecture session to synthesize and correct exercises.

KEYWORDS

Active Learning, Problem-Based Learning, flipped Classroom, procedural programming

INTRODUCTION

L'Apprentissage Par Problème, ou APP, est l'une des pédagogies actives les plus connues. Elle consiste à partir d'une situation problème à résoudre par les apprenants pour qu'ils puissent atteindre les objectifs du cours (Bédard, Turgeon, Tardif & Desmarchais, 1995). Cette pédagogie a prouvé que non seulement les étudiants assimilent mieux les objectifs des cours mais aussi ils arrivent à améliorer leurs compétences personnelles telles que la communication, l'autonomie, l'autoapprentissage, le travail en équipe et l'initiative (Université de Namur, 1999; Frenay, Galand & Bourgeois, 2007). C'est ainsi que les enseignants d'ESPRIT - École Supérieure Privée d'Ingénierie et de Technologies ont eu l'accord de l'administration pour passer d'une approche pédagogique classique vers l'APP dans le cours de programmation procédurale en informatique.

Une première itération dans l'adoption de cette approche active a été faite durant l'année universitaire 2012-2013 (Alaya, Khodjet El Khil & Bettaieb, 2015). Cette itération a donné des résultats satisfaisants. Cependant, plusieurs points négatifs ont été constatés tels que :

- a) Les situations problèmes ou les « Prosits », ne couvrent pas tous les objectifs du module.
- b) Les Prosits sont parfois très compliqués à résoudre pour les apprenants.
- c) Les apprenants sont habitués à être guidés et ils sont très dépendants de l'enseignant.

Nous avons choisi donc d'améliorer encore plus notre approche. Étant donné que le module en question est dédié à des débutants en programmation, un Prosit est généralement perçu comme étant très compliqué par les apprenants ce qui nécessite plus d'efforts de la part des tuteurs dans l'encadrement des apprenants pour arriver à un résultat acceptable. La classe inversée propose que l'apprenant prenne en charge seul la lecture du cours et la résolution des exercices avant de venir en classe (Bissonnette & Gauthier, 2012; Jacob & Matthew, 2013). L'enseignant corrigera directement les exercices et répondra aux questions des étudiants sur le chapitre.

Dans l'approche qui a été adoptée dans l'année universitaire 2012/2013, l'apprenant doit lire seul le cours et faire des exercices qu'il cherchera dans les livres de référence ou sur internet afin de résoudre une situation problème, appelé Prosit, que nous avons donnée au début de la semaine. Dans la nouvelle approche adoptée dans l'année universitaire 2014/2015, nous commencerons avec la classe inversée où l'apprenant fera seul la lecture du cours et corrigera des exercices d'application directe en classe puis il aura à la fin de semaine un Prosit à résoudre avec son groupe. Le Prosit étant de nature plus ouverte, il nécessitera plus d'efforts et de travail.

Dans ce que suit nous allons décrire le module puis l'application de cette approche dans ce cours.

DESCRIPTION DU MODULE

Le module Programmation Procédurale du cours d'informatique est un module de 84 heures présentielles avec 8 crédits. Il est enseigné aux étudiants de première année durant les 14 semaines du premier semestre. À la fin de ce module, l'apprenant sera capable de mettre en œuvre les concepts de base de l'algorithmique et connaîtra les fondements de la programmation procédurale. L'apprenant pourrait ainsi, appliquer les différentes étapes d'élaboration d'un programme informatique :

- Spécifier un problème : ce qui est en données, ce qui est attendu comme résultat.
- Définir et implémenter un algorithme permettant de résoudre ce problème.

C'est l'un des modules fondamentaux dans le cursus des ingénieurs dans les TIC ou « Technologies de l'Information et de la Communication ». Plusieurs modules dépendent directement de cette matière tels que: Programmation Orientée Objet C++, Java, développement Web et les projets de développement. D'ailleurs durant le deuxième semestre de la même année, les étudiants auront un projet de développement en langage C avec 7 crédits et un autre module de programmation, qui est la continuité du premier, avec 5 crédits. Les deux derniers modules dépendent directement de celui du premier semestre.

Durant l'année universitaire 2014/2015, nous avons appliqué cette approche sur 238 étudiants de première année répartis sur huit classes. Chaque classe contient environ trente étudiants. Les apprenants de la même classe vont travailler en équipe. Chaque équipe est composée de cinq membres choisis par tirage au sort dans la première semaine. Les membres d'une équipe travaillent ensemble pendant tout le semestre et dans tous les modules.

DESCRIPTION DE L'APPROCHE

Dans l'approche APP, l'apprenant sera mis devant une situation problème qui présente une complexité suffisante pour que l'étudiant ait un défi à relever. Selon Saint-Jean (1994), avec l'approche pédagogique APP, l'apprentissage est conçu comme un processus dynamique permettant à l'étudiant d'être actif, en se questionnant, en analysant et en échangeant avec ses pairs et avec les autres personnes ressources. Barrows (1986) et Galaise (2001) présentent plusieurs avantages de l'APP tel que : Développer une habileté pour l'auto-apprentissage; Développer des habiletés dans la compréhension des problèmes, dans le choix des actions à poser, dans la communication et dans les relations interpersonnelles; Développer une motivation intrinsèque pour l'apprentissage, le questionnement et la compréhension; Développer l'habileté au travail en groupe en favorisant la collaboration, l'apprentissage par les pairs ainsi que l'acceptation des rétroactions constructives et la capacité d'en donner.

Dans l'approche classe inversée, chaque apprenant peut étudier quand il le veut dans son temps libre. En classe, l'approche offre une place à la différenciation en revenant plus profondément sur les points de difficultés des apprenants. Plusieurs études empiriques confirment des bienfaits de la classe inversée. Ainsi, Papadopoulos et Santiago Roman (2010) constatent que cette approche favorise un apprentissage plus rapide, davantage d'entraide et de meilleurs résultats. Pierce et Fox (2012) observent aussi une amélioration des résultats notamment en raison du contact avec les matières avant le cours, des évaluations formatives en cours d'année et des interactions en classe. Deslauriers, Schelew et Wieman (2011) trouvent qu'une amélioration des résultats dans un cours de physique est enregistrée dans la classe inversée.

L'approche décrite dans cet article s'inspire de l'Apprentissage Par Problème et de la classe inversée qui sont toutes les deux des approches de l'apprentissage actif. Chaque semaine correspond à des objectifs visés. Un mail de rappel de ces objectifs sera envoyé aux apprenants dans le weekend contenant :

- a) Le cours qui couvre les objectifs de la semaine.
- b) Une série d'exercices simples qui permettent une application directe.
- c) Un QCM sur les objectifs de la semaine précédente. Le QCM est accessible dans la page de cours sur notre plateforme de e-learning.

Chaque semaine, les apprenants ont trois séances en présentiel. Comme décrit dans le TABLEAU 1, une première séance d'une durée de 1h30 servira à la correction des exercices déjà envoyés. La

deuxième séance est une séance dédiée à la résolution d'une situation problème appelée « Prosit ». Cette séance s'étale sur 3 heures et elle est divisée en deux sessions: «Aller» et «Retour». Les apprenants travaillent en équipes dans les deux sessions où dans la session « Aller » ils vont analyser ensemble la situation problème et dans la session « Retour » discuté les solutions qu'ils ont trouvées. Dans ces sessions, l'enseignant jouera le rôle de tuteur qui encadre sans donner des solutions (Christelle, Denis & Josée-Anne, 2015). Le Prosit couvre les objectifs de la semaine en cours et de ceux déjà traités. La dernière séance dure 1h30, appelé « Cours de restructuration », est programmée à la fin de la semaine. Durant cette séance, l'enseignant fera une synthèse et corrigera des exercices d'applications.

TABLEAU 1

Répartition des séances dans la semaine

Séance 1 (1h30)	Séance 2 (3h)	Séance 3 (1h30)	Mail
Correction des exercices de la semaine et réponses aux questions des étudiants	*Aller : Prosit Encadrement des groupes *Retour : validation du prosit	Cours de restructuration	*QCM *Objectifs de la semaine *Cours *Série d'exercices relatifs aux objectifs de la semaine suivante

Application de la classe inversée

Chaque fin de semaine l'étudiant reçoit un mail pour lui rappeler les objectifs de la semaine à venir, un support de cours sur ces objectifs et une série d'exercices de faibles difficultés. Cette série ainsi que le cours permettent à l'étudiant de comprendre et d'appliquer les principes de son cours avant de venir en classe. De ce fait, l'étudiant, dès sa première séance avec son tuteur aura des questions précises sur les parties qu'il n'a pas comprises. Il est à noter que les exercices couvrent partiellement les objectifs de la semaine.

Un QCM qui traite ces objectifs est mis à la disposition des apprenants sur notre site web. Ce QCM les aidera à faire une auto-évaluation sur ce qu'ils ont appris.

Application de l'APP

Pendant la séance « Aller/Retour », un Prosit est donné aux étudiants à la session "Aller". Le Prosit vise à approfondir les connaissances vues dans la première phase et couvrir le reste des objectifs de la semaine. La session « Aller », qui dure 1h30, est dédiée à la compréhension du Prosit et à la recherche des solutions possibles. Le tuteur aura comme mission de guider les apprenants sans donner une solution.

Après 1h30, la session "Retour" est lancé. Cette session dure également 1h30, au cours de laquelle chaque équipe discutera sa solution avec son tuteur. Ce dernier ne fera pas une correction, mais il continuera son travail de guidage pour valider ou améliorer la solution.

Au cours des deux sessions, les étudiants travaillent en équipes et ils doivent faire des recherches et des « brainstormings », tout en étant encadrés par les tuteurs.

RÉSULTATS

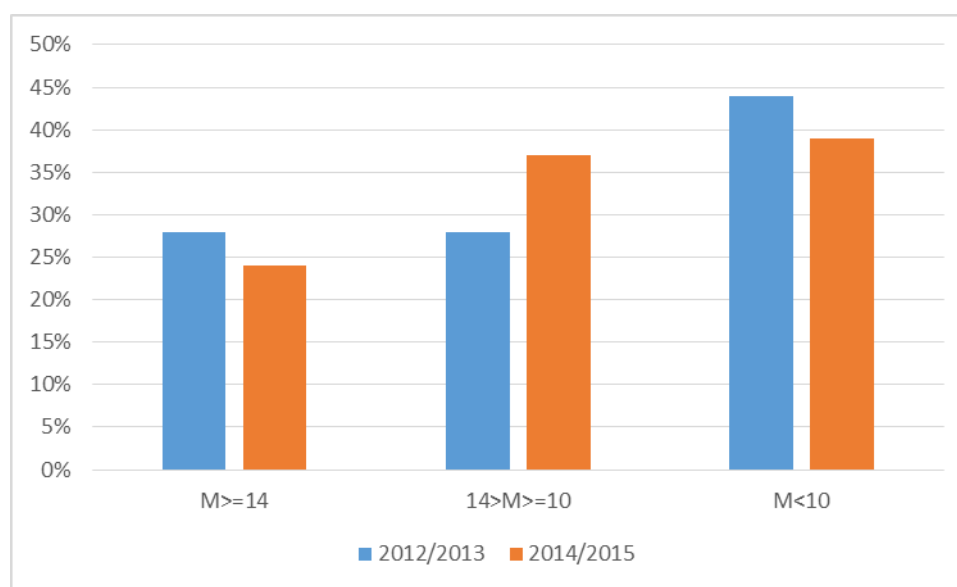
Pour évaluer notre approche, nous avons recueilli les avis des apprenants avec un questionnaire.

Nous avons également étudié les résultats scolaires des apprenants durant l'année universitaire 2014/2015 et 2012/2013. Il convient de noter que, selon le modèle de Biggs sur l'alignement pédagogique entre les objectifs d'un cours, l'évaluation et les activités d'enseignement et d'apprentissage (Biggs, 2003), un seul composant a changé: «Activités d'enseignement et d'apprentissage». En effet, uniquement l'approche pédagogique adoptée a été modifiée mais nous avons gardé les mêmes objectifs et les mêmes moyens d'évaluation.

Résultats scolaires

Lors de la rédaction de cet article, les données reçues de notre service examen concernant les résultats scolaires des étudiants dans l'année universitaire 2013/2014 ont été incomplètes. Nous avons alors choisi de comparer les résultats des années universitaires 2012/2013 et 2014/2015. La FIGURE 1 illustre les résultats des étudiants. Nous remarquons une amélioration globale dans les résultats de l'année universitaire 2014/2015 par rapport à ceux de l'année universitaire 2012/2013. En effet, le taux d'échec est passé dans cette matière de 44% à 39%. Ainsi, la nouvelle approche a eu un effet positif sur les taux de réussite de nos étudiants.

FIGURE 1



Résultats scolaires des années universitaires 2012/2013 et 2014/2015

L'analyse de la comparaison des résultats scolaires des années universitaires 2012/2013 et 2014/2015 montre qu'il y a une augmentation de 5% du taux de réussite en utilisant cette nouvelle approche. Une nette augmentation du taux des étudiants dont les moyennes entre 10 et 14 est visible et est évoluée à 9%.

Une baisse du taux des moyennes supérieures ou égales à 14 de 4% est aussi visible dans cette comparaison.

Il est à noter que tous les enseignants attestent que les examens de l'année universitaire 2014/2015 ont été plus difficiles que ceux de l'année universitaire 2012/2013 ce qui peut expliquer la baisse dans cette tranche de 28% à 24%.

Résultats du questionnaire étudiants

Nous avons demandé aux étudiants de nous fournir leurs feedback via un formulaire papier rempli d'une façon anonyme à la fin de semestre. Nous avons eu un taux de réponse de 92,45% sur les 238 étudiants. Sept questions ont été posées pour avoir une idée sur la satisfaction globale des apprenants. Le Tableau 2 contient les questions avec les réponses.

Il est à noter que nos étudiants sont habitués avec le terme APP par abus de langage pour désigner l'apprentissage actif en général. Ceci explique pourquoi nous avons gardé le terme APP dans la première question dans le Tableau 2 sans parler de classe inversée.

TABLEAU 2

Satisfaction globale des apprenants

	Pas de tout d'accord	Pas d'accord	Neutre / sans opinion	D'accord	Entièrement d'accord
Q1. Apprendre avec l'APP fut une bonne expérience	10,33%	17,93%	17,93%	41,85%	11,96%
Q2. Je suis satisfait de ma propre contribution dans le travail de mon équipe	9,24%	9,24%	27,72%	35,33%	18,48%
Q3. La qualité de la supervision était excellente	11,96%	14,67%	44,57%	23,37%	5,43%
Q4. Notre travail collaboratif au sein des équipes aurait pu être mieux	4,35%	3,80%	26,63%	39,13%	26,09%
Q5. Globalement, je suis satisfait de mon expérience durant ce semestre	9,78%	14,13%	26,63%	33,15%	16,30%
Q6. Je ferais mieux le prochain semestre	2,19%	4,37%	25,68%	26,23%	41,53%
Q7. Je souhaite revenir à la méthode d'enseignement classique	19,57%	14,13%	36,41%	19,02%	10,87%

Comme nous pouvons constater dans le Tableau 2, dans la première question, 53,81% trouvent que l'apprentissage avec cette approche a été une bonne expérience et 76,08% dans la question 5 sont satisfaits ou ont un avis neutre de leur propre expérience durant le semestre.

29,89% des étudiants dans la question 7 souhaitent revenir vers la méthode classique dont ils se sont habitués depuis au moins 13 ans. Malgré que le taux d'échec dans ce module a été plus important avec la pédagogie classique (Alaya, Khodjet El Khil & Bettaieb, 2015) mais plusieurs étudiants pensent que la cause de leur échec est l'approche adoptée.

Sur le plan travail en équipes, dans la question 4, 91,85% des étudiants ont un avis neutre ou pensent que le travail avec leur équipe aurait pu être mieux et 18,48% des étudiants dans question 2 ne sont pas satisfaits de leur contribution au sein de l'équipe. D'autre part, uniquement 6,56% dans la question 6, pensent qu'ils ne peuvent pas faire mieux la prochaine fois avec cette approche. Les réponses à ces trois questions, questions 4-2 et 6, nous amènent à penser que les apprenants sont conscients des difficultés rencontrées, comment les dépassées et qu'ils sont prêt à apprendre avec une telle approche d'autres modules.

Pour la qualité de la supervision dans la question 3, uniquement 28,8% sont satisfaits.

CONCLUSION

Pendant l'année universitaire 2014/2015 nous avons changé d'approche dans l'enseignement du module « Programmation Procédurale ». Ce module, qui traite les fondamentaux d'un futur ingénieur en informatique ou en télécommunication, a eu déjà un premier changement durant l'année universitaire 2012/2013 en appliquant l'Apprentissage Par Problème. Malgré qu'en plus de l'acquisition des compétences techniques, l'APP renforce plusieurs compétences personnelles chez l'apprenant, les étudiants ont trouvé une grande difficulté à s'y adapter vu qu'ils sont habitués à la pédagogie classique.

Tout en gardant une approche active, nous avons adopté une pédagogie mieux adaptée à la nature de nos apprenants. Ainsi, l'apprenant commencera dans une première étape par la classe inversé où il va lire seul le cours et prépare les exercices puis viens à la classe pour les corrigés avec l'enseignant. Dans cette première phase, les exercices couvrent une partie des objectifs. Dans la deuxième phase, l'apprenant passera par l'APP pour approfondir des compétences techniques déjà vu dans la première phase et couvrir le reste des compétences prévu dans le cours.

Les résultats ont été globalement meilleurs que ceux de l'approche précédente. Néanmoins, des améliorations sont nécessaires pour aider les étudiants en plus grande difficulté et diminuer encore le taux d'échec. Améliorer la qualité de la supervision en planifiant des formations des formateurs sera une piste possible. En effet, plus de 26% ne sont pas satisfait de la qualité de la supervision (question 3 dans le Tableau 2), et 44,75% sont neutres. Aider les apprenants pour acquérir plus rapidement des compétences nécessaires pour mieux communiquer et travailler au sein d'une équipe est aussi une autre piste possible.

RÉFÉRENCES

- Alaya, Z., Khodjet El Khil, G., & Bettaieb, L. (2015). *Active learning for freshmen students in a software Engineering Education*. Paper presented at the 5th IRSPBL / IJCLEE 2015, Mondragon University, Mondragon, Spain.
- Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20(6), 481-486.
- Bédard, D., Turgeon, J., Tardif, J., & Desmarchais, J. (1995). L'apprentissage par problèmes à l'ordre universitaire: fondements, résultats obtenus et limites. In *Actes du colloque de l'AIPU* (pp. 1-9). Hull, Québec: AIPU.
- Biggs, J. B. (2003). *Teaching for quality learning at university*. Buckingham: Open University Press.
- Bissonnette, S., & Gauthier, C. (2012). Faire la classe à l'endroit ou à l'envers? *Formation et Profession*, 20(1), 23-28.
- Christelle L., Denis B., & Josée-Anne, C. (2015). *Être tuteur en apprentissage par problèmes: quels styles d'animation ?* *Revue Internationale de Pédagogie de l'Enseignement Supérieur*, 31(1), <http://ripes.revues.org/900>.
- Deslauriers, L., Schelew, E., & Wieman, C. (2011). Improved learning in a large-enrolment physics class. *Science*, 332, 862-864.

Frenay, M., Galand, B., & Bourgeois, E. (2007). L'approche par problèmes et par projets : effets de dispositifs pédagogiques actifs dans l'enseignement universitaire. In M. Frenay & X. Dumay (Eds), *Un enseignement démocratique de masse : Une réalité qui reste à inventer* (pp. 287-310). Louvain : Presses Universitaires de Louvain.

Galaise, C. (2001). *Approche pédagogique d'apprentissage par problèmes et connaissances conditionnelles en expertise comptable au premier cycle universitaire*. Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal, Canada.

Jacob, L. B., & Matthew, A. V. (2013). *The Flipped Classroom: a survey of the research*. Paper presented at the 120th ASEE Annual Conference & Exposition, Atlanta, USA.

Papadopoulos, C., & Santiago Roman, A. (2010). *Implementing an inverted classroom model in engineering statics: initial results*. Paper presented at the American society for engineering statistics proceedings of the 40th ase/ieee frontiers in education conference, Washington, USA.

Pierce, R., & Fox, J. (2012). Vodcasts and active learning exercises in a "flipped classroom" model of a renal pharmacotherapy module. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 76(10), 1-5.

Saint-Jean, M. (1994). *L'apprentissage par problèmes dans l'enseignement supérieur*. Service d'aide à l'enseignement, Université de Montréal, Québec.

Université de Namur (1999) *L'apprentissage par problèmes*. Service de Pédagogie Universitaire de l'Université de Namur, Belgique.