

## Une expérience de blended learning en école d'ingénieur

PédagoTICE 2015  
PÉDAGOGIES ET TECHNOLOGIES

Pierre Stéphan  
Enseignant-chercheur  
ESPE Toulouse  
pierre.stephan@univ-tlse2.fr

François Stéphan  
Directeur d'école  
EPF Montpellier  
francois.stephan@epf.fr

Renaud Lavabre  
Enseignant-chercheur  
ESPE Toulouse  
renaud.lavabre@univ-tlse2.fr

### RESUME

Cet article présente une expérience de Blended-learning menée en école d'ingénieur. Ce dispositif s'adresse à des étudiants de 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> année en classes préparatoires intégrées et concerne l'enseignement de la mécanique du solide. La réflexion menée à travers ce projet concerne la mise en regard des atouts d'une pédagogie mixte avec les attendus d'une formation de futurs ingénieurs. Le dispositif d'alternance est décrit ainsi que le retour d'expérience de son déploiement sur les deux années. L'article montre l'évolution du dispositif au cours du temps, entre les intentions initiales et les modifications successives en fonction des écueils rencontrés. Une enquête auprès des étudiants vient compléter cette analyse et permet de mettre en évidence les difficultés et les atouts de ce type de formation en fonction du profil des étudiants.

**MOTS-CLES :** blended learning, pédagogie innovante, école d'ingénieur, pédagogie mixte

### 1 INTRODUCTION

Le développement des outils numériques touche l'ensemble des sphères de la société, et conduit à de nombreux bouleversements. La formation n'échappe pas à cette mutation et c'est naturellement que les modes d'enseignements ont commencé à évoluer. Les écoles d'ingénieurs, pour la plupart d'entre elles, l'ont compris. Elles aspirent à intégrer l'usage des outils numériques dans la formation mais elles se heurtent à plusieurs difficultés. Le premier obstacle concerne l'appréhension du changement par les différents acteurs. A la fois enseignants et étudiants restent fortement attachés à des modes d'apprentissage traditionnels qu'ils ont toujours connus et qui font référence. Une remise en cause de ces pratiques est alors bien difficile. Le second obstacle provient du manque de recul, du manque d'information et du manque de formations des enseignants sur les pratiques pédagogiques s'appuyant sur les outils numériques. Cependant, les expériences se développent, conduites souvent par des initiatives individuelles. Celle qui fait l'objet de cette étude concerne le blended learning qui combine un apprentissage mené conjointement en face à face et à distance via une plateforme numérique [1]. Ce type d'approche pédagogique est récent et a connu un véritable essor autour de l'année 2003 [2]. Depuis, de nombreuses études ont été menées et montrent que l'apprentissage par blended learning donne des résultats plus satisfaisants sur des facteurs comme la motivation, la satisfaction ou le taux d'abandon des étudiants en difficulté [3] [4] [5] [6].

A l'EPF, école d'ingénieur post-bac, une nouvelle expérience de blended-learning est menée depuis deux ans. Elle concerne l'enseignement de Mécanique des solides à Bac+1 et Bac+2 pour deux profils d'étudiants distincts, des étudiants issus d'un Bac S, et des étudiants issus d'un Bac STI2D. L'objet de l'étude est d'analyser l'appréhension par les étudiants de ce mode d'apprentissage, ses atouts, ses écueils, ses contraintes pour le faire évoluer et le généraliser.

### 2 DEROULEMENT DU PROJET

#### 2.1 Description du dispositif pédagogique

L'élaboration d'un dispositif pédagogique par blended learning impose de dissocier parmi les contenus et les processus d'apprentissage ceux nécessitant la présence de l'enseignant et ceux qui peuvent être développés en autonomie. Le plus souvent, la frontière n'est pas franche et on ne peut pas réellement dire que telle notion sera abordée via la plateforme en ligne et telle autre via les séances en présentiel. Mais on peut cependant identifier sur un module de formation certaines connaissances plus adaptées à un apprentissage distant : connaissances de type "automatismes", connaissances conceptuelles ou procédurales avec un niveau de complexité faible ou raisonnable. Ensuite, le processus d'apprentissage passe par des allers-retours entre des périodes d'autoformation et des séances en présence de l'enseignant comme nous allons le préciser (figure 1).

Les séances en présentiel prennent trois formes différentes.

La première concerne des cours en amphi (CM : Cours Magistral) en nombre très limité par rapport à un module de formation classique avec :

- une séance introductive nécessaire pour présenter le dispositif, les attendus de la formation, les modalités de suivi sur la plateforme pédagogique et les modalités d'évaluation.
- trois ou quatre séances de synthèse pendant lesquelles l'enseignant fait émerger les difficultés rencontrées pour y répondre et apporter une vision structurante du cours. Ces séances commencent généralement par un « quiz » sur la partie de cours concernée en relation avec les ressources en ligne.

La deuxième forme s'apparente au TD (Travail Dirigé). Ces séances commencent systématiquement par une phase participative qui permet d'identifier et de lever quelques difficultés rencontrées en autonomie puis de faire émerger les connaissances essentielles du cours pour aborder des exercices. Les exercices proposés lors de ces séances sont simples mais sont tous construits à partir d'une mise en situation nécessitant une phase préliminaire de modélisation. Les élèves ingénieurs sont confrontés très tôt aux passages réel/modèle ainsi qu'à la résolution de problème. Dans la plupart des cas, les exercices sont traités par groupe, les étudiants étant répartis en îlots.

La troisième forme que l'on peut qualifier de Devoir Encadré (étude de cas – problème d'ingénierie) fait partie de l'évaluation des étudiants. Pendant ces séances, au nombre de trois réparties sur la durée du module (un semestre), les étudiants sont amenés à mobiliser leurs connaissances afin de résoudre un problème. L'énoncé est volontairement réduit au minimum et la séance dure entre 2h et 2h30. L'étudiant est ainsi placé très tôt dans son cursus dans un contexte de futur ingénieur. Bien sûr en première année, le problème technique est accessible et les connaissances à mobiliser sont facilement identifiables pour l'étudiant. Cette étude de cas s'effectue par groupe, une seule copie (qualifiée plutôt de rapport) est rendue par groupe. Pendant ces séances, les étudiants ont accès à toutes les ressources qu'ils souhaitent et peuvent poser toutes les questions utiles à l'enseignant qui joue le rôle d'expert-ressource (l'expert technique que l'ingénieur généraliste pourrait éventuellement solliciter pour des conseils).

Les périodes d'autoformation sont organisées via une plateforme numérique pédagogique. En complément des séances en présentiel, elles permettent de les préparer. Les étudiants ont à disposition les documents distribués en cours mais l'essentiel des ressources est spécifique : pour chaque chapitre, des vidéos, des autotests associés et des fiches de synthèse sont disponibles sur la plateforme.

Il est important de rappeler que les étudiants concernés sont en première année d'école d'ingénieur et sortent juste d'un enseignement secondaire souvent "standardisé". Ainsi, les ressources en ligne que l'on pourrait proposer en formation continue ou pour des formations bac+4 ou bac+5 sont rarement bien adaptées pour les jeunes étudiants.

Ainsi, les vidéos proposées sont courtes : de par leur conception, elles n'excèdent pas 5 minutes. Elles sont très ciblées sur une notion particulière du cours. Une vidéo peut concerner l'explication d'un principe (ex. : les équations vectorielles du principe fondamental de la dynamique). Elle peut présenter une démarche d'application (ex. : démarche d'application du principe fondamental de la dynamique qui est systématique). Elle peut concerner une technique de résolution (ex. : résolution d'un problème en utilisant la statique graphique). Elle peut être consacrée à des outils mathématiques à maîtriser (ex. : produit scalaire et produit vectoriel de base). Elle peut simuler une expérience et présenter ses conséquences (par exemple sur le frottement ou sur les phénomènes d'équilibrage). Elle peut introduire une nouvelle grandeur et son sens physique (ex. : moment d'inertie d'un solide par rapport à un axe). A chaque vidéo, est associé un autotest dédié qui doit permettre à l'étudiant de vérifier si les notions abordées dans la vidéo sont comprises.

Des autotests supplémentaires complètent les ensembles "vidéo+autotest". Ils sont organisés par niveaux. Pour les plus simples, les questions se limitent à des quiz ou à des choix multiples ne nécessitant aucun calcul. Pour les plus difficiles, un petit problème peut être posé avec un énoncé très court (la modélisation est donnée) qui nécessite un développement sur feuille. Les exercices proposés sont le plus souvent des exercices standards pour mettre en application les nouvelles connaissances (application d'une formule ou d'une démarche de détermination). Ces autotests pour être efficaces nécessitent un ou plusieurs feedbacks pour que l'étudiant ne soit pas découragé, qu'il comprenne pourquoi il n'a pas réussi et qu'il surmonte la difficulté.

D'autres ressources organisées dans une bibliothèque en ligne sont également proposées par l'enseignant, principalement des documents de synthèse permettant de se focaliser sur une démarche particulière ou un savoir spécifique (ex. : tableau de représentation normalisée des liaisons) souvent utiles pour répondre aux autotests. Enfin, à la demande d'un étudiant ou d'un ensemble d'étudiants, d'autres fiches peuvent également être mises à disposition. Elles concernent le plus souvent la correction d'un exercice type.

Dans cet ensemble de ressources en ligne, on intègre également un chapitre dédié uniquement aux prérequis. En 1<sup>ère</sup> année d'école d'ingénieur, cette partie constituée de vidéos, d'autotests et de fiches de synthèse concerne presque exclusivement des outils mathématiques. La maîtrise de ces outils, nécessaire pour aborder les sciences de l'ingénieur, pose souvent problème d'une part parce que le niveau des étudiants à l'entrée est très hétérogène, d'autre part parce que l'acquisition de ces outils est très chronophage en séance présentielle. Ces connaissances de type "automatismes" sont très bien adaptés à un apprentissage en ligne en autonomie.

La description de ce dispositif de formation montre que l'interaction est forte entre les périodes d'autoformation et les séances en face à face (figure1). Ces séances s'appuient en effet sur les ressources proposées en ligne avec un échange systématique organisé par l'enseignant. Par exemple, pour le quiz proposé aux étudiants en début de cours en amphi, une consigne claire sur les notions traitées est donnée sur la plateforme. Il en est de même pour les attendus des tests d'évaluation en début de séance de TD. Dans l'autre sens, les échanges en début de séances font souvent émerger des besoins complémentaires soit individuels soit pour l'ensemble de la classe que l'enseignant peut mettre à disposition.

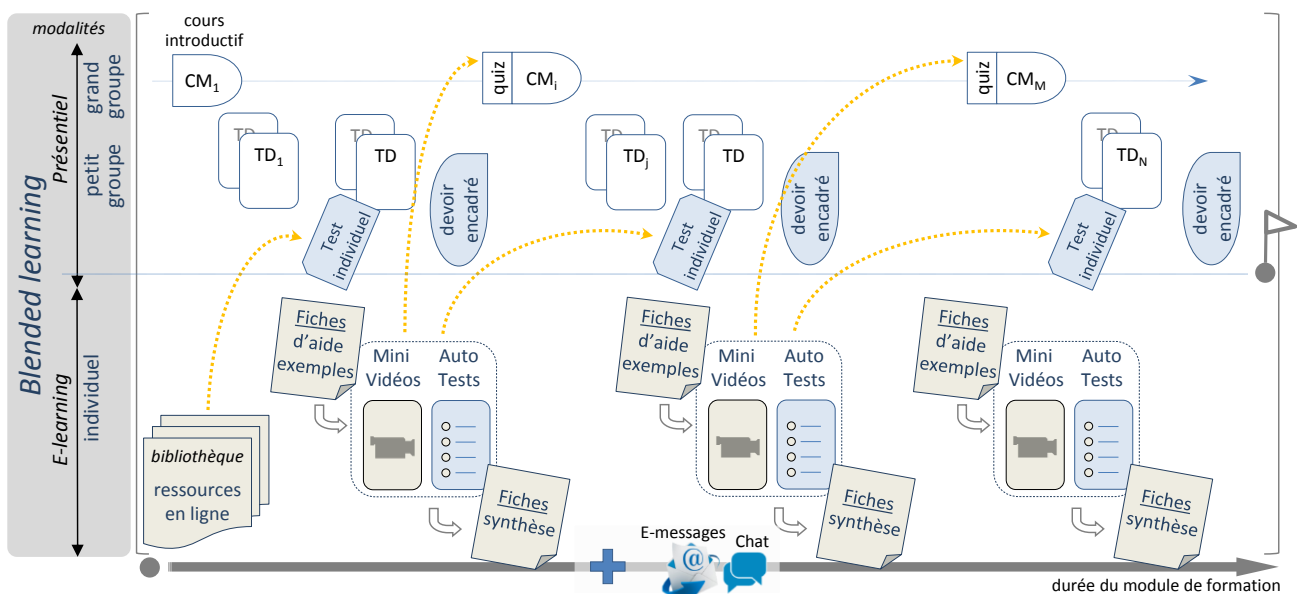


Figure 1 : Principe d'organisation - dispositif Blended Learning - mécanique du solide en 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> années à l'EPF

### 2.3 Modalités d'évaluation

En écoles d'ingénieur, les modalités d'évaluation ont peu changé. On retrouve dans la plupart des cas un partiel intermédiaire puis un examen final. Ces deux devoirs sur table, individuels, comportent le plus souvent un grand nombre de questions. La rapidité de l'étudiant et son aisance à manipuler les concepts mathématiques sont alors essentielles à sa réussite. Le principal avantage de ce type d'examen est la facilité d'évaluation (sa justesse restant à démontrer!). Pourtant, dans son format, ce type de travail (guidance très développée, pas ou peu de ressources, temps limité) correspond assez peu au travail demandé à l'ingénieur. En regard du dispositif pédagogique de blended learning, le nouveau mode d'évaluation proposé ici supprime le devoir individuel sur table en temps limité en fin de module. L'intérêt est de multiplier les modes d'évaluation comme le soulignent Musial et al. [7] :

- Une première évaluation via les autotests effectués par les étudiants. Ces autotests concernent comme nous l'avons vu des savoirs fondamentaux (définition, unités d'une grandeur, hypothèses d'une loi) ou des exercices d'application directe. Ils sont effectués individuellement et l'étudiant peut se faire aider. L'intérêt des autotests est de pouvoir évaluer non seulement un résultat mais également l'investissement de l'étudiant et sa progression au cours du module.
- La deuxième évaluation est organisée sous forme de tests individuels en début de séance de TD. Les attendus sont donnés en amont via la plateforme. Ces tests peuvent reprendre exactement certaines questions des autotests relatifs aux savoirs attendus ou concerner une notion fondamentale présentée dans une vidéo. Cette évaluation vient en complément de la précédente en permettant d'identifier les étudiants qui réalisent les autotests en copiant les réponses. Les documents ne sont pas autorisés car les notions concernées ou les exercices proposés font partie des connaissances minimales du futur ingénieur (ce que l'ingénieur doit savoir sans avoir recours à des ressources)

- La troisième évaluation s'appuie sur les devoirs encadrés évoqués précédemment. Ils sont construits comme des études de cas de l'ingénieur. Ils sont généralement au nombre de 3 par module.

### 3 RESULTATS ET ANALYSES

#### 3.1 Evolution du dispositif dans le temps

L'élaboration du dispositif pédagogique par blended learning proposé ici a fait l'objet de plusieurs retouches successives. Ces évolutions sont principalement liées au public concerné formé d'étudiants "entrants" (Bac+1) ayant pas ou peu l'habitude de travailler en autonomie via une plateforme pédagogique. Les vidéos initialement d'une durée de 8 à 10 minutes ont été encore synthétisées et ne dépassent plus 5 minutes. Parfois isolées, elles sont à présent systématiquement couplées avec un autotest. Concernant les autotests complémentaires, ils comportent systématiquement des feedbacks et sont conçus par niveaux ce qui donne aux étudiants en difficulté une plus grande confiance et leur offre une meilleure progressivité. Les autotests en ligne qui au départ étaient facultatifs sont devenus obligatoires avec nécessité d'obtenir un total au moins égal à 60% pour chaque autotest pour valider le module. Les étudiants peuvent recommencer ces autotests autant de fois que nécessaire.

#### 3.2 Résultats d'une enquête réalisée auprès des étudiants et analyse

L'étude s'est effectuée en deux étapes et a concerné 60 étudiants. Ces étudiants ont suivi l'enseignement de 1ère année et l'enseignement de 2ème année avec le même enseignant en cours, en travaux dirigés, en travail de groupe et en suivi personnalisé via la plate-forme pédagogique. Le premier sondage a été effectué à la fin du module de 1ère année en juin 2014. Le deuxième sondage a été effectué à la fin du module de 2ème année en décembre 2014. Une réunion bilan et des entretiens individuels avec des étudiants sont venus compléter les résultats des sondages.

Pour les étudiants interrogés, le dispositif pédagogique mis en place convient à la grande majorité (83%) même s'il reste des réticences (figure2). Les entretiens montrent clairement que pour les étudiants plutôt sérieux, ces réticences sont liées principalement à l'utilisation des outils informatiques pour travailler. Pour la grande majorité des étudiants, le dispositif aide à travailler plus régulièrement (73%). Si les étudiants sont 20% à penser que le dispositif ne favorise pas vraiment ou pas du tout l'autonomie en 1ère année, ce résultat tombe à 8% pour ces mêmes étudiants confrontés au même dispositif en 2ème année. Concernant la motivation, les résultats sont beaucoup plus partagés en 1ère année puisque près de 30% pensent que le dispositif pédagogique ne les motive pas davantage. En 2ème année ce résultat chute : seuls 15% des étudiants continuent à ne pas percevoir de gain sur leur motivation par rapport à un enseignement traditionnel.

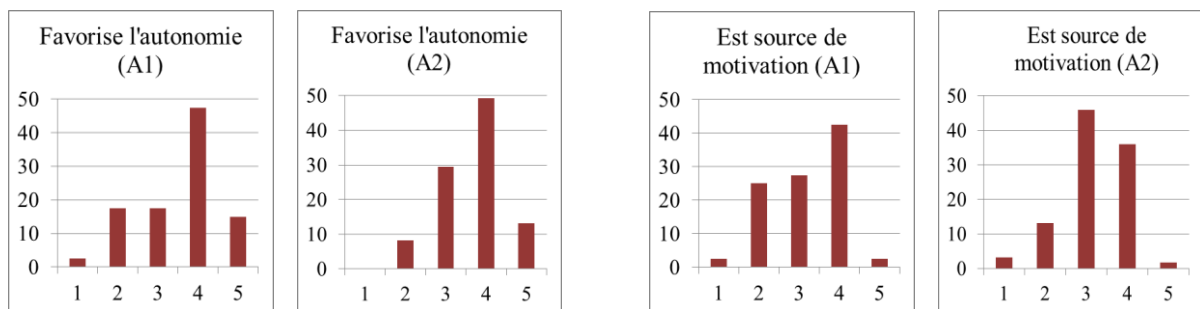


Figure 2 : Comparaison sur l'autonomie et la motivation en 1ère année (A1) et en 2ème année (A2)

En nous intéressant à des étudiants qui se considèrent plutôt comme travailleurs, près de 20% estiment que le dispositif pédagogique n'est pas vraiment plus intéressant qu'un dispositif classique. Pour des étudiants qui se considèrent comme peu ou pas travailleurs, le module est clairement plus intéressant voire même beaucoup plus intéressant qu'un dispositif classique (figure3).

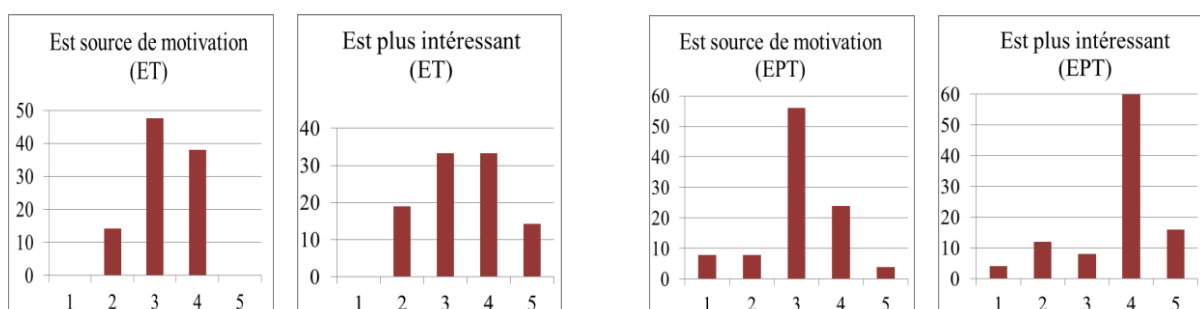


Figure 3 : Comparaison sur la motivation en 2ème année : étudiants travailleurs (ET) et peu travailleurs (EPT)

Même s'il est difficile de conclure étant donné le faible nombre d'étudiants concernés par l'enquête, les résultats montrent une évolution de la perception de l'étudiant entre la 1<sup>ère</sup> année et la 2<sup>ème</sup> année. En 1<sup>ère</sup> année, les étudiants qui arrivent tous de formation pré-bac ont davantage de difficulté notamment pour organiser leur temps de travail. Le mode d'apprentissage proposé en blended learning semble plus « perturbant » notamment pour les élèves moins travailleurs. Les élèves plutôt sérieux sont partagés entre ceux qui voient dans le dispositif l'opportunité de compléter le panel d'outils pour travailler et ceux qui ont l'habitude de travailler sur des documents de cours et qui éprouvent des difficultés à utiliser d'autres outils. Pour les étudiants moins travailleurs, ce qui ressort de l'étude est l'intérêt du dispositif. D'une part parce qu'ils y voient une alternative au cours en amphithéâtre, très transmissif et qui ne leur convient pas (pour la plupart d'entre eux, ils n'y viennent pas), d'autre part parce que les activités imposées via la plate-forme les obligent à un travail plus régulier mais également plus progressif et moins exigeant.

#### 4 CONCLUSIONS, IMPACTS ET PERSPECTIVES ATTENDUS

L'expérience de "blended learning" en mécanique du solide, menée sur les deux premières années à l'école d'ingénieurs EPF de Montpellier a montré l'intérêt mais aussi la difficulté de mise en œuvre d'un tel dispositif. La limitation des cours en amphithéâtre au profit de périodes d'autoformation accompagnées d'un suivi personnalisé semble plus efficace et plus intéressant en particulier pour des étudiants peu motivés ou plutôt faibles. Cependant, cet intérêt est fortement lié aux ressources mises en ligne et aux suivis personnalisés des enseignants notamment pour de jeunes étudiants en début de cursus de formation (1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs). Peu habitués à travailler en autonomie, en ayant à disposition un certain nombre de ressources, les étudiants ont besoin d'être guidés sur ces nouvelles modalités d'apprentissages. Le lien doit donc être fort entre les ressources en ligne et les activités en présentiel. Par ailleurs, il apparaît clairement une évolution au cours du temps de la perception de l'étudiant sur le dispositif de blended learning entre la première année d'école et la deuxième année. L'étude montre également l'intérêt d'une mise en place assez tôt dans le cursus de formation pour permettre une appropriation plus progressive du mode d'apprentissage.

Mais l'intérêt du blended learning en école d'ingénieurs va bien au-delà des apprentissages "disciplinaires". Il conduit l'étudiant à apprendre à planifier son temps de travail avec le sentiment d'une meilleure maîtrise ou d'un meilleur contrôle, avec des opportunités de collaborations et de réflexions accrues. Il développe une forme d'autonomie et prépare le futur ingénieur à travailler dans un environnement numérique où la connaissance sera en grande partie accessible, et où il devra constamment se l'approprier et la mobiliser collectivement. L'expérience menée est prometteuse et sera développée progressivement à d'autres champs disciplinaires.

#### 5 REFERENCES / BIBLIOGRAPHIE

- [1] GRAHAM, C. R. (2006). Blended learning systems: Definitions, current trends and future directions. In C. J. Bonk, & C. R. Graham (Eds.), *The Handbook of blended learning: Global perspectives, local designs* (pp. 3-21). San Francisco: Pfeiffer.
- [2] GUZER, B., CANER, H. (2014). The past, present and future of blended learning: an in depth analysis of literature. 5<sup>th</sup> World Conference on Educational Sciences - WCES 2013. *Procedia – Social and Behavioral sciences* 116 4596-4603.
- [3] DELIAGAOGLU, Ö., YILDIRIM, Z. (2008). Design and development of a technology enhanced hybrid instruction based on MOLTA model: Its effectiveness in comparison to traditional instruction. *Computers & Education*, 51(1), 474-483.
- [4] EL-DEGHAILY, H., NOUBY, A. (2008). Effectiveness of a blended e-learning cooperative approach in an Egyptian teacher education programme. *Computers & Education*, 51(3), 988-1006.
- [5] HUGHES, G. (2007). Using blended learning to increase learner support and improve retention. *Teaching in Higher Education*, 12(3), 349-363.
- [6] MELTON, B., GRAF, J., CHOPAK-FOSS, J. (2009). Achievement and satisfaction in blended learning versus traditional general health course designs. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 3(1).
- [7] MUSIAL, M., PRADERE, F., TRICOT, A. (2012). Comment concevoir un enseignement ? Guides pratiques "former et se former". Editeur De boeck.