



HAL
open science

Efficacité de la formation par Apprentissages par Problèmes (APP) pour l'acquisition des compétences scientifiques et techniques en Coursus Master Ingénierie

Philippe Padula, Michel Larini, Perrine Martin

► To cite this version:

Philippe Padula, Michel Larini, Perrine Martin. Efficacité de la formation par Apprentissages par Problèmes (APP) pour l'acquisition des compétences scientifiques et techniques en Coursus Master Ingénierie. Colloque international : Apprendre, Transmettre, Innover à et par l'Université, Groupe de recherche interdisciplinaire IDEFI-UM3D, Jun 2015, Montpellier, France. 10.21409/HAL-01278223 . hal-01278223

HAL Id: hal-01278223

<https://hal.science/hal-01278223>

Submitted on 23 Feb 2016

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Efficacité de la formation par Apprentissages par Problèmes (APP) pour l'acquisition des compétences scientifiques et techniques en Coursus Master Ingénierie

Philippe Padula

ESPE Aix Marseille

philippe.padula@univ-amu.fr

Michel Larini

ESPE Aix Marseille

michel.larini@univ-amu.fr

Perrine Martin

ESPE Aix Marseille

perrine.martin@univ-amu.fr

Résumé

Cet article a pour objet l'apprentissage par problèmes (APP) qui est une des solutions possible, à partir du constat de non satisfaction de l'enseignement traditionnel (explicite) vis à vis des compétences disciplinaires attendues d'un ingénieur. L'expérimentation est menée en licence sciences pour l'ingénieur dans un Coursus Master Ingénierie (CMI) sur l'UE étude des systèmes mécaniques. La méthode retenue pour évaluer l'efficacité du dispositif en APP est fondée sur divers critères de l'efficacité (exemples : gain d'apprentissage, transfert des connaissances,...). Les résultats partiels obtenus montrent que le dispositif en APP est efficace sur l'acquisition des compétences disciplinaires.

Mots clés : Apprentissage Par Problème (APP), efficacité, ingénieurs, études statistiques.

Summary

The aim of this paper is to introduce problem based learning (PBL) as one of the solutions to the lack of satisfaction as regards the traditional teaching (explicit teaching) of disciplinary skills expected from an engineer. The experiment is led in a bachelor's degree in Sciences for the Engineer, within a Master's degree Engineering Program (CMI) on the course entitled

Study of mechanical systems. The method held to estimate the efficiency of PBL is based on diverse criteria of efficiency such as learning gain, transfer of knowledge. The partial results obtained show that PBL is effective on the acquisition of disciplinary skills.

Keywords: Problem Based Learning (PBL), efficiency, engineer, statistical studies.

Introduction

À l'université d'Aix Marseille, depuis 2013, des formations par APP (apprentissage par projet) ont été mises en place, en Mécanique et Construction Mécanique, en deuxième et troisième années de licence Science pour l'Ingénieur et en première année de Master. Aujourd'hui, il est indispensable de se poser la question de l'efficacité de ces formations. Nombreuses sont les recherches qui se sont intéressées à l'efficacité des APP. Beaucoup concernent les études médicales.

Le travail présenté vise à vérifier l'efficacité, uniquement du point de vue des apprentissages disciplinaires (acquisition des savoirs et leurs mises en œuvre dans des situations complexes), d'un dispositif en APP. Pour cela on compare un groupe expérimental travaillant par APP à un groupe suivant la même formation mais selon un dispositif traditionnel (cours + TD). La formation concerne un cours de Génie Mécanique en deuxième année de licence d'un « Cursus Master Ingénierie » (CMI) dans le cadre du réseau FIGuRe.

Le projet FIGuRe a été retenu par le jury international « Initiative d'excellence en formation innovante » (IDEFI).

Vingt et une universités françaises partenaires (dont Aix Marseille Université) adhèrent au réseau FIGuRe, et proposent des formations au métier de l'ingénieur (CMI) basées sur le modèle international du « master of engineering ». C'est un cursus sur cinq ans intégré à la formation universitaire licence-master. Le cahier des charges du CMI impose 25% d'activités de mise en situation (AMS), dont les APP font partie.

Dans ce travail, nous présentons successivement les enjeux actuels de la formation universitaire au métier de l'ingénieur et nous évoquons la place des APP dans ce cadre. Après avoir défini des indicateurs qui permettent d'évaluer l'efficacité des formations, nous présentons le dispositif expérimental que nous avons mis en place pour apprécier l'efficacité des APP pour l'acquisition et l'utilisation des compétences disciplinaires. Des résultats basés sur des indicateurs quantitatifs sont présentés et une approche par questionnaires tente de les expliquer.

1. Les enjeux de formation universitaire au métier de l'ingénieur

1.1. Compétences plutôt que connaissances

Dans une étude de l'Agence d'Evaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur (AERES, 2010), il est dit que la formation d'un ingénieur ne se résume pas à une simple transmission de connaissances, mais se doit de développer les compétences pour assurer le métier d'ingénieur.

Ces compétences nécessaires au métier relèvent de deux axes de formations :

- les connaissances : la spécialité, les autres sciences de l'ingénieur, les sciences de base et les disciplines d'ouverture vers les réalités économiques et sociales ;
- les aptitudes : celles permettant à l'ingénieur d'exercer pleinement son métier dès son entrée dans la profession, et tout au long de sa carrière (autonomie, capacité d'intégration, adaptabilité, capacité à apprendre tout au long de la vie).

Plusieurs définitions de la compétence tendent à s'harmoniser (Roegiers, 2014) s'appuyant sur les travaux de Beckers(2011), De Ketele (1996), Develay (1994), Perrenoud (2000), Rey(2012). Roegiers(2000 et 2010) en donne une définition :« mobilisation intériorisée et réfléchie d'un ensemble de ressources pour faire face à des situations complexes ».

Les ressources concernent les procédures (savoirs et application des savoirs) et les aptitudes. Beaucoup de ces travaux concernent les compétences en milieu scolaire. Cette définition nous semble adaptée au milieu universitaire de la formation des ingénieurs.

1.2. Lutte contre l'échec à l'université : besoin de changer de pédagogie.

L'enseignement traditionnel, dit aussi explicite (cours et travaux dirigés dispensés par un professeur), qui peut encore convenir à certains étudiants ne semble plus adapté pour beaucoup d'entre eux.

Quelques constats :

- paroles d'enseignants sur nos étudiants :

« Nos étudiants ne sont pas motivés, pas autonomes. Ils viennent en TD sans avoir lu leur cours. Ils sont dissipés, peu assidus, pas intéressés. Ils ne savent pas présenter leur travail à l'oral. Les notes sont en baisse, beaucoup abandonnent, ... ».

- lassitude des enseignants

Une solution est proposée pour rendre plus attractive les formations : impliquer les étudiants dans leur propre apprentissage, notamment en leur proposant des formations actives en APP.

Ce travail est un début de réponse, qui vise à confirmer (ou infirmer) que l'APP peut aider à relever les enjeux de la formation des ingénieurs à l'université. Il a aussi la vocation de mettre en évidence que cette expérimentation peut être étendue à d'autres formations.

2. Les Apprentissages Par Problème (APP)

2.1. Description de l'APP.

L'APP est une pédagogie centrée sur l'étudiant. Ils apprennent en petits groupes à partir d'une situation problème. Au lieu de suivre un cours dispensé par un professeur, on soumet un problème inédit¹ à un groupe d'étudiants. À charge du groupe de rassembler et/ou d'acquérir les connaissances permettant la résolution du problème. Le groupe est autonome et encadré par un tuteur qui doit être considéré comme « facilitateur », mais non dispensateur de connaissances.

2.2. Les étapes de l'APP.

Le dispositif de formation classique en APP tel que le mentionnent Raucent et Milgrom, (2011) se déroule en trois étapes (voir figure 1). Les différences de travail attendues lors de chaque étape permettent un va-et-vient entre contextualisation et décontextualisation.

¹ Problème inconnu par l'étudiant dont la réponse ne peut être donnée sans apprentissage.

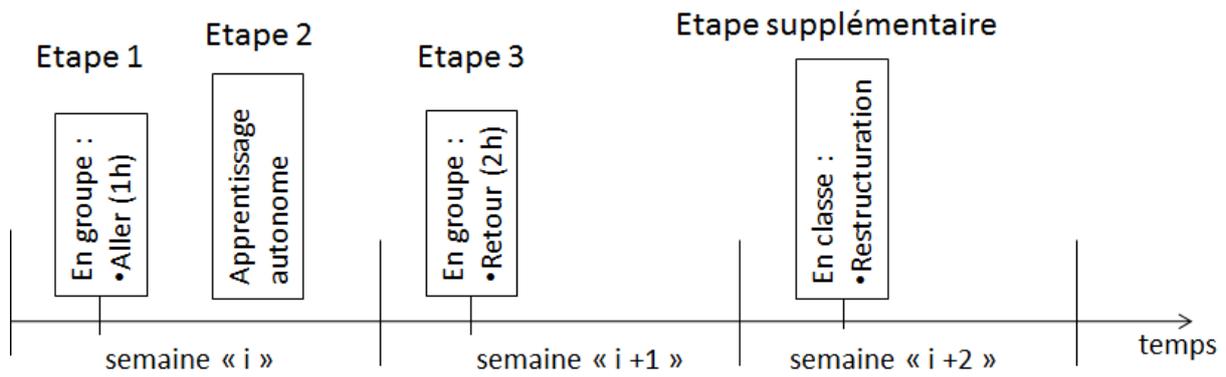


Figure 1 - Chronologie des étapes de l'APP.

Étape 1 : séance ALLER d'une durée de 1h. Le groupe met en place la stratégie qui permettra de répondre à la situation problème. Pour ceci, il doit reformuler le problème, faire le bilan des prérequis nécessaires et des connaissances à acquérir.

Étape 2 : d'une durée de 3 à 5h ; individuellement et de façon autonome, chaque membre du groupe applique la stratégie définie dans l'étape 1. Pour ceci, l'étudiant doit s'approprier les connaissances nouvelles, et les mettre en œuvre au service de la résolution de la situation problème. L'autonomie de recherche d'information est ici privilégiée.

Étape 3 : séance RETOUR d'une durée de 2h, divisée en trois temps (3.1, 3.2 et 3.3).

3.1 - Les membres du groupe mettent en commun les réponses à la situation problème basées sur les apprentissages. Le tuteur s'assure que les réponses proposées s'appuient bien sur les apprentissages (la réponse à la situation problème pourrait être due à un « coup de chance »). Il est capital que les bases soient solides et maîtrisées pour que l'ingénieur puisse les mobiliser dans des situations nouvelles.

3.2 - Le groupe fait une rétroaction sur son fonctionnement afin d'améliorer son efficacité.

3.3 - Une autoévaluation individuelle permet en fin de formation (à la fin de l'APP) à chaque étudiant de mesurer son degré d'apprentissage et de lacune.

De plus, dans le cas de la classe expérimentée, l'enseignant a décidé d'ajouter une étape supplémentaire: la séance de restructuration. Elle a pour but de « lever » les doutes que pourraient avoir les étudiants. Il s'agit ici de répondre aux interrogations qui subsistent chez les étudiants. Cette étape n'a de raison d'être que si les étudiants en formulent le besoin.

2.3. Les apports attendus de l'APP.

Les activités mises en place ont du sens, sont contextualisées, et sont proches de situations pouvant être rencontrées dans la vie professionnelle ou quotidienne. Les étudiants traitent moins de « cas d'école », mais ils doivent acquérir et mobiliser les bonnes ressources (procédures, aptitudes) pour résoudre un problème inédit.

Aussi on peut s'attendre à ce que la formation favorise plus particulièrement les aptitudes, les gestes professionnels etc.

2.4. Les risques dus à l'autonomie en APP.

Les APP font travailler des aptitudes (travail en équipe, présentation...) et en particulier l'autonomie d'apprentissage (autonomie du groupe dans les séances « Aller » et « Retour » ainsi que de l'apprenant lors de l'apprentissage en autonomie). Un des risques est que cela se fasse au détriment des savoirs. N'y a-t-il pas un risque d'apprentissage superficiel des connaissances disciplinaires fondamentales ?

Pour répondre à cette question nous avons mis en place une série d'expérimentations sous forme de tests « écrits » et pour nous aider à les interpréter, nous avons réalisé des questionnaires (déclaratifs) à destination des étudiants.

3. Expérimentation

3.1. Les critères d'efficacité

Les critères d'efficacité d'une formation que nous avons retenus prennent appui, entre autres, sur les travaux de (Gérard, 2003). Ils sont au nombre de quatre.

- 1- Acquisition des procédures (maîtrise des savoirs et applications des savoirs) : les connaissances et concepts doivent être bien maîtrisés avant de résoudre un problème complexe. Nous l'avons évoqué précédemment, à l'issue des formations en APP, les étudiants ont une « bibliothèque de cas d'étude » moins fournie que dans une formation traditionnelle qui laisse du temps à la résolution de nombreux exercices lors des travaux dirigés.

- 2- Mise en œuvre (dans la résolution d'un problème complexe). Pouvoir utiliser ses connaissances dans la résolution d'un problème nouveau et complexe est bien la compétence attendue à l'issue de la formation d'un ingénieur.
- 3- Viabilité des apprentissages. Que reste-t-il des apprentissages à long terme ? On n'apprend pas simplement pour « réussir » un examen, mais on doit à long terme être capable de remobiliser ses connaissances.
- 4- Couverture. À qui profite la formation ? Il s'agit de mettre en évidence le profil des étudiants qui tirent un bénéfice de la formation par APP.

3.2. Le dispositif expérimental

3.2.1. Mise en situation

Nous souhaitons répondre à la question de recherche : « la formation par APP est elle plus (ou moins) efficace que la formation classique cours + TD ? ».

L'expérimentation a eu lieu en 2014 et 2015 en deuxième année de Licence Sciences pour l'Ingénieur en Ingénierie Mécanique sur l'Unité d'Enseignement « Etude des systèmes », elle va se poursuivre en 2016. Trois contenus disciplinaires sont supports de l'expérimentation (cotation fonctionnelle, liaisons pivot par contact radial et liaisons pivot par contact oblique).

La formation est dédoublée sur deux sites de formation distincts (Aix et Marseille). Cela a permis de comparer l'efficacité de la formation sur deux groupes, le groupe expérimental qui a suivi la formation en APP, et le groupe témoin qui a suivi la formation traditionnelle (Cours-TD). La première partie de l'UE s'est déroulée en formation traditionnelle pour les deux groupes. La différenciation pédagogique s'opère à partir de la seconde partie de l'UE. L'expérimentation se termine à la rentrée en troisième année de Licence SPI Ingénierie Mécanique (voir figure 2).

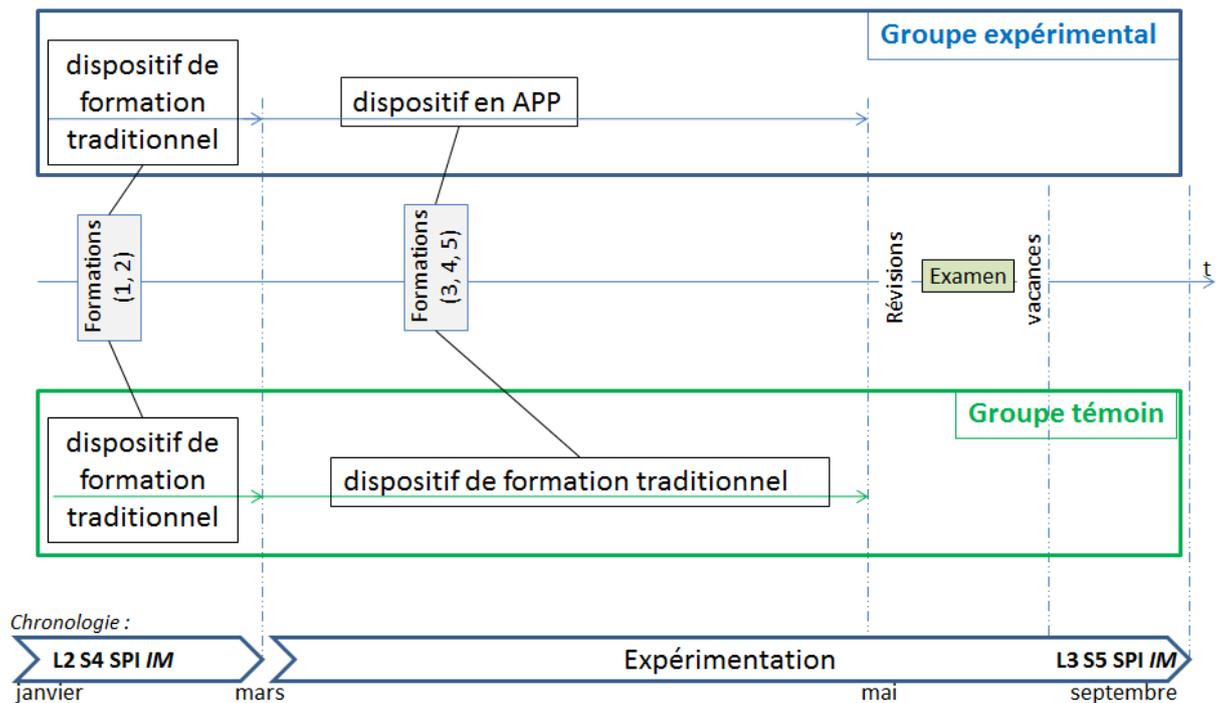


Figure 2 - Chronologie de l'expérimentation.

3.2.2. Terrain d'expérimentation

	Groupe expérimental Formation en APP	Groupe témoin Formation en Cours-TD
2014	17 étudiants	8 étudiants
2015	18 étudiants	16 étudiants
2016		
remarque	Aucune habitude de l'APP	

Tableau 1 - Taille des échantillons testés.

4. Les données

4.1. Données quantitatives

L'expérimentation consiste dans un premier temps à évaluer les étudiants sur les critères précédemment définis, à l'aide d'indicateurs quantitatifs de mesure prenant appui sur des tests écrits.

4.1.1. Les différents tests

- Les pré-tests et post-tests donnent une image des connaissances et applications des connaissances respectivement avant et à l'issue de la formation. Chacun des trois

contenus de formation est encadré par un pré-test et un post-test (1, 2, 3). Pour que la mesure du gain soit représentative, dans un contenu de formation, pré-test et post-test sont identiques.

Ce sont des tests écrits quiconcernent les procédures, c'est-à-dire :

- ✓ la maîtrise des savoirs et applications directes (règles, définitions, exercices d'applications des règles) ;
 - ✓ la résolution d'un problème modélisé avec découpage des tâches données.
- Le test intégrateur permet d'évaluer la compétence. Il consiste, face à un problème inédit et complexe et portant sur les trois contenus de formation définis précédemment, à résoudre un problème non modélisé sans découpage des tâches donné. L'étudiant est face à « une feuille blanche » et a pour consigne de répondre à un cahier des charges, mais aussi de justifier ses choix en prenant appui sur les apprentissages.
 - Le test rémanent a lieu en début de troisième année de licence. Quatre mois se sont écoulés depuis la formation. Il a les mêmes caractéristiques que le test intégrateur, et appartient à la même famille de situations.

L'organisation des tests tout au long de l'expérimentation est représentée sur la figure 3.

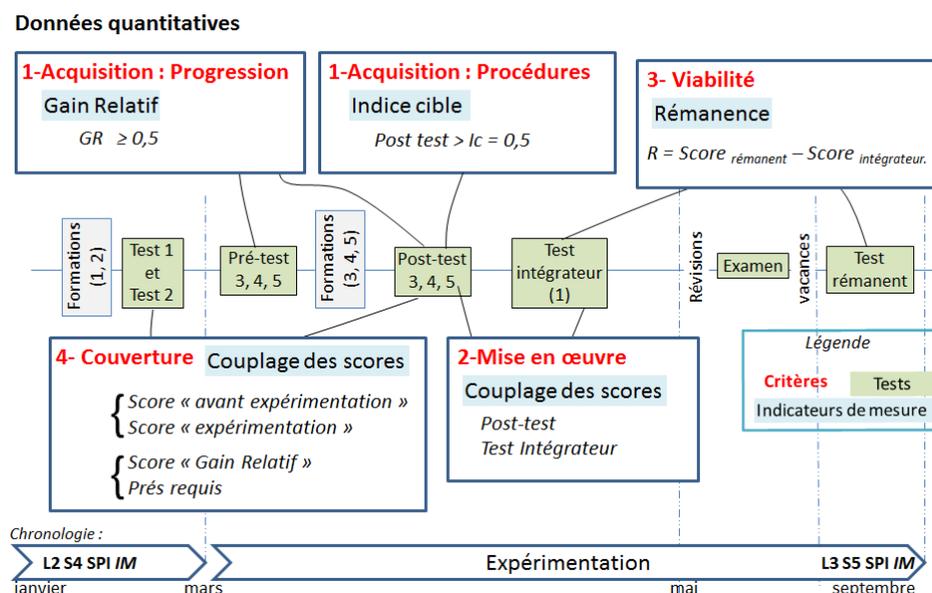


Figure 3 - Critères, indicateurs et tests correspondants : données quantitatives.

4.1.2. Les indicateurs

Les scores des indicateurs sont exprimés entre 0 et 1. (1 étant la valeur maximale).

- Indice cible : score minimal permettant la réussite aux post-tests ($I_c = 0,5$ sur 1).
- Gain relatif :
$$GR = (\text{score Post-test} - \text{score Pré-test}) / (\text{Score maxi possible} - \text{score Pré-test}).$$

Il permet de mesurer la progression réelle par rapport à la progression maximale possible. Dans le cas d'une formation technique, il est préconisé qu'une formation est efficace si $GR \geq 0,5 / 1$.

- Rémanence : $R = (\text{score Test rémanent} - \text{score Test intégrateur})$. Normalement, R doit être négatif. Mais certains facteurs (temps de maturation, révision avant examen) peuvent perturber cet équilibre.

4.2. Données déclaratives

Pour compléter et permettre d'expliquer les données quantitatives, nous avons procédé à un recueil de données déclaratives (auprès du groupe expérimental uniquement) sous forme de questionnaires afin de pouvoir caractériser chaque étudiant. (Voir figure 4).

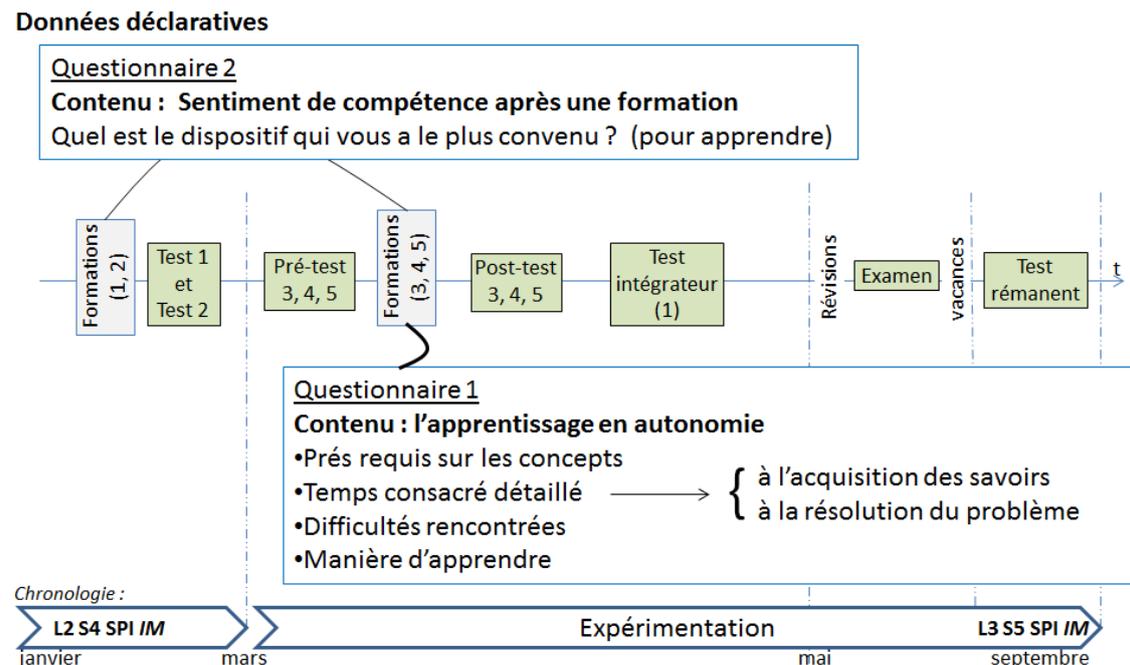


Figure 4 - Questionnaires déclaratifs.

5. Les résultats

Nous présentons dans un premier temps globalement les résultats quantitatifs sur deux années. Ceci nous permet d'avoir une image de l'efficacité de la formation d'un point de vue des résultats aux tests.

Dans un deuxième temps, et uniquement pour l'année 2015, nous y associons certains résultats déclaratifs.

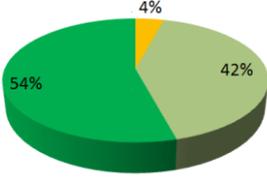
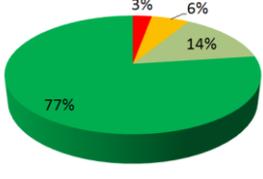
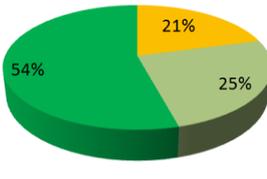
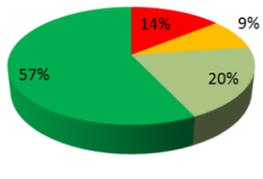
Expression des résultats :

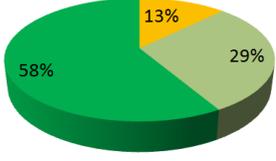
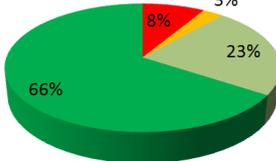
- le recueil des données quantitatives présentées est exprimé entre 0 et 1 (1 étant le score maximal) ;
- il en est de même pour le recueil des données déclaratives. Exemple : le temps consacré à l'apprentissage évolue entre 0 et 1 ; 1 correspondant à une valeur > 1h30.

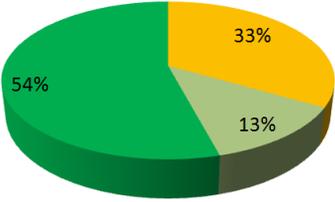
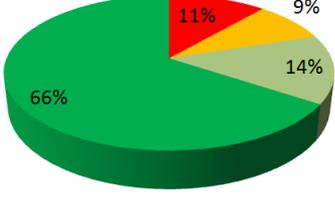
5.1. Exploitation des données quantitatives

Premier critère : Acquisition des procédures

Résultats

Analyse mono variée : Résultats aux Post-tests		
	Groupe témoin	Groupe expérimental
1-Savoirs	 <p>Moyenne : 0,65</p>	 <p>Moyenne : 0,73</p>
2-Application des savoirs	 <p>Moyenne : 0,67</p>	 <p>Moyenne : 0,67</p>

Post-test Moyenne Savoirs et Application des savoirs =	 <p>Moyenne : 0,66</p>	 <p>Moyenne : 0,7</p>
Légende : score / 1		

Analyse mono variée : Progression : Gain Relatif	
<p>Groupe témoin</p>  <p>Moyenne : 0,61</p>	<p>Groupe expérimental</p>  <p>Moyenne : 0,68</p>
Légende : score /1 	

Interprétation

Concernant les résultats aux post-tests, dans les deux groupes, le taux de réussite est de 87% pour le groupe témoin, et 89% pour le groupe expérimental. On ne remarque pas de différence significative entre les deux.

Le groupe expérimental obtient des scores plus hétérogènes que le groupe témoin, plus dans le niveau supérieur (score $\geq 0,65$) et plus dans le niveau inférieur (score $< 0,35$).

Cinq étudiants du groupe expérimental sont en grande difficulté. Si nous introduisons une variable « assiduité », leurs résultats sont cohérents.

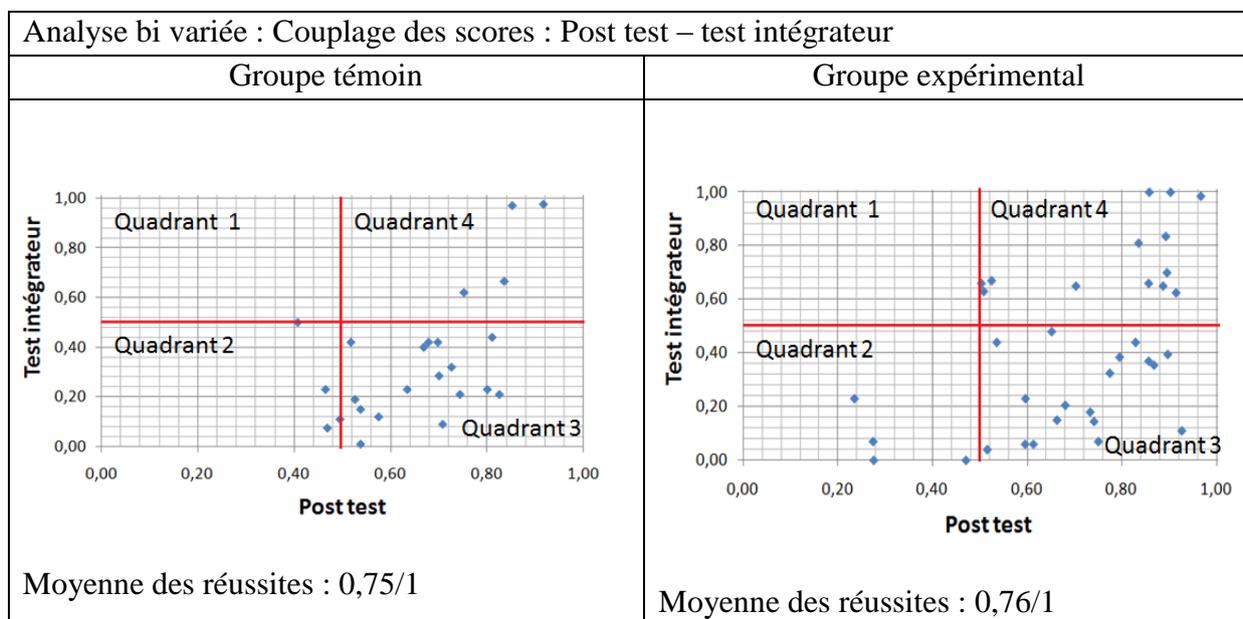
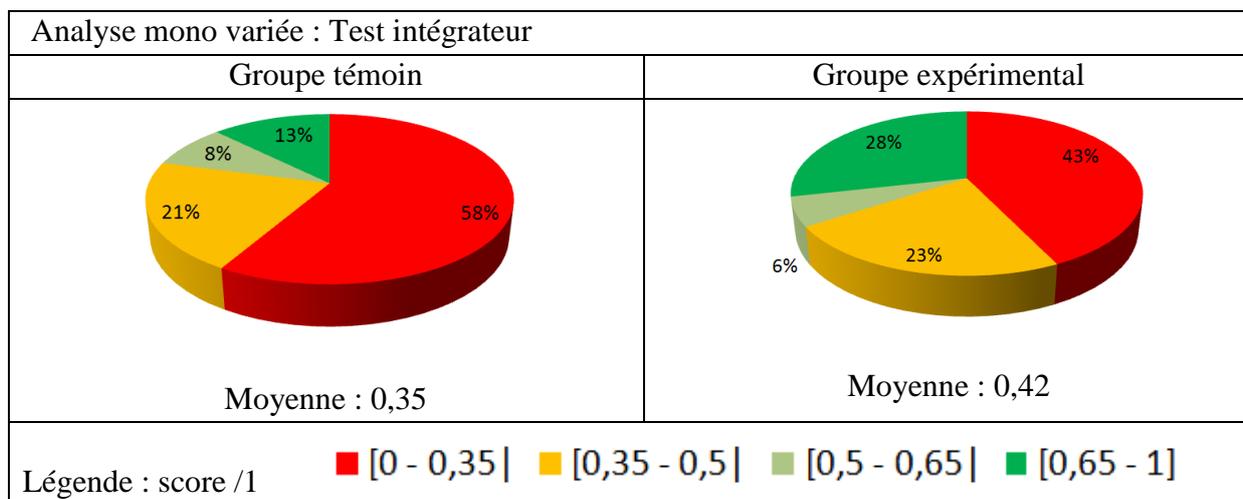
Concernant la progression, elle est plus importante pour le groupe expérimental (80% des étudiants ont un Gain Relatif $\geq 0,5$ contre 67% pour le groupe témoin). Ici aussi, les progressions sont hétérogènes, avec quatre étudiants du groupe expérimental qui ont une progression $< 0,35$.

En conclusion, le dispositif en APP a été plutôt plus profitable que le dispositif traditionnel, pour les étudiants assidus. L'autonomie ne s'est pas faite au détriment de l'acquisition des connaissances.

Par contre, il semblerait que pour certains étudiants, le dispositif en APP n'ait pas réussi à les engager. Une question future serait de savoir pourquoi ils n'ont pas adhéré à la méthode.

Deuxième critère : Mise en œuvre (dans la résolution d'un problème complexe).

Résultats



Interprétation : Pour le groupe expérimental, 89% des étudiants maîtrisent les procédures (savoirs et application des savoirs). Sur ces 89%, seuls 42% sont capables de mettre en œuvre les procédures dans la résolution d'un problème complexe.

Pour le groupe témoin, les résultats sont à peu près identiques pour la maîtrise de procédures (87%), par contre seulement 20% d'entre eux peuvent mettre en œuvre ces procédures.

Remarque : ces résultats concernent la première résolution d'un test intégrateur. Comme le précise Jonnaert (2014), « une compétence se construit en situation et s'inscrit dans la durée, celle du temps long d'un processus d'apprentissage ». Il semble normal que 58% du groupe expérimental et 80% du groupe témoin ne soient pas encore « compétent » à ce moment de la formation.

Conclusion : le dispositif en APP a été plutôt plus profitable que le dispositif traditionnel.

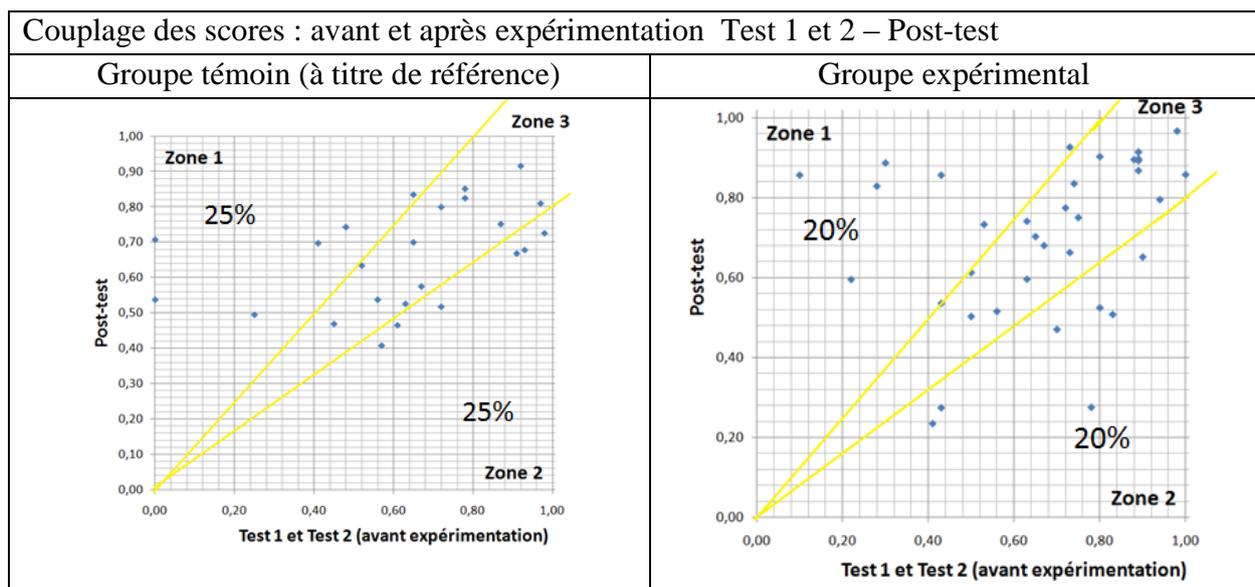
Troisième critère : Viabilité

Non traité actuellement en raison de la faiblesse des échantillons du groupe témoin ayant rejoint la troisième année de Licence en 2014 (2 étudiants sur 8). La comparaison n'a pas pu se faire en 2014. Elle sera réalisée à partir de septembre 2015 et septembre 2016.

Quatrième critère : Couverture

Question 1 : l'APP a-t-il modifié les résultats que les étudiants avaient avant l'expérimentation ?

Résultats



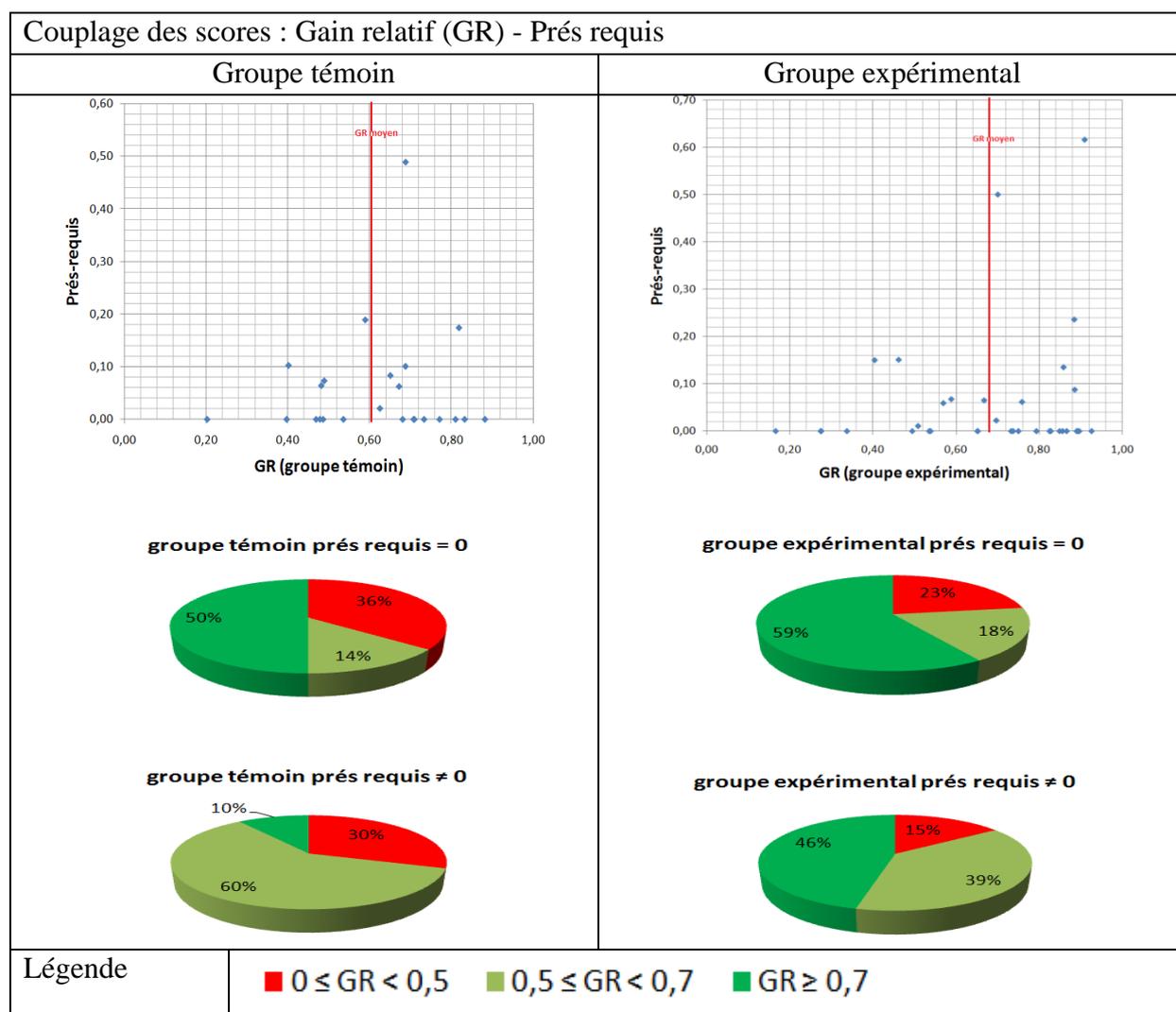
Interprétation : pour 20% des étudiants, l'expérimentation (APP) a amélioré leurs résultats. Pour 20% des étudiants, l'expérimentation (APP) a fait régresser leurs résultats. À titre de comparaison, les résultats sont quasi identiques pour le groupe qui n'a pas fait d'APP. Par contre, on constate une dispersion plus importante pour le groupe expérimental.

Conclusion : en moyenne, le dispositif en APP n'a pas changé l'ordre établi avant l'expérimentation.

Question 2 : la formation a-t-elle été profitable (au niveau de la progression) pour les étudiants qui avaient des prés requis ? Idem pour ceux qui n'en avaient pas ?

Remarque : nous entendons par prérequis, l'origine technologique ou non du bac, mais aussi le niveau des pré-tests.

Résultats



Pour les étudiants qui n'avaient aucun prérequis, nous notons un net avantage pour ceux du groupe expérimental, autant sur le pourcentage de progression (77% ont un $GR \geq 0,5$ alors que pour le groupe témoin 64% ont un $GR \geq 0,5$) que sur le niveau de progression atteint.

Cette tendance se confirme pour les étudiants qui avaient des prés requis avant la formation. (85% ont un $GR \geq 0,5$ alors que pour le groupe témoin 70% ont un $GR \geq 0,5$). De plus 50 % du groupe expérimental obtient un score $\geq 0,7$ contre 10% pour le groupe témoin.

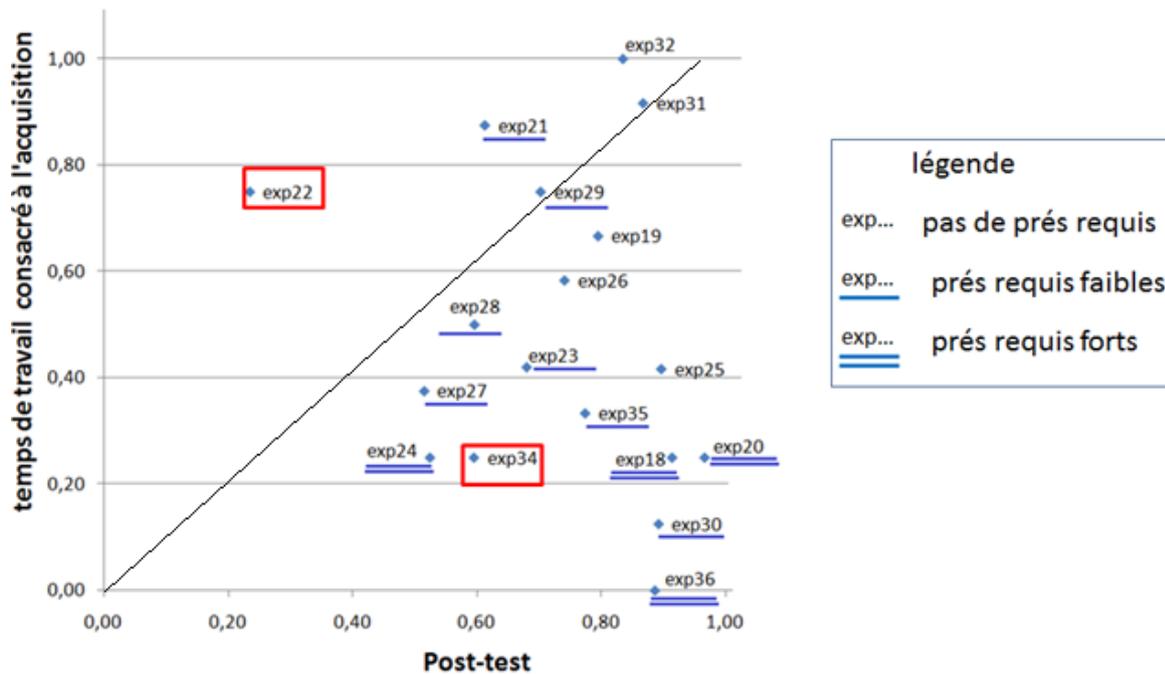
Conclusion : Les étudiants du groupe expérimental qui avaient des connaissances préalables ont aussi bien profité de la formation en APP que ceux qui n'en avaient pas. Les étudiants qui avaient des prérequis ont profité de la formation en APP pour dépasser les attentes moyennes. La souplesse d'apprentissage en APP due à l'autonomie y est-elle pour quelque chose ? En APP, l'hétérogénéité du groupe ne semble pas être une contrainte. Chaque étudiant trouve sa place.

5.2. Exploitation des données déclaratives

Résultats aux tests en fonction du temps de travail autonome : on peut s'attendre à une proportionnalité entre ces deux variables (plus les étudiants ont travaillé, plus leurs résultats sont bons). Mais il nous faut tenir compte d'une troisième variable « les prés requis ». Effectivement, des étudiants ayant des prés requis peuvent réussir avec peu de travail.

Sous analyse 1 -Premier critère : acquisition des procédures. Temps consacré à l'acquisition des procédures (savoirs et applications) en fonction des résultats aux post tests. Ajout de la variable prés requis.

Résultats

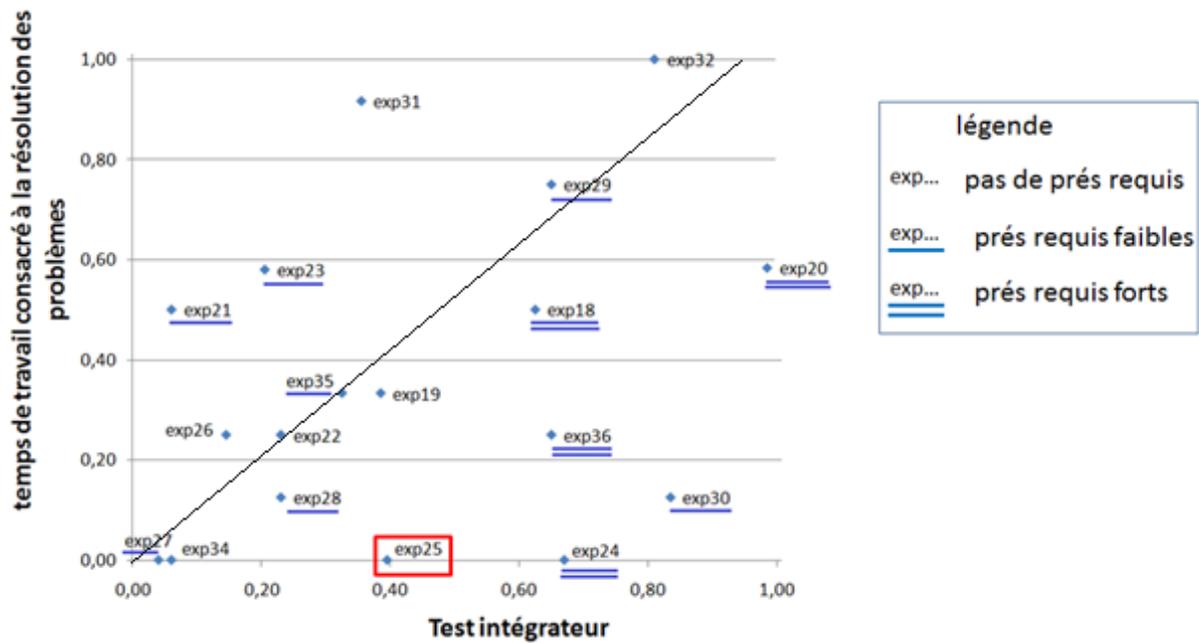


Interprétation : Pour respecter la proportionnalité entre temps de travail et résultats, les étudiants devraient se situer autour de la diagonale. C'est le cas pour bon nombre d'entre eux. Nous voyons ici qu'en moyenne les étudiants qui obtiennent de bons résultats avec peu de travail ont des prérequis. Pour tous ces étudiants, on peut dire qu'il y a cohérence entre les trois variables (temps de travail – prérequis-résultats).

Pour deux étudiants, on ne retrouve pas cette cohérence. L'étudiant « exp22 » malgré un temps d'apprentissage important échoue aux post tests. Pour l'étudiant « exp 34 » n'ayant pas de prérequis, son score aux post tests est correct pour un investissement faible. Nous entrevoyons ici la nécessité d'introduire d'autres variables pour expliquer plus finement les résultats de ces étudiants.

Sous analyse 2 -Deuxième critère : mise en œuvre. Temps consacré à la résolution des situations problème en fonction des résultats au test intégrateur. Ajout de la variable prérequis.

Résultats



Interprétation : dans l'ensemble, nous ne remarquons pas d'incohérence. Les étudiants ont réussi en combinant temps consacré à la recherche de solution et prérequis. L'étudiant exp25 qui n'a pas de prérequis, sans travail obtient un résultat moyen. Pour lui aussi une analyse plus fine pourrait expliquer ce résultat.

Conclusion : sur ces points, les résultats déclaratifs dans l'ensemble expliquent les résultats quantitatifs. Il serait intéressant d'analyser plus finement les résultats quantitatifs des étudiants en y ajoutant d'autres variables (méthode de travail, difficultés rencontrées). Ceci est prévu, et sera réalisé en 2016 en procédant à des analyses multi-variées prenant appui sur le logiciel SPHYNX.

Conclusion

- Réserve quant au terrain d'expérimentation : l'étude présentée fait apparaître que le dispositif en APP est avantageux en ce qui concerne l'efficacité au niveau de l'acquisition des compétences techniques. Mais la faiblesse du nombre d'étudiants qui ont suivi l'expérimentation, ne nous permet pas d'entirer une généralité. L'expérimentation de 2016 viendra conforter ou non ces résultats.
- Dans notre expérimentation, l'APP a été plutôt favorable aux étudiants qui se sont engagés. Les résultats négatifs concernent surtout ceux pour qui la formation a été inadaptée. Cela nous pose question et nous donne matière à une réflexion future.

- Dans l'ensemble, le nouveau rapport à l'apprentissage, l'autonomie, n'a pas rebuté les étudiants. La crainte que le développement des aptitudes ne se fasse au détriment des compétences disciplinaires n'est pas fondée dans notre expérimentation.

Nous espérons que l'expérimentation que nous mènerons en 2016 (notamment la mise en place d'analyses multi variées) nous fournira plus d'explications sur la réussite ou l'échec des étudiants.

Références

Beckers, J. (2011). *Développer et évaluer des compétences à l'école : vers plus d'efficacité et d'équité 2^e édition*. Bruxelles : Labor Education (1^{re} édition 2002).

Perrenoud, P. (2000). *Construire des compétences*. Texte original d'un entretien « A arte de construir competências » paru en portugais dans Nova Escola (Brasil), Setembro de 2000, pp. 19-31.

Raucent, B. & Milgrom, E. (2011). *Guide pratique pour une pédagogie active : les APP, Apprentissages par Problèmes et par Projets*, INSA Toulouse ISBN-10 : 2876490595.

Roegiers, X. (2000, 2^e édition 2001). *Une pédagogie de l'intégration : compétences et intégration des acquis dans l'enseignement*. Bruxelles : De Boeck.

Roegiers, X. (2010). *Une pédagogie de l'intégration : des systèmes d'éducation et de formation au cœur de nos sociétés*. Bruxelles : De Boeck.

Jonnaert, P. (2014). Evaluer les compétences ? Oui, mais de quelles compétences s'agit-il ? In B. Rey & C. Dierendonck & E. Loarer, *L'évaluation des compétences en milieu scolaire et en milieu professionnel* (pp. 43-31). Bruxelles : De Boeck.

Roegiers, X. (2014). Quelle évaluation des compétences, au service de quel projet pour l'école ? In B. Rey & C. Dierendonck & E. Loarer, *L'évaluation des compétences en milieu scolaire et en milieu professionnel* (pp. 73-111). Bruxelles : De Boeck.

AERES (2010), Formation universitaire au métier d'ingénieur. En ligne : http://www.aeres-evaluation.fr/Actualites/Actualites-de-l-agence/ETUDE-Formation-universitaire-au_metier-d-ingenieur

De ketele, J.-M. (1996). L'évaluation des acquis scolaires : quoi ? pourquoi ? pour quoi ?
Revue tunisienne des sciences de l'éducation, 23. 17-36.

Develay, M. (1994). Conférence pédagogique, ULB, 28 janvier 1994.

Gérard, F.-M. (2003). L'évaluation de l'efficacité d'une formation. *Revue Gestion 2000*, Vol. 20, n°3, 13-33, www.bief.be.

Rey, B. (2012). En

ligne : <http://www.cafepedagogique.net/lemensuel/lenseignant/primaire/elementaire/Pages/2009/103ElemRey.spx>