

RESEARCH OUTPUTS / RÉSULTATS DE RECHERCHE

Réseau 89 : Physique et défis. Oser l'approche par projet dès la première année !

Plumat, Jim; Dontaine, Matthieu; Tirtiaux, Johan

Publication date:
2017

Document Version
le PDF de l'éditeur

[Link to publication](#)

Citation for published version (HARVARD):

Plumat, J, Dontaine, M & Tirtiaux, J 2017, Réseau 89 : Physique et défis. Oser l'approche par projet dès la première année ! Service de Pédagogie Universitaire.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Physique et défis Oser l'approche par projet dès la première année!



On entend parfois dire que le développement d'approches pédagogiques actives telles que l'approche par projet ne saurait trouver sa place que tardivement dans les cursus des étudiants, par exemple dans les Master. Plus tôt le nombre d'étudiants, l'hétérogénéité de leurs acquis, leur manque d'autonomie ne permettraient guère une telle approche, ce qui contraindrait à recourir à un enseignement magistral. Pourtant, depuis trois ans déjà, le département de physique de l'UNamur expérimente dès la première année une pédagogie du projet qui vise à améliorer la motivation et les apprentissages des étudiants en les confrontant rapidement à une démarche scientifique. Ce dispositif bénéficie du soutien du projet PUNCH (Pédagogie Universitaire Namuroise en CHangement) qui entend partir d'expériences pilotes pour définir les contours d'une pédagogie innovante au sein de l'Université de Namur. Ce 89^e numéro de RESEAU a été rédigé par Jim Plumet, Matthieu Dontaine et Johan Tirtiaux.

Le cours Physique et défis, entre approche par projet et recherche scientifique

Le cours *Physique et défis* est proposé depuis trois ans aux étudiants du premier bloc en sciences physiques. Il repose sur la pédagogie du projet tout en initiant les étudiants à la démarche de recherche scientifique.

Le projet réside dans la production d'une réalisation concrète. La première année (2013-2014), il s'agissait pour les étudiants de construire des fusées propulsées à l'aide d'eau sous pression. Les deux années suivantes, le projet a consisté en la construction d'un moteur à air chaud aussi appelé moteur de Stirling. Initialement, le moteur était réalisé au départ de matériaux de récupération (essentiellement des boîtes de conserve). La seconde année les étudiants ont travaillé au départ de moteurs en kit.

Le projet s'associe à la réalisation d'une recherche scientifique. Pour cela, les étudiants sont invités à élaborer un protocole destiné à collecter des mesures qui vont servir à répondre à la problématique posée et, pour les plus audacieux, à proposer une amélioration des performances du dispositif.

La première année, il s'agissait de mesurer l'altitude maximale atteinte, de proposer une analyse des caractéristiques des fusées réalisées pour déboucher sur des pistes d'amélioration.

Les étudiants devaient prévoir d'embarquer un système électronique permettant de mesurer l'altitude atteinte et s'assurer, à l'aide d'un parachute, que les données récoltées seraient utilisables. Les deux années suivantes, il s'agissait de mesurer la puissance et le rendement du moteur et de proposer des pistes d'optimisation.

Le cours commence au début du second semestre et se termine en mai. Tout au long du projet, les étudiants travaillent en équipe de quatre ou cinq. Chaque équipe est accompagnée par des tuteurs : le professeur titulaire du cours et des collaborateurs au département de physique. Ces tuteurs accompagnent les étudiants lors des réunions hebdomadaires baptisées « séminaires ». Lors de ceux-ci, l'équipe des tuteurs discute avec les groupes d'étudiants des problèmes qu'ils rencontrent. Il s'agit toutefois moins de proposer des solutions aux étudiants que de les amener à se poser les bonnes questions afin que, par eux-mêmes, les étudiants résolvent leurs difficultés. Ces problèmes peuvent être très variés : techniques, pratiques, théoriques, voire relationnels. Pour la dimension technique, la réalisation, voire l'assemblage d'une fusée ou d'un moteur à air chaud n'est pas une chose évidente. Les étudiants n'ont pas nécessairement eu dans leur parcours scolaire l'occasion de manipuler des outils ou de bricoler chez eux. Ces rencontres hebdomadaires leur permettent également de mesurer leur degré d'avancement mais aussi

les progrès réalisés par les autres groupes. Un puissant stimulus !

Pour réaliser le projet, les étudiants disposent d'un petit budget (100 €) qu'ils sont libres de gérer à leur guise, sous la supervision de l'équipe encadrante. Ils doivent également gérer les contraintes horaires ; le projet possède deux grandes dates butoir : le jour de la remise du rapport écrit et celui de la présentation des réalisations devant le jury.

Le rapport écrit, d'une dizaine de pages, doit comporter, à l'instar de tout dossier scientifique cinq parties ; une introduction, une partie théorique, la présentation de la problématique, les résultats de mesures, une analyse et une discussion de ces résultats et pour terminer une conclusion. Le dossier produit par les étudiants doit témoigner des connaissances mais également des compétences acquises par les étudiants dans le transfert et l'application des différents cours théoriques, ainsi que de leur capacité à poser un problème, à proposer des solutions, voire à innover.

L'équipe pédagogique estime qu'un projet de recherche, si limité soit-il, doit se présenter devant la communauté scientifique. C'est la raison pour laquelle ensuite, mi-mai, les étudiants présentent leurs productions et les résultats de leurs réflexions, sous forme d'un exposé agrémenté d'une présentation multimédia devant un jury composé de quelques-uns de leurs professeurs et assistants.

Quels enjeux pédagogiques ?

Les raisons qui ont motivé cette équipe du département de physique à mettre sur pied ce cours Physique et défis sont nombreuses.

Tout d'abord, il y a une volonté de rompre avec certaines représentations fortes associées aux études de physique. S'engager dans des études scientifiques n'est déjà pas banal en soi, mais lorsqu'un étudiant choisit de devenir physicien, c'est généralement l'étonnement dans son entourage. Les études de physique sont très souvent empreintes de représentations très fortes et généralement contrastées. Ces étudiants sont souvent catalogués comme « grosses têtes » et les études sont réputées difficiles sinon inaccessibles au plus grand nombre. Le cursus est souvent

perçu comme très théorique et peu, voire pas du tout, appliqué dans le quotidien.

Et pourtant, la physique a contribué et contribue encore d'une manière significative au progrès humain et ce même dans notre vie quotidienne. Dès lors, la première motivation à intégrer une approche par projet dès la première année vise à ajouter une dimension de physique appliquée plus tôt dans le cursus.

Le projet vise ensuite à répondre aux attentes des étudiants intéressés par la recherche. Dans un cursus traditionnel, les étudiants doivent ronger leur frein et attendre les années de Master pour commencer à faire de la recherche, ce qui peut engendrer un certain découragement. Au travers de leur projet, les étudiants sont rapidement initiés au véritable travail du chercheur-physicien avec ses joies mais également ses contraintes.

Le projet cherche également à accroître la motivation des étudiants. Le développement d'une approche par projet associée à la réalisation d'une recherche scientifique apparaît en effet de nature à accroître la valeur des apprentissages. Cela passe tout d'abord par le sentiment d'utilité que leur confère une réalisation concrète et ensuite par le caractère ludique de ce travail. Cette approche semble également favoriser le sentiment de compétence des étudiants en proposant un défi à la fois difficile mais réaliste. Elle donne enfin un sentiment de contrôle aux étudiants qui possèdent de nombreuses marges de manœuvre et doivent se montrer inventifs et créatifs pour parvenir à leurs réalisations dans un cadre d'exigences et d'échéances clairs.

De plus, au travers de ce projet, il s'agit de favoriser un apprentissage plus en profondeur des notions théoriques. Les concepts de base de la physique générale sont souvent bien mémorisés mais plus rarement bien compris. Or, qu'il s'agisse de l'étape de réalisation du projet, de la récolte de données ou des analyses, les étudiants ont à mobiliser leurs connaissances issues de la physique, connaissances que l'on peut qualifier d'élémentaires. Le pari pédagogique du dispositif repose sur l'idée que donner l'occasion à des étudiants de manipuler des éléments concrets

les aide à comprendre non seulement le fonctionnement de l'objet technique – une fusée, un moteur thermique – mais aussi (et surtout) quelques-uns des concepts de base de la physique. Par exemple, limiter le frottement entre deux pièces d'un moteur nécessite d'abord de comprendre la notion de frottement.

Le projet vise également à (faire) apprendre le travail en groupe et la communication scientifique auprès des pairs. La présentation devant le jury est un premier exercice de communication orale, pas nécessairement facile pour ces étudiants de première année mais toutefois très formateur. De fait, pouvoir expliquer à d'autres étudiants, à des enseignants, le principe de fonctionnement d'un moteur thermique, voire les causes du non fonctionnement de celui-ci en se servant des éléments de théorie abordés durant l'année permet un transfert et une appropriation des connaissances extrêmement efficace.

Enfin, il s'agit d'apprendre aux étudiants le soin et la patience, qualités importantes pour un scientifique. Par exemple, la faible puissance délivrée par le moteur (environ un milliwatt!) n'autorise aucune malfaçon.

Une formule qui évolue au gré des expériences

Trois années d'expérimentation d'une telle approche ont été riches d'enseignements pour l'équipe enseignante.

Par exemple, certains projets se sont révélés d'emblée trop ambitieux. Le projet « fusées à eau » s'est avéré complexe sur le plan logistique. Le jour du lancer des fusées, disposer d'un lieu adéquat, libéré de tout risque, avec accès à de l'eau et à de l'électricité se révéla plus complexe que prévu. Ce projet cumulait également de nombreuses contraintes techniques limitant la bonne finalisation du projet. Certains étudiants se rappellent encore du non déclenchement du parachute sensé ramener la fusée au sol, avec pour conséquence un dispositif de collecte de données détruit. Les contraintes pratiques prenaient également parfois le dessus sur les enjeux d'apprentissage théoriques.

La deuxième année, si la construction du moteur de Stirling avec des boîtes de conserve a beaucoup amusé les étudiants, les exigences de soin et de précision pour réaliser un moteur capable de tourner étaient parfois excessives. L'énergie et le temps dépensés pour la réalisation du moteur lui-même ont pris le pas sur les mesures et leur analyse. Et pourtant, paradoxalement, bien que les étudiants n'aient pas pu analyser des données, c'est cette année là où le sentiment d'apprendre de la physique au travers du projet a été le plus important (voir graphique n° 2). La résolution des problèmes concrets qui se posaient aux étudiants semble avoir impliqué une forte mobilisation des notions théoriques.

La troisième année, en mettant un kit de construction à disposition des étudiants, l'équipe pédagogique cherchait à libérer les étudiants de ces contraintes techniques sans pour autant brider leur créativité. Cette dernière s'exprime plutôt dans les techniques de mesure que les étudiants doivent imaginer via un dispositif d'acquisition électronique (Arduino ou Pasco).

Regard des étudiants sur le dispositif

Le projet *Physique et défis* a été évalué auprès des étudiants lors de ses trois premières années de fonctionnement. Cette évaluation s'appuie sur un questionnaire anonyme soumis en ligne aux étudiants quelques jours après la fin du projet et avant l'accès aux résultats. Le nombre de réponses pour les trois années ont été respectivement de 22 sur 30 étudiants, 18 sur 28 puis 21 sur 31, ce qui revient à des taux de réponse de 73 %, 64 % et 68 %.

Le premier enseignement de ces évaluations révèle un avis favorable vis-à-vis de ce dispositif fondé sur la réalisation d'un projet concret (graphique n° 1). L'appréciation, déjà favorable lors de la première année, est devenue massivement positive pour la deuxième et la troisième année de réalisation. L'objectif de soutenir la motivation des étudiants semble atteint.

Une question ouverte interrogeait les étudiants sur ce qu'ils avaient particulièrement apprécié. Une analyse par catégories conceptualisant des réponses des étudiants révèle que « l'application de notions théoriques dans un projet pratique », « la réalisation concrète », « le travail de groupe » et « l'accompagnement des tuteurs » sont les éléments appréciés qui reviennent le plus souvent. On notera que lors de la troisième année, un élément nouveau vient en tête : « Se mettre dans la peau d'un physicien en découvrant la démarche scientifique et ses contraintes expérimentales ». Ceci s'explique par le fait que la troisième année de réalisation du projet a véritablement permis aux étudiants de réaliser de bout en bout une démarche de recherche scientifique. Lors de cette troisième année, les étudiants ont aussi apprécié le fait d'« avoir à se débrouiller et à être inventif » ; ce qui semble lié à la créativité dont ils ont dû faire montre pour recueillir des données utilisables.

Second constat, cette approche par projet semble efficace sur le plan de l'apprentissage de la physique (graphique n° 2). En moyenne, sur les trois

UN COUP D'ŒIL DANS LE RÉTROVISEUR...

Le père de la pédagogie du projet est un enseignant américain du début du XIX^e siècle, Kilpatrick. Professeur de mathématiques et disciple de John Dewey, Kilpatrick souhaite offrir à ses jeunes élèves une éducation morale, leur permettant de mener leur vie de manière civique, responsable et déterminée. Il cherche donc à valoriser leur engagement personnel au sein de projets concrets, tels que la fabrication d'un cerf-volant : « La résolution, en ce cas, c'est le désir ardent qui emporte le jeune garçon face aux obstacles et aux difficultés. Ce désir lui permet de faire appel aux ressources intérieures voulues de savoir et de réflexion. L'œil et la main sont en éveil. La résolution faisant office d'objectif guide la réflexion de l'enfant, oriente son examen du plan et du matériel, fait surgir de l'intérieur les idées appropriées et met celles-ci à l'épreuve pour déterminer leur adéquation à l'objectif visé. La résolution, en ce qu'elle vise un but précis, détermine le succès : le cerf-volant doit voler, sinon l'enfant a échoué. [...] La résolution fournit ainsi la force motrice, mobilise les ressources intérieures, guide le processus jusqu'à son terme prédéterminé et, par ce succès qui le satisfait, imprime dans l'esprit et le caractère de l'enfant des étapes couronnées de succès comme étant partie intégrante d'une totalité ».

Landon Beyer, « William Heard Kilpatrick », *Perspectives*, 27, 3 (1997), p. 501-519.

années, 83 % des étudiants estiment que ce projet leur a permis d'acquérir ou de mieux comprendre des notions de physiques, les réponses oscillant entre 68 % et 100 % selon les années.

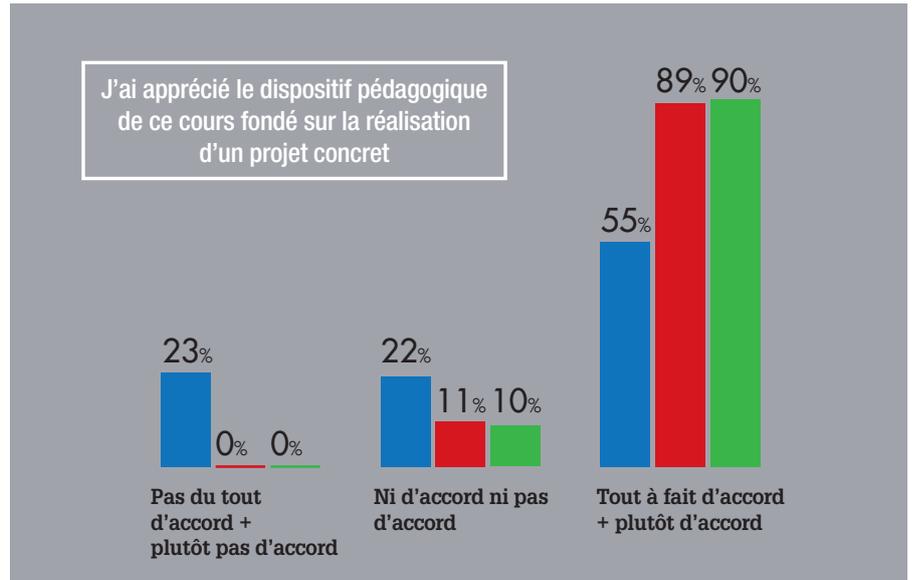
Lors de la première et de la troisième année, environ un étudiant sur deux estimait que le projet lui a permis d'acquérir ou de mieux comprendre des notions d'autres disciplines que la physique. Les disciplines citées sont l'informatique (programmation), la chimie (loi des gaz parfait...), les mathématiques appliquées (dérivées...) et l'anglais (mode d'emploi du moteur). Durant l'année 2014-2015, les étudiants n'ont guère eu ce sentiment de mobiliser de telles notions, ce qui s'explique par le fait que cette année-là la réalisation concrète du moteur a pris une large part du travail, au détriment de la collecte et de l'analyse de données.

Ce dispositif apparaît donc comme une activité d'intégration des apprentissages et de développement de compétences (Roegiers, 2000) en ce qu'elle amène les étudiants à devoir mobiliser des ressources (de physiques et d'autres disciplines) pour résoudre un problème complexe. Ainsi, pour les années 2014-2015 et 2015-2016, 85 % des étudiants estiment que la dimension concrète et appliquée du projet pousse à une meilleure compréhension des notions théoriques de physique et/ou d'autres disciplines concernées. Il apparaît d'ailleurs que les étudiants sont proactifs dans leurs démarches pour mobiliser les notions nécessaires. En 2015-2016, 82 % d'entre eux disent avoir consulté certains de leurs cours pour réaliser le travail, 77 % disent avoir consulté certains de leurs enseignants (autre que le titulaire de ce cours) et 100 % disent avoir fait des recherches sur internet sur des notions de physique ou d'autres disciplines.

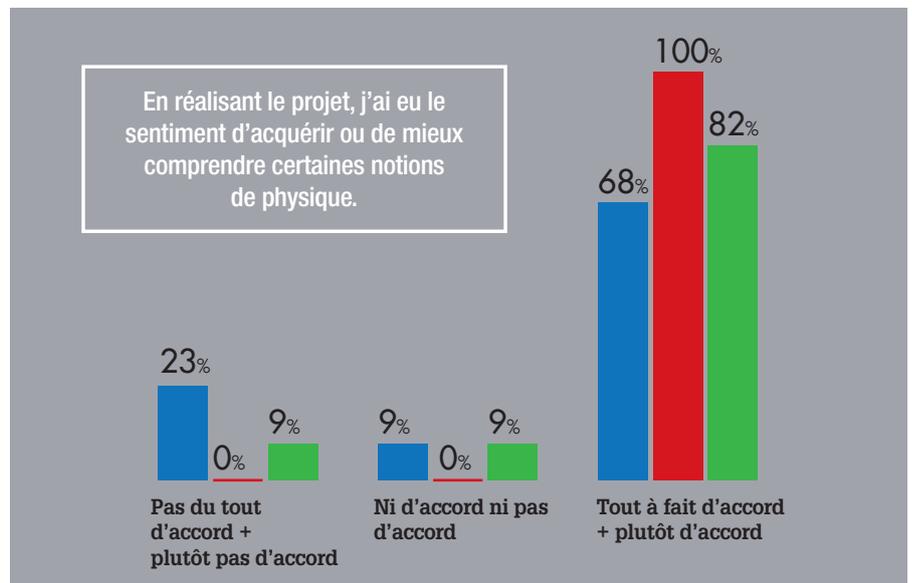
La réalisation d'un tel projet permet également aux étudiants d'acquérir des compétences transversales. Selon les années, les étudiants étaient de 68 % à 91 % à considérer que, en dehors des connaissances théoriques (de physique ou autres), ce projet les a amenés à développer des compétences utiles pour la suite. Les compétences citées par les étudiants (promotion 2015-2016) sont par ordre décroissant de fréquence : « travailler en groupe », « savoir s'organiser », « gérer des contraintes de temps », « développer un esprit de recherche », « réaliser un poster », « réaliser une présentation orale de résultats scientifiques », « rédiger un rapport scientifique » et « gérer des contraintes techniques ».

Cette évaluation permet enfin de constater l'intérêt des étudiants quant à la perspective d'une extension de ce type d'approche (graphique n° 3). Les étudiants sont toutefois plus favorables à la présence d'une telle approche lors de chacune de leurs années d'étude qu'à un élargissement accru en première année. Cette différence s'explique par certaines difficultés rencontrées par les étudiants notamment au niveau du temps à investir pour la bonne réalisation du projet.

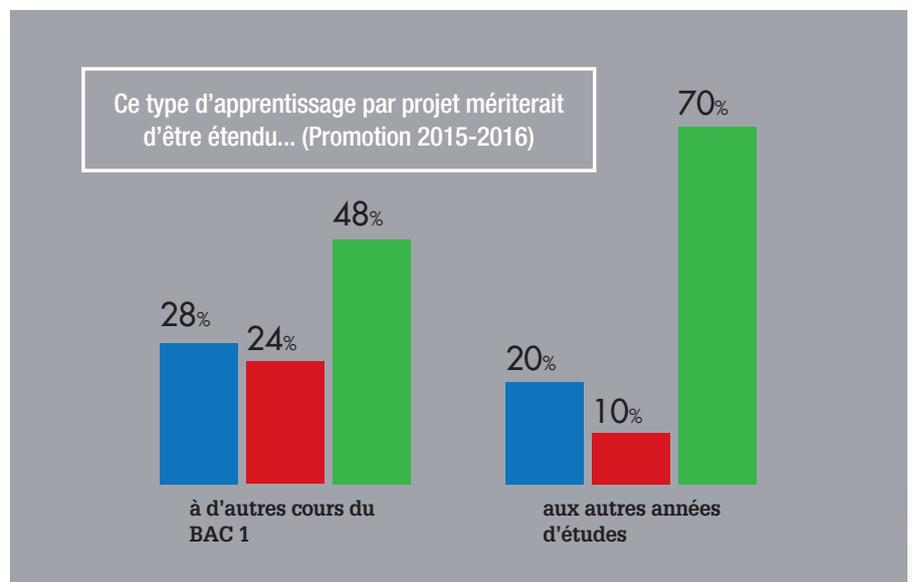
En effet, à la question de savoir ce que les étudiants ont moins apprécié, le premier élément qui se dégage de façon transversale aux trois années est le décalage entre la charge de travail et le nombre de crédits proposés. Le projet est



Graphique n°1 : appréciation du dispositif par les étudiants



Graphique n°2 : acquis perçus des étudiants



Graphique n°3 : avis des étudiants quant à l'extension au programme

conséquent et l'investissement des étudiants est généreux. Ils estiment la charge totale de travail en moyenne entre 120h et 140h selon les années. Le nombre de crédits (2) antérieurement alloués ne couvrirait guère cet investissement. Cette difficulté a été prise en main par l'équipe encadrante au travers de deux solutions. Tout d'abord, à la suite d'une réforme du programme de physique, cette unité d'enseignement est passée à 3 crédits. Ensuite, le projet lui-même tend à évoluer de telle sorte que le temps exigé diminue (par l'usage de moteurs préconstruits, par exemple).

Parmi les autres remarques, on retrouve lors des deux premières années du projet, le fait que certains étudiants estiment « les consignes et l'organisation peu claires ». Ce point disparaît lors de la troisième année, signe que, avec l'expérience, le dispositif s'est amélioré. Concernant les modalités d'évaluation, on perçoit aussi une amélioration au fil des années. Pour 50 % des étudiants qui trouvaient les modalités d'évaluation claires, la première année, ils étaient respectivement 83 % et 79 % les deux années qui ont suivi.

Enfin, il apparaît que l'absence d'un local pousse les étudiants à travailler chez eux, durant le week-end, souvent à tour de rôle ou en se répartissant certaines tâches. Ce constat permet de prendre conscience de la nécessité pour ce type d'activité pédagogique d'adjoindre des locaux équipés, sécurisés (pour stocker leurs réalisations) et libres d'accès (pour permettre le travail autonome).

Lors de la première année, certains étudiants ont également critiqué l'esprit de compétition. Cet esprit était insufflé pour dynamiser le travail entre les équipes, mais a été abandonné ensuite. En réalité, les enseignants observent que le climat est plutôt à la collaboration : les étudiants échangent des informations, du matériel et s'entraident.

D'autres ont également soulevé la difficulté du travail en équipe. Ceci s'explique notamment par la grande hétérogénéité des étudiants de première année (compétences, motivations...). Une question portant spécifiquement sur ce thème permet toutefois d'identifier une amélioration. Si en 2013-2014, 46 % des étudiants estimaient que la réalisation du projet en équipe s'est (tout à fait ou assez) bien déroulée, ils étaient 67 % de cet avis l'année suivante, et 73,5 % en 2015-2016.

Conclusion

Au terme de trois ans d'expérience de ce cours Physique et défis, le bilan apparaît très positif. Les étudiants s'engagent avec grand intérêt dans ces projets, signe que le dispositif est bien de nature à soutenir leur motivation. Sur le plan des apprentissages, même si les indicateurs se limitent à la perception exprimée des étudiants, il semble bien qu'à travers un projet concret, les étudiants apprennent à mieux maîtriser certaines connaissances théoriques de physique et d'autres disciplines, mais également à en saisir l'utilité et à les mobiliser de façon pertinente pour résoudre le problème posé. Cette expérience révèle que le

développement d'une approche par projet dès la première année est possible et que, à suivre les avis des étudiants, une extension de ce type d'initiatives serait apprécié.

Une telle approche par projet est aussi un processus itératif où les étudiants, mais également les enseignants apprennent par essais et erreurs. Une telle innovation pédagogique doit donc s'accompagner d'une évaluation permanente par l'équipe pédagogique permettant année après année de solutionner les difficultés et de trouver un mode de fonctionnement optimal.

Reste que ce type d'approche peut être victime de son succès. Les étudiants peuvent s'y investir généreusement au-delà du temps alloué par les crédits. Ceci pose la question de la nécessaire valorisation par un nombre de crédits suffisant de ce type d'approches encore trop marginales à l'université comparativement aux enseignements magistraux (Viaud, 2015).

Bibliographie

Roegiers, X. (2000). Une pédagogie de l'intégration. *Bruxelles: De Boeck*.

Viaud, M.-L. (2015). Les innovateurs silencieux. Histoire des pratiques d'enseignement à l'université depuis 1950, *Presses universitaires de Grenoble*.

UNE PUBLICATION RÉCENTE...

Bédard, D. et Viau, R. (2001). *Le profil d'apprentissage des étudiantes et des étudiants de l'Université de Sherbrooke*. Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Qc.

Rolland Viau a élaboré un modèle théorique aujourd'hui classique de la motivation dont il a brièvement été question dans ce numéro. En 2000, ce modèle a servi de base à une vaste étude de la motivation des étudiants de premier cycle à l'université de Sherbrooke. Deux enseignements peuvent en être retirés. Il apparaît tout d'abord que les étudiants débutants sont ceux qui expriment la plus grande motivation vis-à-vis de leurs études. C'est au fil des semestres que la motivation diminue. L'enjeu pédagogique n'est donc pas de susciter mais de maintenir la motivation au fil des études. Ensuite, l'étude comparait la motivation en regard des types d'activités pédagogiques proposées. Il apparaît que l'approche par projet est l'activité la plus motivante, juste avant les études de cas ou l'approche par problème. Ce constat s'explique par le fait que la réalisation de projets est l'activité qui suscite le plus fort sentiment d'utilité chez les étudiants et le plus fort sentiment de contrôlabilité. L'approche par projet dès la première année telle que présentée dans ce numéro de Réseau apparaît donc comme une démarche pédagogique particulièrement pertinente pour maintenir la motivation des étudiants fraîchement arrivés sur les bancs de l'université.

UN SITE À CONSULTER...

Ancien assistant de l'Université de Namur, Amaury Daele est un aujourd'hui docteur en sciences de l'éducation et conseiller pédagogique à l'Université de Lausanne. Depuis plusieurs années, il tient le blog « Pédagogie universitaire – Enseigner et Apprendre en Enseignement Supérieur ». Ce site regorge d'articles à la fois courts et riches portant sur des résultats de recherches, la recension d'ouvrages, des ateliers pédagogiques, des comptes rendus de colloques, des récits d'innovations pédagogiques, des conseils pour les innovateurs. En lien avec ce numéro de Réseau, on épinglera un article intéressant incitant les enseignants à réfléchir aux causes de la démotivation de leurs étudiants.

<https://pedagogieuniversitaire.wordpress.com>

SERVICE DE PÉDAGOGIE UNIVERSITAIRE

14, Place Saint-Aubain - 5000 Namur

Responsable : Marc Romainville