



HAL
open science

Valoriser travail collaboratif et créativité dès la licence : La démarche scientifique en action

Jeanne Parmentier, Martine Thomas, Cécile Narce, Isabelle Demeure,
Bénédicte Humbert

► To cite this version:

Jeanne Parmentier, Martine Thomas, Cécile Narce, Isabelle Demeure, Bénédicte Humbert. Valoriser travail collaboratif et créativité dès la licence : La démarche scientifique en action. Colloque international : Apprendre, Transmettre, Innover à et par l'Université, Groupe de recherche interdisciplinaire IDEFI-UM3D, Jun 2015, Montpellier, France. 10.21409/HAL-01278381 . hal-01278381

HAL Id: hal-01278381

<https://hal.science/hal-01278381>

Submitted on 24 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

Valoriser travail collaboratif et créativité dès la licence : La démarche scientifique en action

Jeanne Parmentier

Institut Villebon – *Georges Charpak*

jeanne.parmentier@villebon-charpak.fr

Martine Thomas

Institut Villebon – *Georges Charpak* et Université Paris-Sud

martine.thomas@u-psud.fr

Cécile Narce

Institut Villebon – *Georges Charpak*

cecile.narce@villebon-charpak.fr

Isabelle Demeure

Institut Villebon – *Georges Charpak* et Télécom ParisTech

isabelle.demeure@villebon-charpak.fr

Bénédicte Humbert

Institut Villebon – *Georges Charpak* et Télécom ParisTech

benedicte.humbert@villebon-charpak.fr

Résumé

Nous décrivons ici comment nous avons articulé une série de projets scientifiques en 1^{ère} et 2^{ème} années de Licence « Sciences et Technologie » de l'Institut Villebon - *Georges Charpak* pour amener progressivement les étudiants à coopérer et à développer leur créativité scientifique. Cette construction est utilisée pour servir de socle à une reprise de confiance en soi de la part d'étudiants pouvant présenter initialement des fragilités scolaires. La créativité n'intervient donc pas après avoir consolidé les savoirs de base mais, au contraire, comme stimulant pour ouvrir l'appétit d'apprendre.

Mots clés : innovation, créativité, compétences, évaluation, valeurs

Summary

We describe here the succession of scientific projects proposed all along our 3 year-bachelor teaching program to the students of Villebon - *Georges Charpak* Institute, with the aim of forming scientists with novel and diverse profiles. Innovative pedagogy and collaborative projects are used from the very beginning of the 1st year in order to develop creativity and appetite for sciences. Creativity should then stimulate pleasure for learning basics.

Keywords :Innovation, creativity, competences, evaluation, values

Introduction

À l'heure où la créativité est une compétence stratégique à développer (Cachia, Ferrari, Ala-Mutka & Punie, 2010), nous souhaitons étudier comment le développement de la créativité à l'aide de pédagogies actives permet de re-mobiliser des étudiants fragiles scolairement, et ce dès les premières années de licence. En effet, en sciences en particulier, les pédagogies actives telles que les apprentissages par projet et l'apprentissage par investigation permettent d'augmenter de manière significative la compréhension et la réussite des étudiants (Reverdy, 2013; Freeman et al, 2014). Par ailleurs, il a été montré que les initiatives pédagogiques auront d'autant plus d'impact qu'elles correspondent à un projet global d'établissement (Reverdy, 2013). L'approche de l'Institut Villebon - *Georges Charpak* consiste à mettre des étudiants fragiles scolairement en situation de créativité pour leur redonner confiance en eux, leur donner des outils méthodologiques, et transférer ensuite la motivation obtenue dans des enseignements plus traditionnels. Nous souhaitons donc expliquer comment nous avons conçu et articulé un certain nombre d'apprentissages en groupe tout au long des deux premières années de licence, afin d'amener les étudiants à prendre confiance en eux, à développer leur créativité et leur rigueur scientifique, dans un esprit de coopération.

1 Présentation de l'Institut Villebon - Georges Charpak

1.1 La nécessité d'un laboratoire d'innovation pédagogique

L'Institut Villebon – *Georges Charpak*, ouvert en septembre 2013, est un établissement porté par les Universités Paris Descartes et Paris Sud, les grandes écoles de ParisTech, en partenariat avec la fondation de Coopération Scientifique Paris-Saclay et la fondation ParisTech. Il a été labellisé Initiative d'Excellence en Formations Innovantes [IDEFI IVICA : 11-IDFI-0026] en mars 2012, et est soutenu par l'Initiative d'Excellence Paris-Saclay [IDEX Paris-Saclay : 11-IDEX-0003].

Il a une mission double:

- proposer aux étudiants des modalités pédagogiques différentes, avec plus de place pour la créativité et la coopération,
- intégrer de la diversité : les cadres français actuels sont souvent très homogènes vis-à-vis de leur milieu social d'origine, de leur genre, de leur origine géographique et de leur façon de penser.

Pour remplir ces missions, nous recrutons nos étudiants sur critères sociaux et sur leur motivation. L'institut a aussi vocation à être un laboratoire d'innovation pédagogique dont les faibles effectifs (35 étudiants/année) permettent de prototyper des activités pédagogiques destinées à être diffusées par la suite. Il s'agit d'une part de former des scientifiques de demain plus créatifs, capables de et aimant collaborer, d'autre part de réfléchir à des façons d'enseigner modernisées, plus inclusives pour les publics en difficulté. L'institut a donc pour objectif de former des enseignants à des pédagogies plus actives, et à diffuser ce qu'il aura identifié comme étant de bonnes pratiques, afin d'impacter au-delà de ses étudiants *stricto sensu*.

Les deux promotions recrutées depuis 2013 ont la même composition : 70% de boursiers, 30% de bacheliers technologiques, 7% d'étudiants en situation de handicap. Ces étudiants, recrutés grâce à un processus atypique que nous décrivons en partie ici, n'étaient pas, pour la très grande majorité d'entre eux, considérés comme de bons élèves au lycée. Les enseignements se doivent donc de sortir du cadre ordinaire des enseignements universitaires pour s'adapter à leur spécificité. La diversité d'origine et de niveau des étudiants peut ainsi servir de support pour motiver des pédagogies alternatives, plus axées sur l'entraide et la créativité, afin de redonner confiance à des étudiants qui n'ont jusqu'à présent pas su développer pleinement leur potentiel dans le milieu scolaire traditionnel. Pour atteindre cet objectif, leur apprendre à travailler en équipe, intégrer et valoriser la diversité de leurs profils, nous avons choisi de valoriser la démarche scientifique des étudiants plutôt que leurs connaissances.

1.2 Une formation conçue pour lever l'auto-censure

Afin d'éviter que les anciennes postures et l'auto-censure ne se mettent ou remettent en place, nous avons choisi de commencer l'année en renversant les paradigmes pour valoriser la créativité dès le début de l'année de Licence 1, sans trop s'attacher aux connaissances scientifiques du lycée. Pour favoriser la coopération entre les étudiants, nous avons rassemblé tous les étudiants dans le même cours, indépendamment de leur filière d'origine. Ainsi, un cours de biologie rassemblera des bacheliers S spécialité SVT et STI2D qui n'ont pas fait de biologie depuis la seconde... Les étudiants doivent apprendre à tirer parti de leurs différences et s'entraider, en expliquant aux plus faibles certaines notions complexes dans leurs « matières fortes », tout en n'hésitant pas à poser des questions et solliciter de l'aide sur les matières où ils se sentent en difficulté. Bien entendu, en parallèle, les enseignants doivent avoir conçu des cours adaptés à cette situation particulière.

Les activités pédagogiques sont choisies au maximum pour respecter les bonnes pratiques suivantes (Dehaene, 2015) :

- « - Éviter d'asséner un cours magistral, mais prévoir de nombreux tests,
- Fournir à l'étudiant un environnement qui laisse (l'illusion de) découvrir,
- Récompenser systématiquement la curiosité et non la décourager »

Nous avons fait le choix pédagogique de construire la formation en étapes successives:

- durant le premier semestre, les cours sont conçus de façon à ce que les étudiants soient actifs et découvrent certaines spécificités de la formation telles que l'interdisciplinarité des unités d'enseignement (UE), interdisciplinarité mise en place pour aider à donner du sens et faire des liens entre les notions apprises. Néanmoins, l'apprentissage par projet n'est introduit qu'à partir du S2 pour éviter de trop déstabiliser les étudiants.
- pour chacun des semestres suivants (S2, S3, S4), les étudiants s'impliquent dans un projet qui court sur l'intégralité du semestre et qui est parfois lié à une partie de leurs cours.
- après deux années de cours très coopératifs, avec de l'interdisciplinarité et des pédagogies innovantes, les étudiants terminent la formation par une année de préparation à la poursuite d'études plus traditionnelle, sous forme d'UEs disciplinaires. Il s'agit de les habituer à travailler dans un cadre classique et de renforcer les concepts théoriques qui n'ont pas pu être approfondis en L1 et L2. Ainsi, contrairement à ce qui se fait souvent dans l'enseignement supérieur, les projets et la pédagogie innovante sont positionnés au cours des deux premières années, afin de nourrir la motivation des étudiants, de les aider à acquérir les méthodes de travail qui leur manquent, de leur donner confiance en eux, avant de revenir à un cadre plus classique.

1.3 Une articulation progressive des projets

Cette section présente les activités, souvent en groupe, qui ont été utilisées afin d'aider les étudiants à lutter contre l'auto-censure, à faire preuve de créativité et à travailler ensemble, en soulignant la progression implicite qui relie ces activités entre elles.

- Les étudiants sont tout d'abord recrutés sur des valeurs d'entraide, de goût pour les sciences et de créativité, malgré des résultats parfois fragiles en sciences. Le processus de recrutement joue un rôle non négligeable quant à l'intégration des valeurs de l'institut. Les étudiants sont également avertis du statut de laboratoire d'innovation pédagogique et sont donc ouverts à l'expérimentation pédagogique.

- Dès leur arrivée à l'Institut, les étudiants sont impliqués pendant une semaine à temps plein dans le « projet Charpak ». Ce projet a été conçu à l'Institut Villebon - *Georges Charpak* en collaboration avec l'Atelier des Jours à Venir, société coopérative d'intérêt collectif, spécialisée dans la formation universitaire par la recherche (www.joursavenir.org). Il leur permet de prendre confiance en leurs capacités, sans crainte de l'erreur, avec créativité, tout en s'initiant à la démarche scientifique.

- Tout au long des semestres S2, S3 et S4, les apprentissages par projets inductifs (APPI) permettent aux étudiants d'apprendre à remplir un objectif défini par l'enseignant, tout en ayant une marge de manœuvre quant à la conception et à la réalisation des objets scientifiques demandés.

- Après cette formation à la démarche de projet et étant capables de mettre en forme leurs propres questionnements, les étudiants conçoivent (en fin de 2^{ème} année de Licence) leur propre projet scientifique en partant de zéro. C'est ce que nous appelons le projet libre.

Dans toutes ces démarches, les groupes sont formés de manière à respecter systématiquement des critères de diversité : mélange de genres, d'intérêt scientifique et de filière d'origine. Ces projets s'étalent sur les deux premières années de licence, la troisième année, plus traditionnelle, leur permettant de retrouver un cadre standard d'apprentissage une fois la confiance en eux consolidée. Il ne s'agit donc pas de permettre la créativité des étudiants une fois les bases théoriques acquises (ordre traditionnel) mais bien de poser les bases théoriques indispensables une fois la créativité et la motivation retrouvées.

2 Recruter sur la créativité et la coopération plutôt que sur les notes

Du fait de l'aspect très atypique de notre formation, nous n'avons qu'un nombre limité de places à attribuer, tout en respectant les missions d'égalité des chances et d'innovation pédagogique qui nous animent. Les lycéens ont l'habitude de se porter candidat à des formations qui mettent en place une sélection basée sur les résultats scolaires du lycée. Etant données nos missions et valeurs, il était primordial pour nous de leur faire comprendre concrètement que nous mettions la diversité, la créativité et le goût pour les sciences au premier plan, avant les résultats scolaires, avec un intérêt particulier pour des candidats porteur d'un potentiel qu'ils n'ont pas réussi à exprimer au lycée. Le dispositif de recrutement a donc été conçu en conséquence; il se fait en deux étapes avec dossier de candidature puis une journée de recrutement sur site.

2.1 Le pré-recrutement : dossier de motivation

Les lycéens intéressés par la formation font acte de candidature en remplissant un questionnaire en ligne. Ce questionnaire contient des questions de motivation, telles que « Qu'aimez-vous dans les sciences? Racontez-nous un projet qui vous tient à cœur. Quelle est votre conférence en ligne préférée? Pourquoi candidatez-vous chez nous? ». Notre but est de mesurer les points suivants : goût pour les sciences, ouverture scientifique, envie de collaborer, créativité. Pour ce faire, nous avons créé une grille d'évaluation précise que les enseignants utilisent pour évaluer les dossiers de manière cohérente et homogène. Celle-ci a été validée par l'ensemble des partenaires, incluant les entreprises qui nous soutiennent par le biais de la Fondation ParisTech. Le dossier scolaire n'est utilisé que pour éliminer deux types de profils : ceux qui ont des résultats vraiment insuffisants (dont on pense qu'ils n'auront pas le bac ou qu'ils se retrouveraient en trop grande difficulté dans notre formation) ou les dossiers trop brillants (ces étudiants fonctionnent bien dans les cursus traditionnels et nous préférons nous adresser à ceux dont le potentiel ne s'est pas encore exprimé). Pour être sûr de conserver la vocation sociale de l'Institut, nous réservons 70% de nos places aux étudiants boursiers.

La plupart des formations font un premier tri sur les résultats scolaires des candidats au lycée. Remplir ce dossier contribue grandement, selon les dires des étudiants concernés, à mieux cerner leur motivation et augmente leur envie de rejoindre cette formation. Ce premier filtre nous permet de faire passer un message important à nos yeux : la motivation, le goût pour les sciences sont centraux dans notre formation.

2.2 Journées de recrutement

Le jury est composé d'enseignants issus des institutions fondatrices, Universités Paris-Sud et Paris Descartes, grandes écoles de ParisTech, mais aussi entreprises partenaires intégrées dans le projet via la Fondation ParisTech. Les candidats dont le dossier a été préalablement retenu participent ensuite à la journée de recrutement. Ils y sont confrontés à trois épreuves :

- un entretien pour mesurer leur motivation et s'assurer qu'ils ont compris les spécificités du projet,
- une épreuve écrite qui mesure la compréhension d'un thème via la création d'un support de diffusion scientifique. Par exemple, le candidat choisit un thème parmi 5 et peut l'expliquer en utilisant la forme de son choix : texte, poème, BD...
- une épreuve d'observation scientifique et de créativité collective.

L'épreuve collective constitue la première activité de groupe que les candidats vivent à l'institut, avant même d'être étudiants. Pendant une heure, par groupe de 4, ils doivent observer un phénomène curieux, définir une problématique, faire des expériences, synthétiser leurs données sans être guidés ou dirigés dans leur démarche. Par exemple, la première année, les candidats ont eu à observer la forme de gouttes déposées sur des matériaux divers. Étant libre de choisir sa problématique, un groupe est allé récupérer des échantillons de plantes à l'extérieur pour comparer la forme des gouttes sur différentes feuilles, et se questionner sur l'influence de l'environnement de la plante et le caractère hydrophile/hydrophobe de ses feuilles. Plusieurs examinateurs suivent la progression du groupe, notent les interactions, les initiatives individuelles et collectives des candidats, ainsi que la restitution de groupe qui se passe sous forme de poster et présentation orale. Les compétences recherchées chez les étudiants sont la capacité à collaborer, à observer finement et expérimenter puis, à tirer des conclusions de manière cohérente. Il leur est précisé qu'une question originale traitée avec persévérance mais n'ayant pas abouti sera plus appréciée qu'un travail descriptif correct mais sans créativité. La journée de recrutement permet donc aux candidats de découvrir la pédagogie mise en œuvre dans l'établissement.

Pour les enseignants membres du jury, cette épreuve est particulièrement intéressante car elle permet d'évaluer la capacité des candidats à prendre en main un sujet, à manipuler avec les outils mis à leur disposition, à restituer ce qu'ils ont fait et ce qu'ils en ont conclu. Les étudiants les plus motivés, les plus entreprenants, capables de prendre des initiatives se distinguent rapidement de ceux qui se contentent de suivre. Des grilles d'évaluation spécifiques ont été conçues pour s'assurer que les jurys sont bien en phase quant à l'évaluation de qualités plus délicates à cerner (motivation, créativité...). Pour les étudiants, cette journée est cruciale car elle leur permet souvent de se représenter de manière plus concrète le projet de l'établissement. La plupart de nos étudiants affirment avoir décidé de positionner notre formation en premier vœu suite à cette journée de recrutement.

3 Mener un mini-projet de recherche (sans internet) : le projet Charpak

3.1 Donner confiance

Dans tout apprentissage, l'étudiant peut être confronté à l'envie d'apprendre à faire sans forcément comprendre (Perrenoud, 1998). Cette tentation est d'autant plus importante lorsque l'étudiant est confronté aux projets dans lesquels une réalisation finale précise est demandée et évaluée par les enseignants.

Nous avons fait le choix de commencer par mettre les étudiants dans des situations de recherche où la question était choisie par l'étudiant. Comme pour l'épreuve de recrutement, il n'y a donc pas de réponse attendue convenue, il est tout à fait possible d'explorer des fausses pistes ou de ne pas avoir de résultats. L'évaluation passe par la qualité de la méthodologie scientifique et non pas par le fait d'obtenir des résultats exploitable. Les étudiants commencent donc leur formation avec une UE qui ne nécessite aucune connaissance scientifique préalable. Cela nous semble très important car cela place les étudiants sur un pied d'égalité, quelle que soit leur filière d'origine et permet de les libérer de la peur de l'échec : il n'y a pas de bonne ou mauvaise réponse à la fin.

3.2 Présentation des caractéristiques principales du dispositif pédagogique

Le projet Charpak permet de se saisir des compétences repérées lors du recrutement et de commencer à les renforcer. Les enjeux sont les suivants :

- donner un espace aux étudiants pour exprimer leur créativité,
- mettre en avant l'aspect coopératif de la science,
- leur permettre de construire un projet scientifique complet en miniature, de la formulation de la question scientifique à la présentation des résultats finaux,
- donner confiance aux étudiants en leur montrant qu'ils peuvent en une semaine monter un projet de toutes pièces,
- valoriser les profils des bacheliers technologiques qui sont souvent identifiés par l'étiquette « nuls en maths ».

Les équipes de travail sont composées par les enseignants afin de brasser les origines sociales et scolaires des participants. Les étudiants doivent, en 5 jours, sans utiliser internet, choisir puis explorer une question scientifique de leur choix basée sur une observation faite dans leur environnement, puis écrire un protocole, faire des expériences (avec un budget restreint et du matériel simple), analyser puis interpréter les données et présenter les résultats obtenus. Les étapes méthodologiques au cours de la semaine sont planifiées au préalable par les enseignants, mais le contenu est entièrement déterminé par la curiosité de chaque groupe. Les étudiants font ainsi, en quelques jours, la découverte des difficultés du métier de chercheur avec ses phases d'enthousiasme et de découragement ainsi que du processus itératif d'amélioration par essais-erreurs. Il est important pour nous de leur faire comprendre que le fait d'essayer et de se tromper fait partie intégrante du processus d'apprentissage (Dehaene, 2015).

3.3 La préparation des enseignants

La recherche montre que les expérimentations où l'étudiant est complètement libre ont un impact très faible sur l'apprentissage. La liberté donnée aux étudiants doit donc être très méthodiquement encadrée (Kirschner & van Merriënboer, 2013, cité par Dehaene, 2015). Les encadrants prévoient un planning précis, avec des rendus correspondant aux différentes étapes méthodologiques.

Des groupes de 4 étudiants sont formés par les enseignants en fonction des profils (bacs, genre...). Il est ensuite demandé aux étudiants de trouver les différentes étapes de la semaine avant de leur proposer le calendrier contenant les jalons et les rendus. Les étudiants doivent ainsi tenir un cahier de laboratoire, dans lequel ils consignent toutes leurs expériences et observations.

Le planning est le suivant :

- Lundi matin : observations et questions préliminaires
- Lundi après-midi : travail sur les questions (en collectif & groupes)
- Mardi matin : définitions des protocoles, discussion entre les groupes
- Mardi après-midi : validation des protocoles, expériences préliminaires
- Mercredi matin : révision des protocoles, expériences
- Mercredi après-midi : travail en autonomie
- Jeudi matin: expériences
- Jeudi après-midi : préparation des présentations orales, répétitions
- Vendredi matin : présentations orales
- Vendredi après-midi: discussion post-projet avec les groupes

L'encadrement est assuré par deux enseignantes, une biologiste et une physicienne, avec un intervenant (biologiste) de l'Atelier des Jours à Venir. La diversité des projets est à l'image de l'étendue de la curiosité des étudiants : étude de la résistance du jaune d'œuf, pourquoi une pièce posée sur le front reste collée, pourquoi les oignons font pleurer, rapidité de l'oxydation des fruits en fonction du lieu de stockage... Étant donné la variété des projets, la diversité des spécialités des enseignants est très appréciable. Cela permet aussi de sensibiliser les étudiants à l'intérêt d'une approche interdisciplinaire.

3.4 Forme des rendus

Le principal support de travail et d'évaluation est la tenue d'un cahier de laboratoire. Les critères à remplir sont trouvés collectivement, puis les étudiants ont à disposition la grille d'évaluation construite à partir de leurs critères. Les cahiers sont évalués tous les deux jours. Cette activité de correction est chronophage mais elle permet aux étudiants de progresser de manière sereine. Sur une semaine, l'évolution du cahier de laboratoire est notable. Cette compétence est capitalisée par la suite dans les apprentissages par projets inductifs qui jalonnent la formation.

Les restitutions se font en partie sous forme de posters. Chaque groupe a deux posters à réaliser : un poster présentant leur objectif, les expériences réalisées et les résultats, un poster intitulé « la vie du projet » qui retrace la démarche de recherche ; les étudiants doivent y répondre aux questions suivantes : « Ce que nous avons aimé, ce qui nous a surpris, ce que nous ferions différemment, ce que nous avons appris, les difficultés rencontrées ».

La dernière demi-journée est consacrée à un bilan groupe par groupe pour discuter du travail et de l'évolution pendant la semaine.

3.5 Les leçons à en tirer – comment l'étendre

a/ Encadrer des projets de type Charpak nécessite un changement de posture : l'enseignant devient accompagnant, et n'a pas de contenu disciplinaire à préparer et à transmettre. Ce changement de posture doit être accompagné par des enseignants expérimentés.

b/ Si cela est possible, il est souhaitable que le co-encadrement soit effectué par des enseignants issus de disciplines différentes, ce qui permet de s'adapter à la diversité des projets choisis.

c/ Le contexte spécifique de notre formation nous a amenés à condenser le projet sur une semaine, ce qui le rend très intense. Nous pensons qu'un projet de cette nature peut aussi être réalisé sur un semestre. La contrainte temporelle étant plus souple, les étudiants devraient pouvoir progresser en étant plus en autonomie et sans nécessiter un encadrement aussi dense que sur une semaine.

Ce type de projet peut donc être conçu au format « coup de poing », court et très encadré ou bien de manière plus simple, avec moins d'encadrement mais plus de temps entre deux séances. Ce projet permet de mettre en valeur des étudiants qui ont le goût pour les sciences mais n'ont jusqu'à présent pas réussi à se construire un bagage scientifique solide. Il met l'accent sur la créativité et le travail en équipe, tout en positionnant les étudiants à pied d'égalité, indifféremment

de leurs filières d'origine. Les étudiants se rendent ainsi compte que la diversité est un facteur de créativité dès le début de leur licence. Cette impulsion est centrale en début de cursus et nourrit la dynamique durant le reste de la formation.

Une fois que les étudiants ont appris à monter leur projet sans être distraits par un objectif de réalisation fixé par un enseignant, ils suivent le reste de la formation dans laquelle les compétences à acquérir sont clairement définies par les enseignants.

4 Mener un projet scientifique

4.1 Les apprentissages par projet inductifs (APPi)

Au cours des années de Licence 1 et 2 à l'Institut, les étudiants sont engagés dans trois unités d'enseignement sous la forme d'Apprentissage Par Projet Inductif (APPi). Ces projets les emmènent dans la production d'un objet complexe (une biopile, la production de biocarburant à partir de micro-algues et un système d'épuration d'eau) en partant de la pratique pour arriver aux concepts abordés dans les enseignements prodigués en parallèle. Là encore les étudiants sont encadrés sur la forme des rendus, mais sont totalement autonomes quant à la conception et la réalisation des projets. La construction successive des 3 APPi permet d'amener progressivement les étudiants à maîtriser les dix objectifs de la pédagogie par projet identifiés par Perrenoud (Perrenoud, 1998). Les étudiants sont en groupe de 5 ou 6 ; la constitution des groupes respecte la diversité des profils et brasse les étudiants de façon à ce que chacun soit amené à travailler au moins une fois avec chacun de ses camarades de promotion au cours des projets de L1 et L2. Les étudiants ont des points d'étape réguliers pendant lesquels ils peuvent discuter avec des enseignants qui jouent un rôle d'accompagnement, tout en construisant au fur et à mesure leur cahier de laboratoire et leur cahier de synthèse. Le détail du séquençage au sein et entre les projets est décrit dans (Narceet *al*, 2015).

4.2 Être libre de concevoir un projet scientifique : le projet libre

La seconde année de licence se termine par des projets libres. Les étudiants doivent, individuellement cette fois, mener à bien un projet scientifique innovant. Ils retrouvent la liberté du « projet Charpak », mais quasiment sans guide méthodologique. Des enseignants référents sont disponibles pour répondre à des questions, et les étudiants ont quelques rendus qui jalonnent leur projet. L'UE associée aux projets libres se déroule pendant deux semaines bloquées à cet effet et correspond à 60h de travail étudiant. Les étudiants qui le souhaitent peuvent approfondir leur travail avec une UE complémentaire de 42h.

Les étudiants sont évalués sur des soutenances orales, la tenue d'un cahier de laboratoire, ainsi qu'un rapport théorique (pour ceux qui choisissent l'approfondissement). Etant donné la jeunesse du projet, nous ne pouvons que faire état de nos premières impressions qui sont que, même les étudiants les moins impliqués, une fois le dos au mur, arrivent à trouver des projets originaux et à sortir de leur zone de confort (un projet consiste par exemple à fabriquer des bouteilles dont le poids est relevé automatiquement, ce qui permet de suivre facilement le volume de boisson ingéré pour les personnes âgées ou souffrant de la maladie d'Alzheimer qui pourraient oublier de boire suffisamment...).

Ayant découvert qu'ils pouvaient avoir des idées par eux-mêmes, puis ayant appris la méthode pour réaliser un projet dont l'objectif leur était donné, ils semblent désormais capables de réaliser un projet dont ils se fixent eux-mêmes l'objectif.

4.3 L'innovation : démarche ou résultat?

Les deux projets réalisés en première année donnent aux étudiants la possibilité d'être innovants vis-à-vis de la production réalisée, tout en étant guidés dans leur démarche d'apprentissage. Lors des deux APPi de seconde année de licence, les étudiants ont un résultat final contraint qui limite leur liberté quant à la construction de l'objet scientifique. Ils doivent cependant trouver des façons d'apprendre de manière collective, car aucun cours ne vient en support du travail demandé. L'innovation, qui apparaissait initialement comme le résultat d'une démarche fixée par l'enseignant, se transforme en innovation quant à la façon de s'organiser collectivement, sans que le résultat produit final soit nécessairement original. Lors du dernier projet, ils expriment leur capacité à innover dans la recherche de ressources et pour construire leur apprentissage au service d'un produit qui peut également lui-même être innovant. La cohérence entre les projets est en partie assurée par une constance entre les outils de suivi (cahier de laboratoire), l'encouragement à essayer, la valorisation de la persévérance, ainsi que de nombreux retours qualitatifs, la note n'est communiquée qu'en toute fin de projet.

4.4 La place de la transmission des connaissances

Dans les projets de seconde année, la transmission de l'information se fait par les recherches en autonomie des étudiants. Néanmoins, la transmission des savoirs reste un objectif important de la formation. Pour la rendre efficace, il nous semble important de mettre les étudiants dans une posture d'appétit de savoirs et de redonner du sens à l'action d'apprendre. On commence

donc par leur montrer toute l'importance d'une démarche scientifique rigoureuse qui permet, à partir de connaissances déjà présentes, de mener de bout en bout des projets scientifiques. Puis, en s'appuyant sur les acquis méthodologiques et une démarche de projets inductifs, les étudiants prennent conscience qu'il ne suffit pas d'avoir accès à des informations sur internet pour résoudre un problème donné. Ils sont alors plus à même d'ancrer les apprentissages faits au sein ou en dehors du projet.

Conclusion

Nous avons observé que ces méthodes de travail collaboratif enthousiasment les étudiants et permettent de mettre en valeur la complémentarité apportée par la diversité des formations au sein d'une équipe de travail. Ces qualités sont traditionnellement abordées via le contact des étudiants avec la recherche, que ce soit lors de stages de recherche, de travaux de master ou au cours du doctorat. L'innovation consiste ici à aborder un travail sur la créativité très tôt, dès le début de la licence, par un séquençage de projets scientifiques. Notre processus s'adresse plus particulièrement aux étudiants ayant un fort intérêt pour les sciences mais peu motivés par les pédagogies traditionnelles. L'expérience montre que, même si les acquis disciplinaires sont incomplets, ces étudiants sont capables de réaliser du travail de très bonne qualité à partir des compétences qu'ils possèdent déjà, ce qui leur permet de trouver ensuite la motivation pour suivre des enseignements plus classiques afin d'accroître leur capital de connaissances.

Donner le goût de l'innovation n'est pas seulement une nécessité politique pour le siècle à venir, mais aussi une façon de réveiller une soif d'apprendre chez des étudiants peu à l'aise avec le système d'enseignement traditionnel.

Références

Cacha R., Ferrari A., Ala-Mutka K.& Punie Y. (2010). *Creative Learning and Innovative Teaching. Final Report on the Study on Creativity and Innovation in Education in the EU member states*, JRC Scientific and Technical Reports, Luxembourg Publications Office of the European Union.

Dehaene S. (2015). L'engagement actif, la curiosité, et la correction des erreurs, *Cours du collège de France* <http://www.college-de-france.fr/site/stanislas-dehaene/course-2015-02-03-09h30.htm>

Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *PNAS*, *111*(23), 8410–8415.

Narce, C., Brouillard, F., Parmentier, J., Thomas, M., Bernard, F., Ozgümüs, A., Blanc, E., Chaillou, S., Provost, E. & Boddaert, T. (2015). *Démarche progressive vers l'apprentissage par projet dans une formation scientifique*, 8^e édition du colloque QPES, 17-19/6/15, Brest, France.

Paul, A., Kirschner & Jeroen, J.G. van Merriënboer (2013). Do Learners Really Know Best? Urban Legends in Education, *Educational Psychologist*, *48*:3, 169-183

Perrenoud, P. (1998). Réussir ou comprendre ? Les dilemmes classiques d'une démarche de projet, *Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, Université de Genève* (http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_1998/1998_39.html, page visitée en juin 2015)

Reverdy, C. (2013). « Des projets pour mieux apprendre ? » *Dossier d'actualité Veille et Analyses*, n° 82, février. En ligne : <http://ife.ens-lyon.fr/vst/DA/detailsDossier.php?parent=accueil&dossier=82&lang=fr>