Promouvoir et soutenir la Pédagogie Par Projet Centré Humain dans le supérieur : le projet APACHES

Alexis Lebis[1[0000−0003−2104−8671]], Estelle Prior[1,2[0000−0002−2895−2690]], Nadine Mandran[2], Abir Karami[3], and Mathieu Vermeulen[1[0000−0003−3646−1741]]

[1] IMT Lille Douai, Université de Lille, Lille, France
{alexis.lebis|estelle.prior|mathieu.vermeulen}@imt-lille-douai.fr
[2] Université Grenoble ALPES, Grenoble, France
nadine.mandran@univ-grenoble-alpes.fr
[3] FGES-Université Catholique de Lille, Lille, France
abir.karami@univ-catholille.fr

Résumé La pédagogie par projet a su montrer son efficacité et l'on constate un accroissement de sa popularité dans l'enseignement supérieur. Cette pratique met l'accent sur les compétences interdisciplinaires relatives à la gestion de projet que les étudiants sont amenés à mobiliser durant tout leur cursus. Nous nous intéressons plus particulièrement à la gestion de projet en informatique centrée humain, qui fait intervenir l'humain dans les processus de conception, d'utilisation et d'évaluation des projets. Dans cet article, nous abordons les questions de l'intégration et de l'évaluation de ces compétences interdisciplinaires chez les étudiants. Premièrement, nous traitons la question de la traçabilité de l'apprentissage de ces compétences dans le contexte de l'informatique centrée humain en adoptant une approche par compétences. Nous argumentons les avantages et les désavantages des approches existantes dans le contexte des méthodes Agiles dans la pédagogies par projet centrée humain. Deuxièmement, nous présentons des outils capables d'accompagner ce type de projet, et l'effet qu'ils ont sur l'enseignement, le cadre écologique des enseignants et la motivation des étudiants. Des entretiens semi-directifs ont été réalisés avec cinq enseignants concernant ces deux questions. Une des conclusions à ces entretiens est la nécessité de pouvoir tracer et analyser la progression des étudiants durant ces cours afin de pouvoir les aider de manière adéquat et de s'assurer de l'acquisition des compétences à la fois disciplinaires dont les enseignants sont experts, et celles interdisciplinaires de gestion de projet. Dans ce but nous proposons le projet *APACHES*, co-construit avec ces différents acteurs.

Keywords: Pédagogie par projet centré humain · Informatique centrée humain · Méthode Agile · Traçabilité · Approche par compétences · Learning Analytics.

1 Contexte

La pédagogie par projet est un type de pédagogie active où, par l'entremise de la résolution de questions complexes et de problèmes, les étudiants deviennent eux-mêmes acteurs de la production et de l'acquisition de leurs connaissances [17]. L'une des problématiques à ce type de pédagogie est la nature symplectique qui se manifeste entre les compétences disciplinaires (*e.g.* mathématiques) et interdisciplinaires (*e.g.* gestion de projet) acquises et à mobiliser par les étudiants[1]. De fait, les compétences interdisciplinaires ne sont pas uniquement transmises par des cours théoriques de gestion de projet : elles s'acquièrent par la mobilisation de connaissances dans des situations adéquates [16]. La difficulté est de pouvoir évaluer ces compétences [11].

Actuellement, bien que l'on puisse remarquer dans les *Learning Analytics* l'émergence de méthodes d'analyses de données [5,20], à notre connaissance l'évaluation de ces compétences interdisciplinaires de projet s'avère être une tâche complexe pour les enseignants. On remarque aussi un manque d'outils adaptés pour aider ces enseignants [7,9]. Par conséquent, il est courant de noter chez les étudiants des lacunes concernant les compétences et les méthodes en lien avec la pédagogie par projet (*e.g.* compétences de gestion Agile). Il est fréquent d'observer de la part des étudiants que l'accent est mis sur les besoins techniques de la gestion de projet (*e.g.* devoir établir un calendrier, définir des rôles), occultant les compétences à mobiliser pour le mener à bien et l'objectif pédagogique sous-jacent. De plus, on constate l'inclination de la pédagogie par projet à faire intervenir l'humain à différents niveaux. À ce titre, le domaine de l'informatique centrée humain se démarque ; son besoin étant d'explorer l'activité humaine pour concevoir des applications, et d'évaluer ces dernières avec des humains [1] [12](*e.g.* concevoir un simulateur de vol pour des pilotes, une plate-forme pour l'apprentissage des mathématiques). En outre, et bien que cela rende plus difficile le travail en mode projet, la collaboration et l'adaptation au contexte [1] y sont considérées comme capitales. L'informatique centrée humain repose sur une approche préconisant des méthodes itératives, qui ont aussi la possibilité d'accompagner l'activité humaine [2]. Actuellement, les étudiants en informatique sont formés aux méthodes Agiles qui préconisent l'intégration de l'humain dans le développement des applications. Mais ils sont rarement formés sur les fondamentaux des méthodes de production des données en sciences humaines et sociales (*e.g.* entretien, *focus-group*, observation) ou encore aux méthodes d'analyses des données (*e.g.* analyse thématique, statistiques) en situation écologique. Par conséquent, la question se pose sur les méthodes et les outils à mettre en place pour intégrer correctement l'humain dans la pédagogie par projet. En effet, centrer l'informatique sur l'humain fait intervenir des interactions fortes entre différents éléments (*e.g.* d'autres acteurs, des systèmes, des interfaces utilisateurs) dans des contextes riches et complexes : cela nécessite, en plus des compétences

1. D'après Tardiff, la notion de compétence se définit comme "un savoir-agir complexe reposant sur la mobilisation et la combinaison efficaces d'une variété de ressources internes et externes à l'intérieur d'une famille de situations" [16].

informatiques, de mobiliser celles des sciences humaines et sociales (SHS) [12]. Il devient donc nécessaire d'accompagner les enseignants dans l'élaboration de tels cours. Cette approche par projet en informatique centrée humain doit se faire sur le long terme. Les contenus disciplinaires informatique et SHS doivent être pensés de manière conjointe et évolutive. Les attentes des étudiants dans leurs premières années de cursus (*i.e.* L1 à L3) ne sont pas les mêmes que celles de doctorants dans ce même domaine. De fait, l'accompagnement des enseignants et des étudiants, ainsi que l'évaluation des compétences doit être graduelle tout au long du cursus.

Ainsi, le projet APACHES (Apprentissage des conduites de Projets Agiles et Centrés Humain dans l'Enseignement Supérieur) que nous présentons dans ce papier tente de répondre à la problématique : *comment assister les différents acteurs (e.g. enseignant, étudiant, décideur) dans leur démarche de pédagogie par projet centré humain en informatique, et transformer le cadre pédagogique de ces acteurs pour le rendre adéquat à ce type d'enseignement ? Comment identifier et évaluer les compétences interdisciplinaires de projets mobilisées et acquises par les étudiants ? Dans ce contexte, comment et pourquoi mobiliser les outils des Learning Analytics ?*

2 Travaux relatifs & définition

La littérature nous apporte des réponses quant à la problématique mentionnée. Nous notons par exemple qu'une approche d'enseignement reposant sur des principes Agiles a été formalisée par ALPES (Approches agiLes Pour l'Enseignement Supérieur) [19]. L'objectif est de fournir aux étudiants des concepts de gestion de projet par l'intermédiaire des approches Agiles qui sont intégrées dans différents cours, tout au long de leur cursus. ALPES s'inspire des notions socio-constructivistes pour définir la transmission de ces concepts, et promeut ainsi la co-construction des compétences et des connaissances plutôt qu'une transmission passive de ces dernières [8]. Ainsi en adéquation avec le manifeste Agile [1], ALPES favorise les interactions humaines [19].Une autre approche, nommée THEDRE pour *Traceable Human Experiment Desing* [12], propose une méthode pour conduire la Recherche en Informatique Centrée Humain (RICH). L'objectif de la RICH est la production de connaissances scientifiques et la construction des outils par et pour l'humain. Ce type de recherche requiert une approche basée sur l'expérimentation afin de générer des données spécifiques au domaine d'étude à analyser. De plus, l'humain est inclus à la fois dans l'élaboration et l'évaluation, et le contexte dans lequel il évolue est pris en compte. La RICH fait aussi intervenir la notion d'étapes incrémentales pour élaborer et évaluer les outils ainsi produits. La méthode THEDRE est un modèle de méthode pour accompagner les doctorants et les chercheurs dans le domaine de la RICH. Cette méthode fournit un ensemble de guides pour faciliter le travail des doctorants et améliorer les échanges entre acteurs de la recherche. Néanmoins, à notre connaissance, il n'existe pas de définition formelle de ce qu'est la Pédagogie Par Projet Centrée Humain (P^3CH), ce qui limite la manière dont nous pouvons

répondre aux différents problèmes soulevés. C'est pourquoi, en s'inspirant des travaux de la littérature [4,15,16,17], nous la définissons comme étant :

> *une démarche pédagogique socio-constructiviste ancrée dans un continuum de compétences à enseigner dans le temps, et dans laquelle l'acquisition de ces compétences par les étudiants s'effectue par la réalisation d'un projet impliquant des utilisateurs dans une situation écologique en accord avec les attentes pédagogiques, capable de les motiver par le questionnement et les problèmes intrinsèques à ce projet. Elle fait aussi intervenir les différents acteurs humains dans les processus de conception, d'utilisation, d'évaluation du projet et de ses livrables – notamment les utilisateurs des livrables.*

Nous présentons dans ce papier les besoins actuels des enseignants que nous avons pu recenser concernant la P^3CH en informatique. Ensuite, nous présentons le projet APACHES et la façon dont ce projet escompte répondre à la problématique de la P^3CH et aux besoins des enseignants. L'objectif de ce projet est de proposer un cadre théorique, un modèle de méthode d'enseignement et des outils afin de former et d'assister les différents acteurs académiques (*e.g.* étudiants de premier cycle, diplômés, doctorants, enseignants, superviseurs) à la P^3CH. Ce projet a aussi pour ambition de proposer une approche par compétences tout au long du cursus universitaire. Basé sur ALPES et THEDRE, APACHES a pour objectif d'aider la transformation pédagogique via l'introduction de la P^3CH et d'assister les différents acteurs avant, pendant et après leurs cours.

3 Etude exploratoire pour co-construire APACHES

Pour dimensionner le projet APACHES, nous avons impliqué des enseignants qui utilisent déjà cette pédagogie par projet dans leur enseignement en informatique et des chercheurs dont la problématique portent sur des méthodes de conception de dispositifs pédagogiques, sur des modèles et outils pour les *Learning Analytics* ou sur des méthodes de conduite de la recherche en informatique centrée humain. Comme préconisé dans le *Design Based-Research* [21], l'implication des chercheurs et des enseignants offre un cadre collaboratif et intégratif pour concevoir un dispositif d'enseignement en contexte réel. Ce travail collaboratif permet de faire émerger des questions de recherche du terrain et de proposer des outils issus de la recherche aux enseignants.

Pour l'instant, nous avons travaillé à trois niveaux. Premièrement, nous avons défini la problématique du projet APACHES, par différents échanges et réunions. Ce travail a fait émerger des questions de recherche sur l'évaluation des compétences dans ce type de pédagogie, sur les méthodes d'enseignements par projets et sur les indicateurs de suivi du travail des étudiants. Ce travail d'explicitation a été nécessaire pour préciser la problématique.

Parallèlement, nous avons choisi d'impliquer les enseignants qui ont déjà mis en place l'approche ALPES. Comme nous avions peu d'informations sur leur expérience, nous avons utilisé une méthode de production de données ancrée

dans une démarche qualitative, l'entretien. Cette démarche permet d'explorer en profondeur un champ non connu et de faire émerger les pratiques et besoins d'utilisateurs dans un domaine précis [6,13]. Ainsi, nous avons interrogé cinq enseignants [2] qui mettent en place depuis au moins quatre ans les principes de l'approche ALPES dans leurs enseignements en informatique *[E1, E2, E3, E4, E5]*, en intelligence artificielle *[E3]* et en gestion de projets *[E5]*. Le panel des participants est composé d'une femme et quatre hommes et comprend le concepteur de l'approche ALPES. Des entretiens semi-directifs ont été menés pour évaluer l'état actuel de l'utilisation de cette pédagogie par projet Agile en informatique mais aussi pour identifier les points à améliorer.

Ensuite, sur la base des premiers résultats issus de l'analyse des entretiens, nous avons animé un *focus-group* avec quatre personnes pour avoir une première version d'une méthode d'enseignement par projet pour l'informatique centrée humain. L'objectif de ce travail était de lister les tâches pour mettre en place cette pédagogie. Les résultats obtenus sont une première étape pour construire notre méthode, nous les avons confronté aux travaux de Raucent et ses collaborateurs [14]. Dans les sections suivantes, nous présentons les résultats des entretiens menés auprès des enseignants.

Le guide d'entretien abordait, d'une part, l'expérience des enseignants avec l'approche ALPES et ses outils et leur façon d'encadrer des thèses. D'autre part, il traitait de la numérisation des outils présents dans ALPES et des outils permettant de faciliter l'encadrement d'une thèse qui, *in fine*, seront à implémenter dans APACHES.

3.1 De l'émergence d'une transformation des pratiques pédagogiques

Les enseignants ont parlé de leur expérience d'enseignement avec l'approche ALPES. Ils ont abordé leur propre changement de pratiques ainsi que ceux remarqués chez leurs étudiants ($N = 4$), l'apport de nouvelles perspectives ($N = 5$) et les impacts de cette démarche Agile ($N = 4$). Pour le premier point, trois d'entre eux notent chez eux et leurs étudiants une amélioration de la motivation, des interactions et des conditions de travail. Concernant le second point, les principaux avis ($N = 3$) portent sur les progrès remarqués chez les

2. Les caractéristiques de ces enseignants sont présentés dans le Tableau 1.

Numéro du participant	Statut	Année d'enseignement	Année d'enseignement avec l'approche ALPES	Thèses encadrées
E1	Ingénieur/enseignant	8	5	0
E2	Ingénieur/enseignant	10	4	0
E3	Maître assistant	10	5	3
E4	Maître assistant HDR	14	5	5
E5	Maître de conférence	11	5	4

Table 1. Tableau présentant les caractéristiques des enseignants interrogés.

étudiants au niveau des notes, de la productivité et de l'autonomie. Un enseignant précise toutefois qu'il n'a pas perçu d'amélioration dans l'apprentissage des notions disciplinaires : *"Je ne vois pas forcément que l'utilisation des outils ALPES aide mieux les étudiants à apprendre le système de gestion de base de données, mais plutôt sur le développement et la gestion de projet informatique."(E2)* Les avis sont plus hétérogènes sur le dernier point : deux enseignants évoquent l'avantage d'une démarche itérative ; un autre celle de la flexibilité et de la personnalisation du cours ; et un dernier met en garde sur la possibilité de passer à côté des notions à apprendre à cause de la concentration que requiert la mise en place de cette approche.

Les enseignants ont donné leur avis sur les outils proposés dans ALPES. Seuls les outils utilisés par l'ensemble des enseignants sont cités : la *timebox* (affichage d'une minuterie), le *task board* (tableau de suivi de progression des tâches), les *user stories*[3] (scénario utilisateur), le *planning board* (tableau de suivi de progression des *user stories* à travers les séances), le *tweetback board* (tableau dans lequel les étudiants donnent leurs avis) et le *dojo* (résolution collective de problème) [19].

3.2 Vers une numérisation et un apport des Learning Analytics

Au niveau de la numérisation des outils, Un enseignant aborde l'importance de celle-ci pour tracer les activités des étudiants et pour avoir à disposition des indicateurs. Il souhaite avoir une possibilité de *gamification* tout en prenant garde au risque de compétitivité. Elle peut aussi être *"un levier de réussite"* pour les étudiants et non comme *"un outil remplaçant l'interaction enseignant-étudiant" (E5).* Deux enseignants relatent les difficultés d'utilisation et le risque de perte d'information. L'un d'eux déplore aussi la perte de manipulation d'objets tangibles liée à la numérisation. Au sujet des fonctionnalités à intégrer au futur outil, les enseignants ont abordé des des outils dédiés à la gestion de projets ($N = 5$), de la facilitation du travail ($N = 5$), des indicateurs ($N = 3$) et du suivi de l'activité ($N = 3$).

Concernant les outils ALPES, tous les enseignants souhaite une intégration de ceux qu'ils utilisent le plus et l'ajout de nouvelles fonctionnalités. Pour les *boards*, ils désirent intégrer trois fonctionnalités : une qui amène les étudiants à être plus assidus dans leur utilisation, une seconde qui leur permet de modifier les *boards* et les personnaliser, et une troisième pour permettant,gérer les étudiants, les alerter sur leurs besoins ainsi que de synchroniser les modifications souhaitées sur les *boards* étudiant. Deux enseignants souhaitent que les *user stories* soient inscrites dans un tableau, avec des options en fonction de l'utilisateur, comme offrir la possibilité d'une meilleure organisation, apporter davantage de richesses dans les niveaux et pouvoir ajouter des éléments pour ralentir les étudiants les plus avancés. *"Avoir un tableau prof qui représente le projet. Le prof va pouvoir*

3. Il s'agit de la description des besoins et des attentes utilisateurs – décrits de manière indépendante les uns des autres – vis-à-vis de la production finale et conditionnant ses fonctionnalités [3].

modifier les user stories et ça se répercutera dans les tableaux des étudiants. Sachant que les étudiants ont leur propre tableau connecté à celui du prof et qu'ils peuvent faire des modifications propres à eux. Donc, il y a une forme de suivi de versions des tableaux." (E3) Concernant le *dojo*, un enseignant propose de les faire sous forme de vidéo pour les mutualiser à l'ensemble des utilisateurs de l'outil, de manière à diminuer les répétitions et les arrêts des étudiants dans leur travail. Pour la *timebox*, les enseignants ($N = 5$) soulignent la pertinence d'avoir des options favorisant l'adaptation à leurs étudiants et au contexte. *"Les étudiants sont tellement concentrés sur l'affichage de la timebox qu'ils oublient de travailler (...), à l'IUT je n'affiche pas la timebox, j'utilise une sonnerie (...). La fin d'une timebox peut être surprenante, donc ça nécessite de la souplesse pour finir la mission en cours." (E5)* Les enseignants ($N = 4$) évoquent aussi de nouvelles fonctionnalités, comme une aide à la construction du cours et une liste de vérification des notions disciplinaires à connaître qui pourra guider les *dojo* ; l'aide à l'évaluation Agile et à la validation continue, sans en faire un outil d'évaluation ; une aide à l'autonomie dans la recherche d'informations ; et enfin un système de conseils et d'assistances pour les étudiants – en veillant à ne pas remplacer le travail de l'enseignant : *"Le système de conseils aux élèves ne doit pas remplacer le fait qu'ils retournent vers l'enseignant pour des questions." (E4)*

Pour la facilitation du travail du point de vue étudiant, les enseignants proposent une aide à la communication entre eux et une accessibilité au cours ($N = 2$). Les enseignants expriment l'intérêt d'avoir une aide pour exporter et importer facilement les cours ; pour retrouver les tableaux des groupes et reconnaître rapidement les étudiants ; pour identifier, définir et valider les notions à acquérir ; et pour valider des travaux à distance. Ces points permettront d'améliorer l'autonomie de l'étudiant pour qu'il puisse avoir la maîtrise de son projet. Ils fourniront aussi à l'enseignant une fluidification de son travail, des interactions avec les étudiants et réduiront sa concentration sur la méthode et le risque d'oublis des notions de cours à aborder. *"Ca permettrait d'éviter de se perdre complètement dans la méthode et oublier les notions de cours. C'est une complémentarité pour valider les notions de cours apprises." (E3)*

Au niveau des *Learning Analytics*, les enseignants proposent différents indicateurs pour suivre les étudiants. Nous pouvons citer : 1) la "vélocité" pour rendre compte de la vitesse de réalisation du travail ; 2) "le temps passé à réaliser les tâches et répondre aux *user stories* ainsi que l'avancement du projet" , d'être informé en cas de retard mais aussi d'améliorer la gestion de leur travail ; 3) "le nombre de questions posées par groupe" afin d'apporter une aide dans l'évaluation de leur participation. *"un retour sur l'avancée des projets et la compréhension, avoir des stats et des indicateurs qui permettent de voir où en sont les étudiants, des indicateurs aussi sur le pourcentage d'avancement, le nombre de questions posées pour un groupe, (...), le temps passé sur une user-story pour mieux organiser les découpages (...), des indicateurs pour donner une note de participation (...), un retour aux étudiants sur leurs avancements par rapport aux autres." (E1) ; "Ça serait peut être intéressant de voir si un groupe a passé un certain*

temps sur une tâche en particulier. Ça veut dire qu'il faut préciser un temps maximum à ne pas dépasser pour réaliser la tâche." (E2).

Enfin, ils souhaitent recueillir des traces sur les versions et modifications des *boards*, la réalisation des actions effectuées à chaque étape du projet et les connaissances acquises. L'objectif principal est de pouvoir faire un retour aux étudiants sur les notions disciplinaires à connaître et de valoriser, partager et communiquer sur les différentes étapes du projet. Un des enseignants exprime l'importance de pouvoir accéder aux traces. *"Il ne faut pas enfermer les données dans l'outil, pour ceux qui veulent accéder à plus, il faut qu'ils puissent." (E4).*

3.3 Le doctorat en informatique centrée humain : un besoin de méthode et d'outils

Au niveau du suivi des thèses, trois enseignants se sont exprimés sur les outils qu'ils utilisent dans le suivi de leurs doctorants et sur les fonctionnalités dont ils souhaiteraient disposer pour ce suivi. Pour les outils utilisés, ils citent des outils d'organisation qui favorisent la visibilité sur trois ans, l'utilisation d'un retroplanning avec des objectifs définis ou la mise en place d'un *task board* et d'un *planning board*. Ils évoquent des moments de bilan comme les réunions périodiques, l'encouragement à les solliciter en cas de besoin, l'envoi d'un "résumé hebdomadaire de leur semaine", sont autant d'outils qu'ils instaurent pour favoriser une régularité dans leur suivi. Ils mettent aussi à disposition des outils pour communiquer et faciliter le partage de documents. L'un d'eux proposent à ses doctorants des outils d'aide à la réflexion et à la structuration. *"une méthode de conduite de la recherche avec une visibilité sur 3 ans, un rétroplanning, (...). On fait un point régulier toutes les une ou deux semaines ou autre selon le besoin" (E5).* Concernant les fonctionnalités demandées par les enseignants, deux d'entre eux ont répondu. Ils accentuent leurs discours sur la nécessité d'améliorer l'accompagnement du doctorant en lui apportant un cadre et d'être alerté en cas de retard sur les étapes de sa thèse. L'un ajoute le besoin de méthodes et fonctionnalités adaptatives. Le second évoque la nécessité d'outils de communication entre doctorants. *"C'est délicat pour l'investissement dans l'encadrement d'une thèse. Un outil numérique (...) pour le doctorant, ça peut lui donner un cadre, un prototype de thèse, d'état de l'art et un cadre temporel pour aider à ne pas prendre du retard. Des alertes à l'équipe encadrant s'il y a du retard sur certaines étapes (...). Ça peut aider s'il y a des outils, comme des sortes de réseau social de doctorants." (E3)*

4 Discussion des résultats, définition et intégration de APACHES dans l'enseignement supérieur

4.1 Discussion des résultats

Au niveau du retour d'expérience de l'approche ALPES, les enseignants ont remarqué une amélioration de leurs pratiques de travail mais aussi de celles des

étudiants ; avec entre autres une progression de l'autonomie chez ces derniers ; et des avantages rencontrés au niveau de l'itération, de la flexibilité et de la personnalisation possible de leurs enseignements. Concernant la numérisation des outils, les participants ont évoqué un besoin de traces et d'indicateurs, grâce à la facilitation du travail, l'intégration des outils ALPES utilisés et le suivi possible des modifications effectuées par les étudiants. Ils ont cependant mis en garde à propos des éventuelles pertes d'information, d'absence d'objets tangibles et de difficultés d'utilisation. Enfin, les enseignants se sont exprimés sur l'utilisation d'outils d'organisation, de bilan et de communication pour encadrer leur doctorant. Ils ajoutent un besoin d'améliorer cet accompagnement, d'avoir des fonctionnalités adaptatives, qui permettent de faciliter la visibilité des doctorants et la communication entre pairs.

Utiliser la pédagogie par projet centrée humain pour l'informatique semble présenter de réels bénéfices pour les différents acteurs pédagogiques. Néanmoins, il apparaît nécessaire de disposer d'une méthode d'enseignement adaptable pour les différents enseignants. Pour soutenir cette pratique, un modèle de méthode d'enseignement doit être construit pour que chaque enseignant puisse s'approprier les différentes étapes incontournables de la méthode et l'adapter à son contexte de travail. Il est nécessaire de soutenir cette méthode par des outils informatiques spécifiques et par l'analyse des traces d'activités. Cette numérisation aura pour objectif d'accompagner l'enseignant dans la mise en place de ce type d'enseignement, d'offrir aux étudiants la possibilité de s'auto-organiser, de fournir de nouveaux outils spécifiques à la gestion de projets et de proposer des tableaux de bords pour suivre l'activité des étudiants. La présence d'une plate-forme support modulable permettra une meilleure inclusion et de meilleures interactions entre les différents acteurs lors de la réalisation du projet. Ces résultats exploratoires nous offre un point de départ pour formaliser le projet APACHES et commencer la réflexion sur la méthode d'enseignement, les outils et les supports numériques. APACHES vise à offrir un modèle de méthodes d'enseignement, des guides pour mettre en oeuvre cette méthode, des outils de suivi et d'évaluation des compétences et une plate-forme numérique support. Ce modèle s'adresse à des projets en informatique centrée humain, itératifs, incrémentaux et adaptatifs : ce sont là les principes que nous désirons recommander et transmettre [12]. Pour réaliser cela, nous nous inspirons des travaux réalisés dans l'approche ALPES, des approches Agiles, de la méthode THEDRE et de ceux utilisés en informatique centrée humain tel le *Design-Based Research* [21].

4.2 Perspectives

Il en résulte alors la définition d'un ensemble de modèles et de théories propres à la P^3CH afin de couvrir formellement ces différents aspects. Nous observons par exemple la nécessité de définir un modèle de traces propre à la P^3CH pour tracer l'activité des étudiants et servir de socle à des analyses pertinentes pour ce type de pédagogie. Nous notons le besoin de proposer une modélisation des compétences interdisciplinaires qui peuvent survenir au sein de cette pratique,

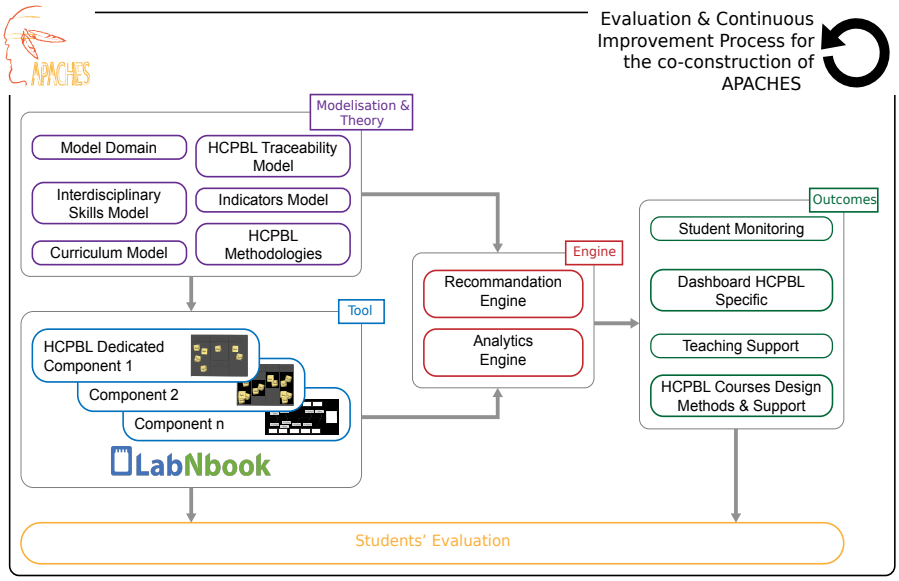

Figure 1. Diagramme des différents aspects du projet APACHES et de leur organisation. HCPBL est l'acronyme anglais de la P^3CH : *Human-Centered Project-Based Learning*. Les éléments pointés par les flèches utilisent les éléments les pointant.

par exemple, pour être en mesure d'évaluer le profil d'un apprenant et ensuite permettre une recommandation personnalisée concernant les cursus les plus adaptés pour ces objectifs. Tous les éléments identifiés comme formant le cadre théorique et formelle de la P^3CH sont présentés en haut à gauche de la Figure 1, dans l'encart *Modelisation & Theory*. Il en découle aussi la définition d'outils et de composants activables ancrés dans ce type de pédagogie (cf. l'encart *Tool* dans la Figure 1) et réifiant les modèles sus-mentionnés. Ces outils, instanciés dans une plate-forme support, seront utilisés par les différents acteurs lors de la P^3CH et fourniront les informations nécessaires pour les différentes analyses réalisables (*e.g.* comportementale, phénoménologique) et l'assistance. L'encart *Engine* de la Figure 1 illustrent ces deux éléments.

Tous ces éléments vont nous permettre d'obtenir des contributions importantes (cf. éléments en vert dans l'encart *Outcomes* de la Figure 1). Il devient possible d'assister et d'établir des recommandations pour les enseignants concernant l'élaboration de projets - afin par exemple de s'assurer que les compétences interdisciplinaires demandées soient conformes à celles mobilisables par les étudiants. Grâce à la modélisation d'indicateurs propres à la P^3CH, à la modélisation des compétences interdisciplinaires et à la possibilité de définir des profils d'apprenants, il devient alors possible de proposer des tableaux de bords dynamiques et en temps réels. Ils seront à la fois à destination des enseignants pour leur permettre de monitorer la progression des étudiants, et aussi à destination des étudiants

pour d'une part les assister durant leurs cours, et d'autre part pour les informer de l'état de leurs compétences liées à la P^3CH en informatique et les aider dans leur choix de cursus universitaire. Ces avancés nous permettent d'envisager de donner aux enseignants les outils adéquats pour concevoir des cours de P^3CH adaptés aux compétences des étudiants qu'ils rencontrent. De plus, ils pourront aussi avoir accès à un ensemble de méthodes et de bonnes pratiques à déployer dans ce type de pédagogie. De cette manière, l'acquisition des compétences – à la fois disciplinaire et interdisciplinaire – s'en trouvera renforcée, en accord avec les principes de la pédagogies par projet, et les interactions entre les différents acteurs humains pourront être mieux identifiées, et renforcées. L'ensemble des éléments présentés dans la Figure 1 ont été co-construits avec les différents acteurs pédagogiques et évalués depuis le début du projet en octobre 2018 - et continueront de l'être tout au long du projet. Les expérimentations concernant la première itération des outils et des modèles APACHES sont planifiées pour le premier trimestre 2020 et seront réalisées par des enseignants du supérieur volontaires. En plus de cela, nous prévoyons de choisir un panel d'étudiants, représentatif, afin d'identifier leurs besoins et leurs propositions, toujours dans l'objectif de mieux faire concorder APACHES aux attentes utilisateurs.

Une deuxième phase d'expérimentation aura pour but d'étudier les modalités de transmission des pratiques APACHES aux différents acteurs pédagogiques, et la façon dont les outils proposés peuvent les aider à transformer leurs cours et faire évoluer leurs méthodologies. Au fil de ces expérimentations, nous mèneront régulièrement des entretiens avec ces enseignants pour mieux comprendre l'appropriation qu'ils se font des outils et la manière de diffuser ces nouvelles méthodes. Aussi, nous tracerons de manière intensive les traces d'activités des apprenants dans les outils et les composants mis à leur disposition. Par l'entremise des techniques de *Learning Analytics*, ces données nous serviront dans l'élaboration des indicateurs pour monitorer les étudiants [10,18]. Ces derniers seront d'ailleurs définis en accord avec une approche centrée utilisateur, comme le prescrit THEDRE : nous impliquerons les différents acteurs pédagogiques dans l'exploration de leur besoin, dans la co-construction de ces indicateurs ainsi que dans leur évaluation.

Pour conclure, APACHES implique actuellement plus de 2000 étudiants, répartis dans trois établissement français, plus de 15 doctorants et 15 enseignants ; et nous prévoyons d'y inclure encore d'autres acteurs. Ce projet, prévu également sur plusieurs années, va nous permettre de transformer foncièrement les pratiques d'enseignement dans l'informatique centrée humain pour proposer à ces différents acteurs une pédagogie capable d'exploiter les outils numériques du 21e siècle qui répondent au mieux à leur besoin.

Références

1. Beck, K., Beedle, M., Van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., Grenning, J., Highsmith, J., Hunt, A., Jeffries, R., et al. : Manifesto for agile software development (2001)
2. Cockburn, A., Highsmith, J. : Agile software development : The people factor. Computer (11), 131–133 (2001)

3. Cohn, M. : User stories applied : For agile software development. Addison-Wesley Professional (2004)
4. Condliffe, B., Visher, M.G., Bangser, M.R., Drohojowska, S., Saco, L. : Project-based learning : A literature review. New York, NY : MDRC (2016)
5. Cooper, A. : Learning analytics interoperability-a survey of current literature and candidate standards (2013)
6. Creswell, J. : Research Design : Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. SAGE Publications (2013)
7. Espinoza, A., Garbajosa, J. : A study to support agile methods more effectively through traceability. Innovations in Systems and Software Engr. **7**(1), 53–69 (2011)
8. Jonnaert, P. : Compétences et socioconstructivisme : un cadre théorique. Armando Editore (2009)
9. Kingston, S. : Project based learning & student achievement : What does the research tell us ? pbl evidence matters, volume 1, no. 1. Buck Institute for Education (2018)
10. Lebis, A., Lefevre, M., Luengo, V., Guin, N. : Capitalisation of Analysis Processes : Enabling Reproducibility, Openess and Adaptability thanks to Narration. In : LAK '18 - 8th International Conference on Learning Analytics and Knowledge. pp. 245–254. ACM, Sydney, Australia (Mar 2018)
11. Mandin, S., Guin, N. : Évaluation de savoir-faire au sein d'un environnement éducatif fondé sur un référentiel. In : Atelier Évaluation des Apprentissages et Environnements Informatiques, EIAH 2015. Agadir, Morocco (Jun 2015)
12. Mandran, N., Dupuy-Chessa, S. : THEDRE : A Traceable Process for High Quality in Human Centred Computer Science Research. In : 26th International Conference on Information Systems Development, ISD 2017. Larnaca, Cyprus (Sep 2017)
13. Mandran, N., Dupuy-Chessa, S. : Supporting experimental methods in Information System research. In : 12th IEEE International Conference on Research Challenges in Information Science RCIS'2018. Nantes, France (May 2018)
14. Raucent, B., Milgrom, E., Bourret, B., Hernandez, A., Romano, C., et al. : Guide pratique pour une pédagogie active : les APP. . . , Apprentissages par Problèmes et par Projet. Toulouse : Institut national des sciences appliquées (2010)
15. Simon, H.A. : The Sciences of the Artificial. MIT Press, Cambridge, MA, 3 edn. (1996)
16. Tardif, J., Fortier, G., Préfontaine, C. : L'évaluation des compétences : documenter le parcours de développement. Chenelière-éducation, Montréal (2006)
17. Thomas, J.W. : A review of research on project-based learning (2000)
18. Verbert, K., Govaerts, S., Duval, E., Santos, J.L., Assche, F., Parra, G., Klerkx, J. : Learning dashboards : an overview and future research opportunities. Personal and Ubiquitous Computing **18**(6), 1499–1514 (2014)
19. Vermeulen, M., Laval, J., Serpaggi, X., Pinot, R. : Soyez agiles dans les A.L.P.E.S. ! Une pedagogie en mode agile. In : 9ème Colloque Questions de Pédagogie dans l'Enseignement Supérieur (QPES 2017). Grenoble, France (Jun 2017)
20. Vie, J.J., Popineau, F., Bruillard, É., Bourda, Y. : A review of recent advances in adaptive assessment. In : Learning analytics : fundaments, applications, and trends, pp. 113–142. Springer (2017)
21. Wang, F., Hannafin, M.J. : Design-based research and technology-enhanced learning environments. Educational technology research and development **53**(4), 5–23 (2005)