

Cadre d'évolution de modules d'acquisition de connaissances disciplinaires en vue d'intégrer l'acquisition de compétences cognitives professionnelles et de haut niveau : principes et études de cas

B. Warin, C. Kolski, M. Sagar

Ce document a été publié, sans modifications substantielles, en anglais dans la revue internationale *Computers & Education* :

[Warin, Kolski & Sagar, 2011], Warin, B., Kolski, C., Sagar, M., 2011, *Framework for the evolution of acquiring knowledge modules to integrate the acquisition of high-level cognitive skills and professional competencies: Principles and case studies*, *Computers & Education* 57 (2011), pp. 1595-1614.

Résumé

L'évolution du profil des apprenants, des attentes des entreprises et des capacités offertes par les Technologies de l'Information et de la Communication nécessitent de faire évoluer les pratiques pédagogiques, particulièrement dans l'éducation supérieure. Cet article propose un cadre méthodologique pour faire évoluer les modules actuels d'acquisition de connaissances disciplinaires vers des enseignements qui intègrent l'acquisition de compétences cognitives professionnelles et de haut niveau. Une analyse de ce cadre en termes des principaux courants psycho-pédagogiques : behaviorisme, cognitivisme, constructivisme et socio-constructivisme est faite. Trois cas d'étude correspondant à trois évolutions de modules d'acquisition de connaissances disciplinaires sont détaillés et analysés. Nous montrons que les enseignements dispensés dans le cadre de ces trois modules ayant fait l'objet d'évolutions sont plus motivants, plus efficaces et plus proches des demandes des entreprises.

Mots-clés

Improving classroom teaching, Teaching strategies, Learning strategies, Collaborative learning, Pedagogical issues.

1 Introduction

Quelques difficultés pédagogiques

Au cours de leurs nombreuses années d'enseignements universitaires à vocation scientifique et technologique (relativement aux trois années de Licence et aux deux de Master), les auteurs ont constaté combien certains objectifs pédagogiques étaient difficiles à atteindre. Ce d'autant que l'engagement étudiant pour les enseignements traditionnels à base de cours et de séminaires a diminué ces dernières années [Eastman and Reisenwitz, 2006], [Cole, 2009]. Cette situation se rencontre par exemple lorsqu'il s'agit d'inculquer aux étudiants certaines connaissances conceptuelles où la part de définitions et de modélisations abstraites est importante. Leurs acquisitions rebutent un grand nombre d'étudiants. En effet, elles se prêtent peu facilement à la mise en place d'activités d'apprentissages riches en aspects techniques. De plus, elles n'ont pas souvent d'applications pratiques immédiates.

Enfin une autre difficulté pédagogique de nos enseignements universitaires, notamment technologiques, est de minimiser l'acquisition et la pratique de savoir-être, de savoir-faire et de travail collectif pourtant plébiscités par les entreprises [Gunasekaran, McNeil, & Shaul, 2002]. Ceci est particulièrement dommageable dans l'apprentissage des développements informatiques où les équipes sont la base de l'organisation ; la complexité

croissante des projets rendant les développements inaccessibles à un seul individu [Sancho-Thomas et al., 2009], Les entreprises préfèrent un ingénieur aux compétences techniques correctes mais surtout sachant "s'articuler" avec les activités, processus et hommes de l'entreprise plutôt qu'un spécialiste hyper-technicien. Celui-ci est alors souvent isolé et à contretemps de la réalité et des objectifs de l'entreprise. Ainsi la pratique et l'acquisition de telles compétences de haut niveau sont peu acquises par les étudiants. C'est le cas particulièrement dans de nombreuses formations en informatique, dans lesquelles la priorité est portée naturellement, aussi bien par l'équipe d'enseignement que par les étudiants, sur les compétences métier. [Abet, 2000] reprend ces compétences comme quatrième outcome, parmi onze, for Engineering criteria: "*An ability to function on multi-disciplinary teams*" qu'il décompose en four behavioral dimensions : *collaboration, communication, conflict management and self-management* [Besterfield-Sacre et al., 2000a, 2000b].

Discipline versus compétence

Ces phénomènes se sont accentués récemment. En effet, jusqu'aux années 1980 les entreprises spécifiaient leurs besoins de recrutement en termes de fonctions à accomplir, qu'elles déclinaient ensuite en tâches puis en habiletés [Raynal & Rieunier, 2001, p110] ce qui correspondait bien aux définitions des curricula universitaires structurées par champ disciplinaire. Cependant ce système structuré s'est trouvé en porte à faux avec la réalité où le travail en entreprise est devenu moins prescrit [Curricula-Vitae, http] et s'exprime en exigences complexes [Pisa, 2005]. Cela a induit pour les individus de faire face à la nécessité de mieux gérer l'interdépendance entre eux, d'avoir une plus grande réactivité face aux besoins et de gérer une diversification des missions [Pisa, 2005].

Aujourd'hui de nombreuses entreprises raisonnent en termes de compétences. Cette problématique a suscité une multiplication et une hétérogénéité de définitions [Mc Clelland, 1973], [Katz, 1974], [Pisa, 2005], [Le Boterf, 2006]. Nous retenons celle formulée par [Perrenoud, 1999] "*capacité d'action efficace face à une famille de situations, qu'on arrive à maîtriser parce qu'on dispose à la fois de connaissances, savoir-faire et savoir-être et de la capacité de les mobiliser à bon escient, en temps opportun pour identifier et résoudre de vrais problèmes*" particulièrement dans l'exercice d'un emploi ou d'un métier. Le désengagement des étudiants face à nos modules peut s'expliquer par cet écart entre une offre enseignante exprimée en termes de *discipline* et une attente étudiante et professionnelle exprimée en termes de *compétences*.

Afin de répondre à cette nouvelle donne, nous proposons dans cet article un cadre d'évolution qui permet de faire évoluer nos modules d'acquisition disciplinaires en y ajoutant l'acquisition de compétences pour dispenser des modules plus adaptés aux étudiants, entreprises et politique éducative. Cette intégration de compétences inclue l'intégration de compétences professionnelles, méthodologiques et métacognitives et peut être l'occasion pour les enseignants d'amener les étudiants à réfléchir à leurs relations avec l'enseignement. Si les curricula sont précis sur les connaissances à acquérir, ils sont moins diserts sur les savoir-être ou attitudes à acquérir, la nature et les techniques d'apprentissages ainsi que la valeur et l'utilisation des connaissances apprises. Elle permettra de faire évoluer nos enseignements pour répondre aux nouveaux profils des apprenants qui sont de moins en moins traditionnels [Miller, Miller, 1999], [Cole, 2009].

Cet article est organisé comme suit. Dans la section 2, nous situons les principaux courants psycho-pédagogiques par rapport à notre approche. En section 3, nous détaillons notre proposition sous forme d'un cadre pratique qui permet aux enseignants de faire évoluer leurs enseignements selon 7 principes. En section 4, nous décrivons trois études de cas relatives à la mise en œuvre de notre proposition. Nous montrons les principales évolutions qu'elle apporte par rapport aux modules tels qu'ils étaient enseignés initialement. En section 5, nous étudions comment les 7 principes ont influé sur les études de cas présentés et reportons

les apports pédagogiques. En section 6, nous concluons et terminons par des perspectives de recherche.

2 Positionnement par rapport aux principaux courants psychopédagogiques

Dans cette partie, nous rappelons brièvement les quatre principaux courants psychopédagogiques et situons leurs principes par rapport à notre approche.

Approche behavioriste

Dans nos établissements universitaires la pédagogie est historiquement basée sur une approche behavioriste. Cette approche a été introduite au début du XX^{ème} siècle par [Thorndike, 1911], et par Watson [Watson, 1913] qui s'inspiraient des travaux du prix Nobel 1904, Yvan Pavlov sur le comportement répondant [Pavlov, 1927]. Elle fut poursuivie par Skinner dans les années 1930-1950 avec le conditionnement opérant [Skinner, 1935] et l'enseignement programmé [Skinner, 1968]. Cette pédagogie est encore dominante dans le champ de l'éducation. Ces connaissances, ainsi que leurs textes fondateurs, sont bien connus [Green, 2009], [Raynal & Rieunier, 2001], [SEP, 2006]. Du point de vue opérationnel de l'enseignant, il est possible de formuler cette pédagogie en peu de principes :

- a) Il existe une réalité objective des savoirs et c'est l'enseignant qui la détermine complètement.
- b) Ce savoir est découpé en savoirs élémentaires. Il est exprimé en contenu à connaître et en capacité à résoudre des problèmes en relation directe avec ce contenu.
- c) L'apprentissage se fait par celui des savoirs élémentaires et leurs acquisitions garantit l'atteinte des objectifs pédagogiques.
- d) Les contrôles sont évalués par rapport au modèle de l'enseignant, donc objectifs. Ils sont quantifiables, individuels et le plus souvent écrits.
- e) L'apprentissage est mené par exposé des connaissances de l'enseignant.
- f) L'apprenant procède par écoute, lecture, essai et erreur suivis de renforcements.

Cette pédagogie est centrée enseignant et induit un travail individuel de l'apprenant. Elle se prête bien à l'enseignement de masse, mais ne répond aucunement, par nature, au travail sur les compétences de haut niveau. Si cette pédagogie demeure, encore actuellement, incontournable dans beaucoup de situations, notre volonté est de proposer un cadre conceptuel qui permette de la faire évoluer.

Approche cognitiviste

Alors que l'objet d'étude du béhaviorisme est le comportement, celui du cognitivisme est de modéliser et d'expliquer les activités mentales qui génèrent ce comportement. Il fait partie des sciences cognitives et postule que l'esprit humain peut être comparé à une machine de traitement de l'information. Un courant *computo-symbolique*, s'appuyant sur le fonctionnement séquentiel des ordinateurs, distingue la mémoire dite à court terme, la mémoire transitoire et la mémoire à long terme. Un second courant, le *connexionisme*, co-committant au premier mais reconnu plus tardivement, assimile le fonctionnement du cerveau à un réseau de neurones avec possibilité de calculs parallèles. Du point de vue de la pédagogie, le cognitivisme postule que l'apprenant interprète l'environnement selon ses schémas mentaux pour intérioriser les nouvelles connaissances. The Gagne's nine events of instructions can serve as a guideline to a constructivism instruction [Gagne, 1965]. So they propose 1) gain attention. 2) inform learners of objectives. 3) Stimulate recal of prior learning. 4) Present the content. 5) Provide learning guidance. 6) Elicit performance. 7) Provide feedback. 8) Assess performance. 9) Enhance retention and transfer to the job. Ainsi d'un point de vue pratique [Kruse, 2009], cette approche propose à l'enseignant de commencer les leçons par une question provocante ou un fait original, de présenter au préalable les objectifs et le contenu des leçons, de lier les nouvelles connaissances aux anciennes, de favoriser chez

l'apprenant son organisation de connaissances, de présenter les contenus sous différentes formes et différents cheminements, etc. Même si notre approche peut aller dans le sens du cognitivisme, elle s'inscrit aussi dans l'action et dans le constructivisme.

Approche constructiviste

Nous enrichissons l'approche cognitiviste par l'approche constructiviste établie au plan théorique dès les années 1930-1940 notamment par Bruner [Bruner, 1960], Piaget [Piaget, 1970] et Vygotsky [Vygotsky, 1998]. Cette approche considère que l'apprentissage résulte d'une interaction entre l'apprenant et son environnement et n'est pas un résultat modelé uniquement par l'environnement. Elle donne priorité à la connaissance qui relève de la personne sur les savoirs qui sont codifiés et fixés par un groupe social. Nous considérons les apprenants comme des organismes actifs cherchant du sens et des significations. Ce système actif de traitement de la connaissance interprète l'information et le monde extérieur selon sa représentation personnelle. L'apprenant assimile mieux lorsqu'il peut contextualiser ce qu'il apprend pour une application immédiate, ce qui lui permet d'acquérir une signification personnelle. Nous favoriserons donc une pédagogie active et non directive, en préconisant de donner priorité à un contexte réel d'apprentissage, à un enseignement *soutien* plutôt qu'un enseignement *intervention*. Nous donnons priorité à la découverte guidée, à l'apprentissage collaboratif et à une approche par projet. La tâche de l'enseignant sera d'offrir aux étudiants un environnement d'apprentissage riche et stimulant. L'enseignant devient un facilitateur, un médiateur plus qu'un dispensateur de savoir et les compétences seront alors abordées d'une manière plus globale plutôt que par un découpage en petits objectifs.

Approche socio-constructiviste

Nos principes intègrent également certains des principes du socio-constructivisme [Vygotsky, 1998] en préconisant d'utiliser l'interaction sociale pour aider la construction des connaissances et également d'utiliser la médiation des outils, particulièrement ceux du Traitement de l'Information et de la Communication (TIC) tels les wikis, blogs, forums pour médiatiser les processus d'apprentissages. Dans ce cadre, nous favorisons les compétences d'apprentissage collaboratives qui sont une des clés pour les emplois futurs [Looi et al., 2010]. La mise en place d'une telle ambition ne va pas de soi [Cole, 2009]. D'une part il est établi que les avancées ne se font qu'en intégrant au sein d'une même pédagogie les différents courants : behavioriste, cognitiviste, constructiviste [Hoic-Bozic, Mornar & Boticki, 2009] et socio-constructiviste. Et d'autre part, il faut traiter le problème de leur application en situation écologique, donc en situation réelle. Dans la partie suivante, nous présentons un cadre d'évolution de modules d'acquisition de connaissances qui permet de répondre à ces deux contraintes.

3 Proposition d'un cadre d'évolution de modules d'acquisition de compétences

La problématique de l'évolution pédagogique est double. Il faut améliorer la qualité des apprentissages des étudiants. Il faut aussi tenir compte des réalités et proposer aux enseignants une approche qui leur permet, en tenant compte des situations d'apprentissage qu'ils rencontrent, d'appliquer effectivement cette volonté d'évolution pédagogique. Dans cette partie, nous introduisons les sept principes (figure 1) qui forment l'ossature de notre cadre d'évolution. Ensuite nous détaillons un à un ces sept principes.

1. Redéfinir les rôles des acteurs : enseignants et apprenants.
2. Introduire des mini-projets pédagogiques guidés par un apprentissage coopératif.
3. Alternier le travail individuel et le travail collectif.
4. Favoriser la compréhension partagée des activités proposées aux apprenants.
5. Soutenir la pédagogie par l'utilisation des TIC.
6. Evaluer régulièrement les connaissances acquises par les apprenants.
7. Analyser le processus d'enseignement.

Fig. 1 – Sept principes fondateurs

Il s'agit de partir d'un module d'enseignement « classique », et de le faire évoluer en s'appuyant sur les sept principes fondateurs, pour en définitive proposer un module, qui outre l'acquisition des connaissances disciplinaires visées au départ, permettra aussi l'acquisition de compétences cognitives de haut niveau et professionnelles (figure 2).

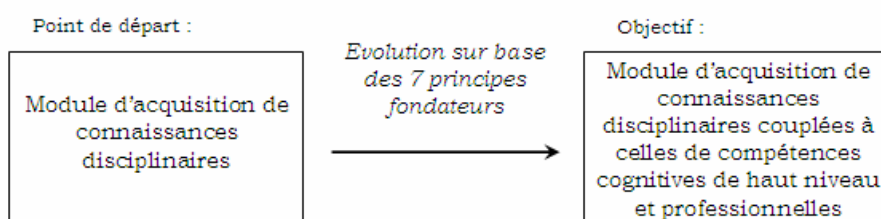


Fig. 2 – Diagramme de contexte de l'évolution pédagogique

Un autre objectif est d'améliorer la motivation des apprenants, la qualité des apprentissages et la diversité du rôle de l'enseignant. Les évolutions peuvent s'attacher à prendre en compte tous ces principes ou seulement une partie d'entre eux. De même, selon le contexte, le degré d'implication d'un principe peut être variable. Cette approche méthode permet ainsi une mise en œuvre plus simple, plus progressive et plus adaptable au contexte : apprenant, enseignant, situation, ...

3.1 Description des sept principes fondateurs

Dans cette partie, nous reprenons et détaillons les sept principes de la figure 1. Rappelons que chacun d'eux vise à être appliqué à un module traditionnel afin de le faire évoluer.

Principe 1 : redéfinir les rôles des acteurs : enseignants et apprenants. Si deux rôles principaux, l'apprenant et l'enseignant, sont toujours reconnus, ceux-ci ont évolué. L'enseignant a toujours les responsabilités traditionnelles d'évaluateur et de dispensateur de savoir mais celles-ci doivent être complétées. Il doit jouer aussi le rôle de chef d'orchestre de projet [Dillenbourg and Tchounikine, 2007]. Il doit mettre en place des scénarios structurés qui faciliteront l'organisation du groupe et lui permettront d'atteindre les objectifs du/des mini-projet(s) intégré(s) au module concerné. À ce titre, il doit jouer à la fois le rôle : (1) de facilitateur : aider à faire des choix ; (2) de gestionnaire : inciter le groupe à être productif ; (3) d'organisateur : assister à la décomposition des tâches. L'enseignant voit sa responsabilité

de dispensateur de connaissances évoluer. Certes il reste garant de la pertinence des connaissances mais les apprenants peuvent intervenir avant ou en cours des projets pour en apporter de nouvelles. Il peut alors être déstabilisé par les productions des apprenants ou au contraire conforté dans son autorité en expliquant les éventuelles lacunes des connaissances apportées. Ces évolutions de rôles l'obligent à avoir un processus pédagogique plus élaboré tout en gardant son rôle de référent académique.

L'apprenant, quant à lui, doit avoir conscience de sa place et de son rôle actif et collectif dans cette nouvelle pédagogie. Si le fait d'apprendre à plusieurs autorise une élaboration des idées difficilement accessibles à une pensée individuelle l'apprentissage collectif ne va pas de soi. Il peut être nécessaire de présenter un certain nombre de principes éprouvés comme la nécessité de l'interdépendance positive ou la conscience que la réussite collective est dépendante des réussites individuelles [Johnson & Johnson, 1980], [Gillies, 2004].

L'apprentissage du nouveau rôle de l'apprenant peut être fait à part, dans le cadre d'un autre enseignement ou lors des premières séances. Cette conscience de la part de l'apprenant l'aide à se situer dans ce nouveau dispositif, à cadrer ses futurs efforts et à s'articuler avec le reste de l'équipe ou de la classe.

Principe 2 : introduire des mini-projets pédagogiques guidés par un apprentissage coopératif. Notre proposition s'articule dans une optique de pédagogie active soutenue par la réalisation de mini-projets. C'est bien entendu une forme particulière de projet où l'objet principal est l'acquisition de connaissances, le contenu de la production du projet étant d'ailleurs souvent directement lié à cet objectif. La nature de la production peut être variée : il peut s'agir de produire un diaporama qui sera ensuite présenté en public, concevoir un rapport thématique, réaliser une maquette d'interface Homme-Machine (IHM), etc. Les aspects projets particulièrement retenus sont :

- 1) la production commune d'un objet ;
- 2) le partage des tâches et des responsabilités ;
- 3) la tenue des délais, les séances d'enseignement étant fortement limitées dans le temps ;
- 4) une analyse collective mais aussi individuelle des activités réalisées et des connaissances acquises.

L'objectif du projet est l'acquisition de connaissances ; nous préconisons l'apprentissage coopératif dans lequel les apprenants sont responsables de leur apprentissage, ainsi que de celui des autres [Gokhale, 1995]. Une technique que nous utilisons est de faire produire des jeux par les apprenants (QCM, textes à trous, etc., par exemple à l'aide de logiciels comme *Hot potatoes* [Hot Potatoes, [http](http://hotpotatoes.com)]). Le but des jeux à produire est l'apprentissage du contenu du cours par les autres apprenants de la classe. Il y a là un double effet d'apprentissage. D'abord lors de la conception du jeu, l'apprenant apprend une première fois; ensuite lorsqu'il exécute les jeux conçus par ses collègues, il apprend une seconde fois. De plus si les circonstances le permettent, notamment si le volume horaire de l'enseignement est important et s'étale suffisamment dans le temps, disons une trentaine d'heures répartie sur plusieurs mois, il peut être intéressant de faire appliquer aux apprenants un cycle de vie de type projet avec les processus de démarrage, planification, maîtrise, réalisation et clôture de projet [PMBOOK, 2008] conduisant à la production des livrables traditionnels : demande de projet, note de cadrage, rapports de suivi et bilan. Ce principe s'inspire alors du Team-based learning et nécessite un travail pédagogique de préférence sur plusieurs mois [Michaelsen et al., 2002], [Gomez, Wu & Passerini, 2010].

Principe 3 : alterner le travail individuel et le travail collectif. Héritée de la civilisation grecque, la pédagogie de nos établissements universitaires est historiquement basée sur une approche behavioriste qui par nature induit un travail individuel [Dumont, 1992]. Nous préconisons l'introduction du travail collectif dans le cadre d'une alternance : travail individuel

– travail collectif. Cette alternance se retrouve dans de nombreuses méthodes d'apprentissage coopérative, citons JigSaw [Aronson et al., 1978], JigSaw II [Slavin, 1980] ou encore Team Accelerated Instruction [Slavin et al., 1986].

Cette alternance permet d'allouer différents rôles aux membres du groupe et de les responsabiliser vis-à-vis d'eux-mêmes et vis-à-vis du groupe [Martinez et al., 2010]. Elle donne aussi l'occasion pour l'enseignant de mettre en place une interdépendance entre les apprenants [Aronson et al., 1978] favorable à l'apprentissage coopératif [Johnson & Johnson, 1980]. Les séances de travail individuel peuvent donner l'occasion de mettre en place une pédagogie différenciée ou une mise à niveau individuel [Slavin et al., 1986]. Cette alternance semble efficace pour augmenter la motivation [Gomez, Wu, Passerini, 2010] et favoriser les interactions entre les apprenants, l'enseignant [Martinez et al., 2010] et les connaissances visées. De plus si elle est mise en relation avec des écrits personnels et de groupes, les apports de chacun peuvent être alors discutés et participer ainsi à l'évaluation individuelle dont on sait l'impact sur la réussite du travail collectif [Davis, 1993]. D'une manière générale, l'alternance permet aussi de contrebalancer les inconvénients du travail collectif notamment sa lenteur [Cooper et al, 1990], [Eastman and Reisenwitz, 2006], ou la fatigue qu'il génère, les apprenants ont besoin de se concentrer dans le calme du travail individuel. Cette alternance peut donner lieu à une compétition inter-groupale avec les risques qu'elle amène [Slavin, 1977].

Principe 4 : favoriser la compréhension partagée des activités proposées aux apprenants.

Le travail collectif est une activité humaine qui fait naître des contradictions et des tensions entre les différents intervenants. Ces tensions et contradictions nuisent au travail car elles peuvent induire une dégradation de la dynamique de l'activité : coordination, coopération et co-construction [Bardam, 1998].

Nous préconisons qu'une partie de l'apprentissage soit consacrée à s'assurer que les apprenants comprennent individuellement et collectivement les activités pédagogiques demandées. Présenter et faire comprendre les règles du jeu concourt à initier un besoin et motive les apprenants à accomplir les activités proposées [Kruse, 2009] dans le sens des pratiques pédagogiques de [Gagne, 1965]. Par exemple si une méthode pédagogique est proposée aux apprenants, l'enseignant doit s'assurer que celle-ci soit comprise, au moins dans ses grandes lignes, avant sa mise en pratique. Le cas échéant, il aura à prévoir une activité pédagogique préliminaire pour expliquer cette méthode pédagogique. Cette compréhension doit aussi bien porter sur les buts que sur les moyens mis en œuvre. La manière de mettre en place cette compréhension partagée peut être variée. Elle peut passer par un travail individuel sur les modes opératoires de réalisation ou au contraire par la construction d'une représentation collective de la méthode pédagogique. Un élément de réussite semble être la mise à disposition aux apprenants d'exemples similaires aux artefacts demandés par le deuxième principe : note de cadrage, compte-rendu de réunions, diaporama de référence, etc.

Principe 5 : soutenir la pédagogie par l'utilisation des TIC. À travers ses capacités de mémorisation, diffusion et traitement de l'information en évolution constante et exponentielle, les TIC permettent la mise en place d'activités pédagogiques attractives. Ces activités peuvent se faire en salle de classe et être prolongées, notamment grâce à l'Internet, à l'extérieur : à la maison, en entreprise et en tout lieu. Elles permettent aussi de constituer de nouveaux partenaires et rôles : le groupe, l'intervenant extérieur, la communauté, etc. Elles donnent les moyens à ces nouveaux rôles de communiquer. On a ainsi communication entre enseignant et apprenant, apprenant et apprenant, apprenant et communauté, apprenant et contenu, etc. De nombreux bénéfices [Wagner, 1997] peuvent être attendus concernant : la participation, le feedback, la rétention et élaboration des connaissances, le support à l'évaluation des apprenants, l'auto-régulation des apprenants, la motivation, la négociation de la compréhension et la construction d'équipe. Par ses capacités de mémorisation des réalisations,

elles permettent aussi la réutilisation des produits des apprenants. Il est à noter qu'il existe différents niveaux technologiques possibles.

Des outils de base et faciles à mettre en place, comme des sites web commerciaux, professionnels existants (sur lesquels des analyses peuvent être menés), des outils de maquettage d'interface homme-machine, des outils d'édition de texte ou de présentation, etc., peuvent parfois être préférables à des dispositifs d'un niveau technologiquement avancé à base de e-learning dont on sait qu'ils sont lourds à mettre en œuvre et nécessitent une bonne coordination des responsabilités [Wagner, Hassanein, & Head, 2008] et sont parfois peu utilisés [Holbert, Karady, 2008].

Néanmoins, il ne reste pas moins vrai que la vague de e-learning, au sens de [CCCEP, 2001], et les différents programmes comme ceux visant à fournir à toutes les communautés éducatives des Learning Management System (LMS) libres et aux codes sources ouverts ne laissent plus de doute sur la disponibilité et l'importance des ICT et du e-learning au sein des cours et de la vie universitaire en général. Citons les trois plus connues : Sakai [Sakai, <http>] des quatre universités américaines : MIT, Indiana, Michigan, Stanford ; Moodle [Moodle, <http>] autour de l'universitaire Dougiamas et Claroline [Claroline, <http>] développée par l'Université libre de Louvain-la-Neuve (Belgique).

Principe 6 : évaluer régulièrement les connaissances acquises par les apprenants. En plus de son caractère stratégique [Gravestock, Mason, 2004], l'évaluation des acquis des apprenants est une tâche importante et essentielle du processus pédagogique [Sander-Regier et al., chapitre 9, 2007]. Elle devrait être un point central dans les méthodes pédagogiques mais les connaissances à son sujet sont insuffisantes [Shepard, 2000]. De nombreuses questions se posent. Est-ce un moyen de reconnaissance des apprentissages ou de régulation des effectifs ? Comment comptabiliser et intégrer des acquis de natures aussi différentes que ceux du savoir, du savoir-faire et du savoir-être ? Que faut-il évaluer ? Quand évaluer ?

Nos interactions régulières avec les étudiants et les réponses aux questionnaires pédagogiques que les étudiants remplissent en fin de module montrent que les étudiants sont demandeurs d'évaluations régulières sur des thèmes limités. Ils sont favorables aux évaluations formatives au préalable des évaluations sommatives. Ces évaluations régulières fournissent un feedback aux étudiants qui leur permettent de mieux se situer par rapport aux apprentissages du module. De plus le résultat de ces évaluations donne aussi l'occasion d'un dialogue entre étudiants et l'enseignant propice à une compréhension mutuelle des difficultés. Le fait que les sujets soient limités dans leur contenu permet aux étudiants de comprendre progressivement leurs points forts et faibles d'apprentissage. Des mesures de remédiations peuvent être entreprises facilement, rapidement et par là efficacement. Il est clair que nous nous trouvons dans une mesure préconisée par la pédagogie de la maîtrise (mastery learning) [Carroll, 1963], [Bloom, 1971], [Carroll et al., 1987].

Ce sixième principe demande un travail plus régulier de l'enseignant qui doit notamment corriger rapidement les évaluations. Il demande un surcroît de travail en correction et une bonne organisation mais lui fournit un sentiment de professionnalisme.

L'annonce claire, si possible écrite, des apprentissages attendus et de la manière de les évaluer, y compris leurs notations, a de nombreux avantages. De plus si le contenu est discuté avec les étudiants, cela est propice à une meilleure compréhension et à une confiance mutuelle. Ensuite une telle pratique permet de fixer des règles claires, opposables et négociables avec les autres parties prenantes : université, employeurs, ministères, etc. Elle fournit alors une base pour éviter la 'constante macabre' [Antibi, 2003] qui prévoit que dans toute évaluation, il faut pour rester crédible, une part de mauvaises notes.

Dans le cadre de module d'acquisition de compétences professionnelles, nous préconisons une évaluation des étudiants qui porte sur les trois types d'apprentissages [Prime, 1998] et les intègre, selon une proportion qui réserve une part effective à chacun d'eux, en une

seule évaluation. Dans ce cadre, nous préconisons que l'évaluation tienne compte du respect de la méthode pédagogique proposée. Les évaluations doivent être protéiformes. Elles peuvent être individuelles ou collectives, être écrites ou orales, portées sur le comportement ou la qualité des produits. Dans les activités collectives, l'évaluation doit non seulement être collective mais aussi individualisée : par l'attitude au cours des mini-projets, par des traces écrites individuelles demandées tout au long des travaux, par la prestation de chacun lors de présentation publique du travail, etc.

Principe 7 : analyser le processus d'enseignement. Les précédents principes s'attachaient à fournir un cadre pour scénariser l'apprentissage lors de la réalisation du module lui-même. Cependant dans ce système, l'estimation de l'atteinte des objectifs pédagogiques est faite en grande partie par l'enseignant. Un feed-back avec les autres acteurs est nécessaire. D'abord avec les apprenants. Par exemple à l'aide de questionnaires, d'entretiens semi-directifs, etc. Ces techniques permettent d'introduire la notion de conception participative de l'enseignement et de son processus. Cependant elles doivent suivre des règles éprouvées. Il existe des protocoles pour que ces techniques soient efficaces [Sander-Regier et al., chapter 9, 2007]. Il ne s'agit pas de permettre aux apprenants de critiquer librement les enseignants ou les enseignements. De plus, ces procédures de feed-back, si elles sont annoncées assez tôt aux apprenants dans le déroulement de l'enseignement, renforcent chez les apprenants le sentiment que l'on s'intéresse particulièrement à eux. On sait que de telles pratiques améliorent les performances des apprenants [Mayo, 1945], [Olson, Verley & Santos, 2004]. Ensuite avec le monde extérieur, c'est-à-dire avec la direction de l'université et le monde économique, futur employeur.

Dans la partie suivante, nous mettons à l'épreuve notre proposition. Nous fournissons trois exemples concrets et représentatifs de modules universitaires, sensiblement différents dans leurs objectifs de départ. Nous montrons leur évolution à travers la mise en application de ces sept principes de base.

4 Etudes de cas

Dans cette partie, nous décrivons trois études de cas relatives à la mise en œuvre de la proposition, selon le modèle visible en figure 3. Pour chacune d'entre elles, nous commençons par une description du contexte du module concerné, ensuite nous spécifions la mise en œuvre des 7 principes fondateurs dans le module, finalement nous détaillons la réalisation de la situation pédagogie réalisée. Nous reportons dans la partie 5 les analyses, les comparaisons entre cas d'étude, les apports pédagogiques et les pistes d'améliorations notamment vis-à-vis de l'application des principes fondateurs.

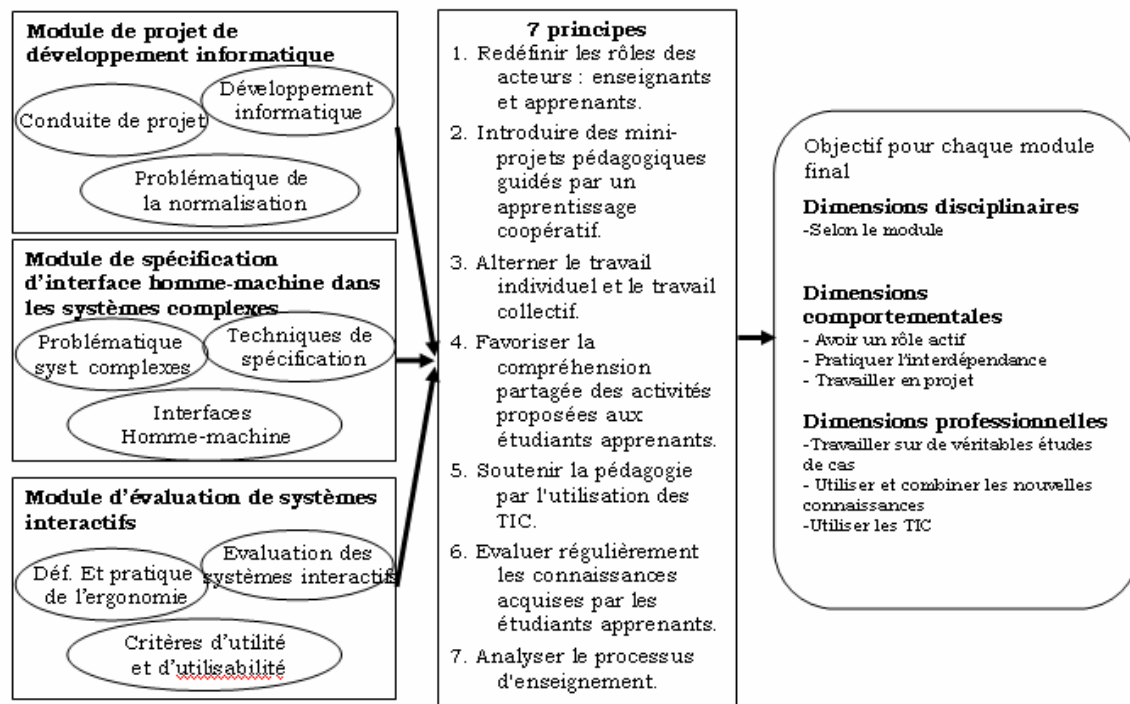


Fig. 3 – Etudes de cas

4.1 Cas relatif à un module de projet de développement informatique

4.1.1 Contexte

Ce premier cas d'étude concerne un module de gestion de projets dispensés à des étudiants en dernière année de licence réseau et système de communication. Un des objectifs de ce module est de leur faire assimiler un certain nombre de modèles conceptuels tels la qualité du logiciel [ISO/IEC 25000, 2005] ou les concepts du génie logiciel [SWEBOK, 2004] ou de la gestion de projets [PMBOOK, 2008]. Ils doivent intégrer l'état de l'art de schémas conceptuels établis par la communauté internationale. Cet enseignement a été rendu nécessaire par la complexification des projets de développement réseaux, la rapidité des évolutions dans ce domaine et l'interconnexion des problématiques de l'informatique et de la gestion de projets. Ces modèles que l'on peut qualifier de "haut niveau" permettent de mieux comprendre la problématique des projets réseaux et leurs connaissances rend les étudiants à la fois plus autonomes et plus aptes à s'intégrer dans un travail d'équipe ; ce sont des qualités essentielles souvent exigées par les entreprises [Gunasekaran et al., 2002]. Les séances se déroulent en salle informatique. Chaque étudiant dispose d'un poste informatique récent avec accès Internet. Les séances regroupent une vingtaine d'étudiants.

4.1.2 Spécification du module selon les 7 principes fondateurs

Nous avons écarté de suite l'approche qui consisterait à leur faire étudier directement le texte de ces normes. Non seulement pour des raisons de coûts, la plupart des textes normatifs ont des droits financiers importants, mais également pour des raisons évidentes de pédagogie. Nous avons également écarté l'approche behavioriste magistrale que nous avons pratiquée dans un autre diplôme quelques années auparavant. Pour ce diplôme, nous avons fait un cours magistral de type exposition de savoir. Malgré le soin mis, avec nos collègues, pour rendre attractif l'usage de nos diaporamas, cet essai fut décevant. Tant du point de vue des résultats aux examens que du point de vue de l'attention des étudiants lors des séances d'enseignements pourtant en petits groupes. En outre, les enseignants se sentaient parfois dévalorisés et découragés par cette situation. Pour ne pas reproduire cette situation, nous avons décidé de mettre en place une nouvelle pédagogie. Les sept principes fondateurs ont été

mis en œuvre. La spécification du module selon les 7 principes fondateurs est visible en tableau 1.

Tableau 1. Spécifications du module « gestion de projet informatique »

Principe	Mise en œuvre dans le module 1
Principe 1 : Redéfinir les rôles des acteurs : enseignants et apprenants	<ul style="list-style-type: none"> - L'enseignant a proposé une pédagogie par projet collectif. Chaque notion à étudier, par exemple la qualité du logiciel, faisait l'objet d'un mini-projet. Ces mini-projets prenaient 75% du temps de face à face. L'enseignant avait alors un rôle qui consistait à encadrer, motiver et aider les étudiants dans la réalisation de leurs mini-projets. Dans le dernier quart du temps, il reprenait son rôle traditionnel de dispensateur de savoir et d'évaluateur et donnait un cours traditionnel d'une trentaine de minutes. - Les étudiants devaient rechercher, critiquer et présenter les connaissances demandées par l'enseignant. Ils devaient s'organiser en équipe en respectant la pédagogie fixée (cf. figure 4). Sur certains travaux, les étudiants pouvaient participer à la définition des critères d'évaluation et, à titre consultatif, à l'évaluation de certains travaux des autres équipes.
Principe 2 : Introduire des mini-projets pédagogiques guidés par un apprentissage coopératif	<ul style="list-style-type: none"> - La réalisation de mini-projets faisait partie du processus d'acquisition des connaissances. Pour leurs réalisations, une méthode élémentaire de gestion de projet a été proposée. Ces mini-projets étaient à réaliser durant les séances et terminés hors séances par groupe de deux à cinq étudiants. En fin de projet, une ou deux équipes exposait le résultat de leur projet en public au reste du groupe - Les règles pédagogiques fixées par l'enseignant mentionnaient explicitement l'apprentissage coopératif. A défaut de faire entrer sa pratique dans la notation académique, les étudiants étaient régulièrement incités à le pratiquer.
Principe 3 : Alternier le travail individuel et le travail collectif	<ul style="list-style-type: none"> - Toute phase de travail collectif était précédée d'une phase de travail individuel (cf. figure 4). Les étudiants devaient alors déposer leurs travaux individuels sur une plateforme de e-learning. - La notation individuelle lors des projets collectifs était composée pour partie d'une note affectée au groupe et pour autre partie d'une note sur l'attitude ou le travail personnel de l'étudiant Cette notation individualisée était ensuite intégrée aux notations individuelles de chaque étudiant au même niveau que les devoirs sur 'table'.
Principe 4 : Favoriser la compréhension partagée des activités proposées aux apprenants	<ul style="list-style-type: none"> - L'enseignant a proposé, sous forme d'un document de quelques pages, les règles du jeu de la nouvelle pédagogie. Le début de l'enseignement a été consacré à l'étude de cette nouvelle pédagogie. Chaque étudiant devait la reformuler sous forme d'une modélisation graphique de son choix avec l'outil de son choix. - Les modélisations ainsi faites étaient déposées sur la plateforme de e-learning. Puis il a été demandé à chaque étudiant d'évaluer les points forts et les points faibles des modélisations de leurs collègues. - Les étudiants étaient régulièrement interrogés sur le déroulement des séances, la pertinence des contrôles et des évaluations.
Principe 5 : Soutenir la pédagogie par l'utilisation des TIC	<ul style="list-style-type: none"> - A l'occasion des recherches menées au cours des mini-projets, Internet servait régulièrement de proposition d'apports de connaissances. Celles-ci étaient validées ou non par l'enseignant. - Une partie des produits des mini-projets étaient des artefacts (production de diaporamas, posters, quizz électroniques, comptes-rendus, etc.). Ces artefacts étaient produits par des TIC avec des outils comme <i>PowerPoint</i>, <i>Word</i>, <i>Hot Potatoes</i>, <i>FreeMind</i>, etc. - Le suivi des séances, les produits des mini-projets étudiants, les ressources pédagogiques étaient mises en ligne sur Internet. Le dépôt et l'accès pouvaient se faire par tous à tout moment. La plateforme de e-learning <i>Moodle</i> [Moodle, http] a été utilisée. Cette dernière étant particulièrement riche en outils : dépôt de documents, devoirs à rendre, wiki, blog, base de données, glossaire, etc.
Principe 6 : Evaluer régulièrement les connaissances acquises par les apprenants	<ul style="list-style-type: none"> - En fin de projet, des étudiants étaient amenés à présenter publiquement leurs travaux. Ces présentations étaient évaluées individuellement et collectivement. - Chaque mini-projet se terminait par une validation écrite. En moyenne, quatre heures de face à face donnaient lieu à 30 mn d'évaluation. - L'attitude en séance était évaluée. Il est à noter qu'en pratique leur intégration dans la notation académique n'a pas été effective. - A chaque séance, les étudiants étaient amenés à déposer leurs travaux et leurs

	réflexions sur leur manière de faire. Une partie de ces produits pouvait servir de discussion d'évaluation entre l'étudiant et l'enseignant.
Principe 7 : Analyser le processus d'enseignement	<ul style="list-style-type: none"> - Les étudiants ont été régulièrement interrogés oralement sur le déroulement des séances, la pertinence des contrôles et des évaluations. - En fin d'enseignement un questionnaire a été rempli par les étudiants sur le déroulement des séances et de la pédagogie. - Des entretiens informels ont été faits sur le ressenti des étudiants.

4.1.3 Scénarisation du module final

Ainsi en application des principes fondateurs, nous avons proposé une scénarisation basée sur la réalisation de mini-projets par équipe de trois à cinq étudiants. Les principales phases de l'apprentissage étaient les suivantes : a) Distribution du sujet à traiter et d'un document de quelques pages expliquant la pédagogie à suivre. b) Analyse par le groupe de la pédagogie. c) Réalisation par équipe de deux à cinq étudiants d'un mini-projet de recherche d'information en utilisant notamment Internet ou les livres à disposition. L'équipe devait produire une synthèse de ses recherches sous forme d'un diaporama. Chaque membre de l'équipe devait, quant à lui, produire un certain nombre de traces écrites sur le travail qu'il avait réalisé individuellement d) Présentation collective et publique du diaporama e) Cours classique de référence par l'enseignant) Validation sous forme de contrôle écrit et individuel des connaissances métiers.

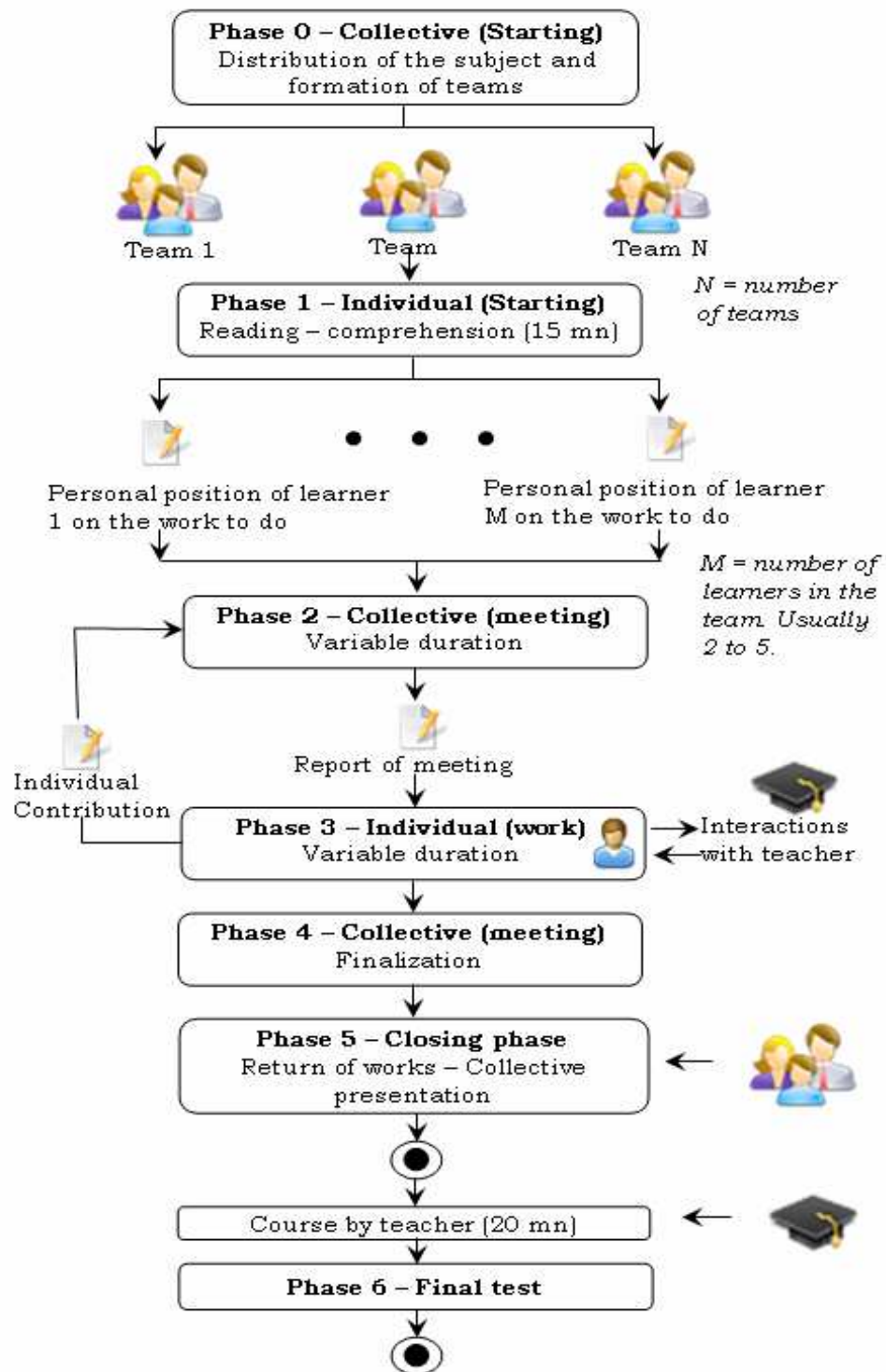


Fig. 4 – Principes de scénarisation du module 1

La figure 4 présente les grandes lignes de cette scénarisation. Les étudiants étaient notés pour moitié sur les contrôles écrits et individuels et pour moitié sur leurs interactions et leurs productions individuelles et collectives faites pendant les séances.

4.2 Cas relatif à un module de spécification d'interfaces homme-machine dans les systèmes complexes

4.2.1 Contexte

Ce deuxième cas d'étude concerne un module de spécification d'imagerie de supervision de systèmes industriels destiné à des étudiants de niveau Master en Automatique.

Ces systèmes d'imagerie de supervision sont des interfaces homme-machine (IHM) spécialisées utilisées dans les salles de contrôle par des opérateurs humains. Ces opérateurs doivent réaliser des tâches de surveillance, de diagnostic et d'intervention sur le système industriel. Ils doivent intégrer l'état de l'art relatif aux modes de représentation et aux connaissances ergonomiques dans le domaine de la conception d'IHM dans les systèmes industriels [Rasmussen, 1986], [Kolski, 1997]. Cet enseignement est nécessaire pour les étudiants dans la mesure où la majeure partie des systèmes industriels sont dotés de salles de contrôle. Les besoins dans ce domaine sont très importants. Les projets de conception d'imagerie de supervision sont le plus souvent réalisés en équipe dans les entreprises, et doivent considérer différents critères aussi bien ergonomiques que liés à la sécurité ou la productivité. Dans ce module, les séances se déroulent en salle de cours et de travaux dirigés. Les séances regroupent une vingtaine d'étudiants.

4.2.2 Spécification du module selon les 7 principes fondateurs principes fondateurs

Nous avons écarté l'approche classique consistant à se centrer essentiellement sur les connaissances de ce domaine vaste et complexe. Il aurait été possible de commencer par une description théorique de ces connaissances en cours, puis de proposer aux étudiants un ensemble d'exercices permettant d'aller plus en profondeur dans ces connaissances. Cette façon de procéder avait été jugée insuffisamment efficace lors de premières tentatives. Nous avons donc décidé de mettre en place une pédagogie plus motivante, aussi bien pour l'enseignant que pour les étudiants. Les sept principes fondateurs ont été mis en œuvre. La spécification du module selon les 7 principes fondateurs est visible en tableau 2.

Tableau 2. Spécifications du module « Spécifications d'interface homme-machine dans les systèmes complexes »

Principe	Mise en œuvre dans le module 2
Principe 1 : Redéfinir les rôles des acteurs : enseignants et apprenants	<ul style="list-style-type: none"> - l'enseignant a proposé une pédagogie intégrant une simulation de projet avec jeu de rôle. Durant les premières séances, l'enseignant a un rôle classique de dispensateur de savoir et explique les connaissances essentielles au domaine. Ensuite il propose aux étudiants de se réunir par groupes pour travailler de manière concurrentielle sur une étude de cas réelle et complexe, faisant suite à un appel d'offres ; durant ces séances il joue le rôle d'un opérateur humain mis à la disposition des groupes afin de répondre à leurs questions relatifs aux besoins dans la salle de contrôle. L'enseignant prend en dernière séance le rôle d'évaluateur. - Les étudiants doivent exploiter au mieux les connaissances proposées lors de la production du rapport de spécification. Ils doivent aussi s'organiser pour analyser le cas complexe, produire le dossier de spécification d'IHM, et présenter à l'enseignant et aux autres groupes ce dossier. Ils prennent en dernière séance un rôle d'évaluateur.
Principe 2 : Introduire des mini-projets pédagogiques guidés par un apprentissage coopératif	<ul style="list-style-type: none"> - Le point central du module est un mini-projet faisant partie du processus d'acquisition de connaissances. Celui-ci devait être réalisé durant trois séances et terminé hors séance par groupes de 3 à 5 étudiants. En fin de mini-projet, chaque groupe expose le dossier papier produit en public devant l'enseignant et les autres groupes. - Les règles pédagogiques sont précisées dès le début du module par l'enseignant, mentionnant explicitement l'apprentissage coopératif démarrant à partir du mini-projet.
Principe 3 : Alternier le travail individuel et le travail collectif	<ul style="list-style-type: none"> - Chaque étudiant devait d'abord se concentrer de façon individuelle sur les connaissances du domaine. - Lors du mini-projet, même si l'enseignant avait avant tout un rôle d'opérateur mis à la disposition des groupes, il veillait aussi à ce que chaque étudiant participe activement au travail de groupe. - Lors de la présentation orale du dossier produit par le groupe, chaque membre devait avoir un rôle actif de présentation. Lors de la phase d'évaluation, chacun était invité à intervenir individuellement.

	<ul style="list-style-type: none"> - Chaque groupe était noté de façon collective (avec en outre un classement sur l'ensemble des groupes), afin de mettre l'accent sur la responsabilité partagée du groupe.
Principe 4 : Favoriser la compréhension partagée des activités proposées aux apprenants	<ul style="list-style-type: none"> - Les règles ont été expliquées oralement dès le début du module à l'ensemble des étudiants. - Une description détaillée du processus industriel pour lequel il était demandé une spécification d'IHM a été fournie dès le début du mini-projet à chacun des étudiants. - Ensuite lors que chaque séance du mini-projet, l'enseignant veillait à ce que le travail aille dans le sens attendu, et qu'il n'y ait pas de problème de compréhension lié aux objectifs et à la production attendue, aussi bien orale qu'écrite ; c'était possible par une étude rapide et régulière de l'avancement relatif au dossier de spécification d'IHM à produire.
Principe 5 : Soutenir la pédagogie par l'utilisation des TIC	<ul style="list-style-type: none"> - Les étudiants étaient invités à exploiter un générateur d'IHM de leur choix, spécifique ou non au domaine de la supervision industrielle. Il s'agissait en effet de produire un dossier de qualité professionnelle, rédigé à partir d'un éditeur de texte professionnel, contenant des pages-écrans graphiques et réalistes constitutives de l'IHM. - Les présentations orales s'appuyant sur l'utilisation d'un éditeur de présentation professionnel (Powerpoint, éditeur d'OpenOffice...).
Principe 6 : Evaluer régulièrement les connaissances acquises par les apprenants	<ul style="list-style-type: none"> - Lors du mini-projet, l'état d'avancement était régulièrement estimé par l'enseignant (conduisant essentiellement à d'éventuelles recommandations orales). - En fin de mini-projet, les étudiants étaient amenés à présenter publiquement leur dossier de spécification. - Les étudiants étaient notés aussi bien relativement au dossier papier produit qu'à la présentation orale. - A l'issue du module, un examen était également organisé. La note de l'examen prenait en compte pour un pourcentage de 20 % la note obtenue suite au mini-projet.
Principe 7 : Analyser le processus d'enseignement	<ul style="list-style-type: none"> - Des entretiens ont été faits sur le ressenti des étudiants. Les étudiants étaient unanimes sur l'efficacité et l'intérêt d'une telle démarche d'apprentissage. - Il faut aussi souligner que le taux d'absentéisme a été quasi nul durant les 9 années pendant lesquels le module a été enseigné (ce qui n'était pas systématique dans les différents modules de la formation). - Une analyse profonde de 64 dossiers produits durant ces 9 années montre une production générale de qualité très satisfaisante de la part des étudiants [Kolski et al., 2004a et 200b].

4.2.3 Scénarisation du module final

En application des principes fondateurs, nous avons proposé dans ce module une scénarisation centrée sur un mini-projet par groupes de 3 à 5 étudiants. Chaque groupe était en compétition pour répondre à un appel d'offre émanant d'une entreprise fictive. Les principales phases de l'apprentissage étaient les suivantes : (a) description du module et de la pédagogie suivie, (b) cours théorique présentant les connaissances du domaine, (c) réalisation d'un mini-projet avec objectif d'une production d'un rapport papier de spécification d'IHM, ce mini-projet s'appuyait sur un jeu de rôle, (d) présentation collective et publique du dossier, avec évaluation collective, (e) affichage des résultats (points forts et faibles de chaque dossier) et classement, (f) examen final portant sur le module. La figure 5 présente les grandes lignes de cette scénarisation. Soulignons que lors de l'examen final dans le module, la note prenait en compte pour 20 % les résultats obtenus lors du mini-projet.

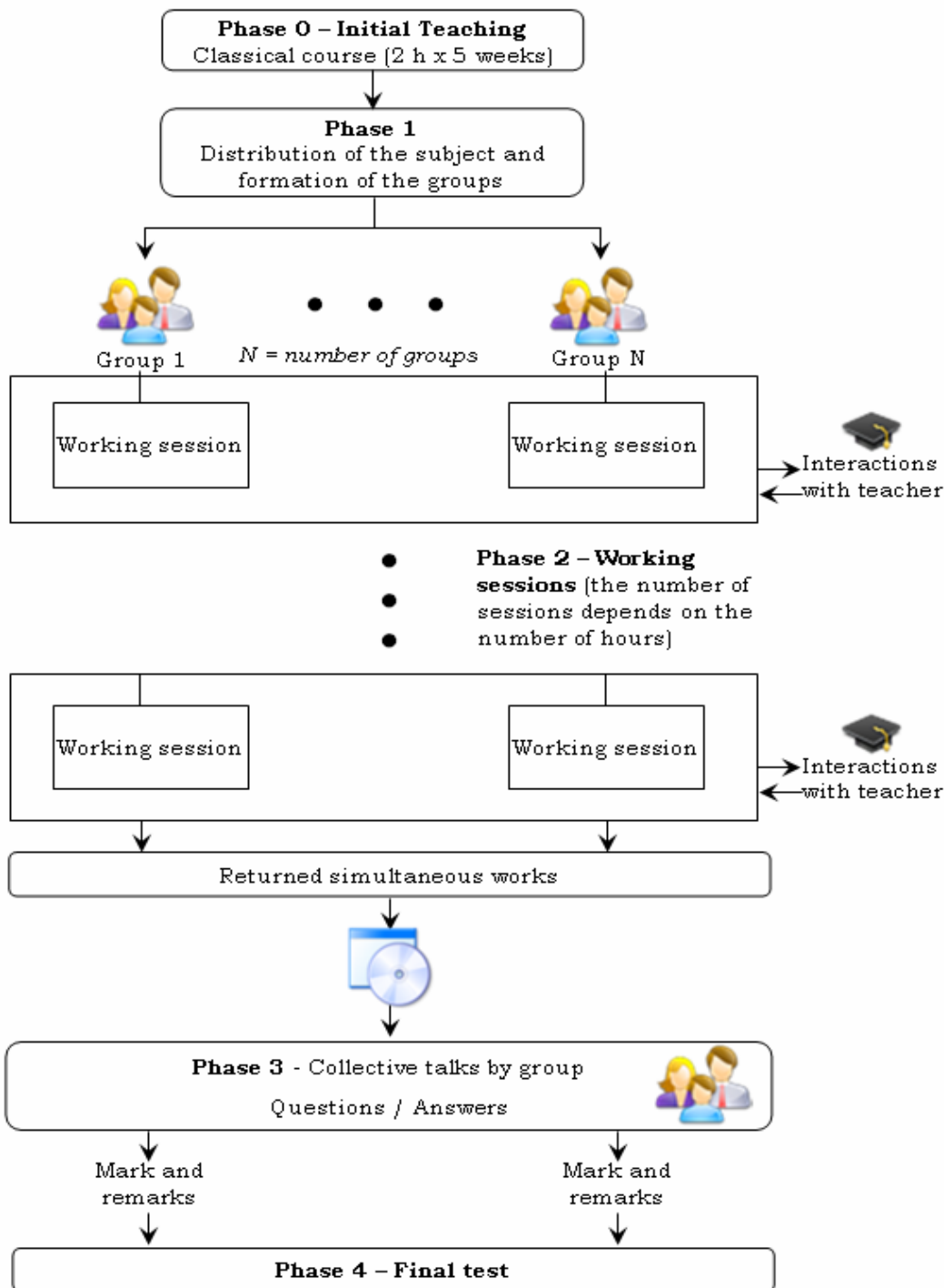


Fig. 5 – Principes de scénarisation du module 2

4.3 Cas relatif à un module d'évaluation de systèmes interactifs

4.3.1 Contexte

Ce troisième cas d'étude concerne un module d'évaluation de systèmes interactifs destiné à des étudiants de niveau Master en Sciences de la Communication, Images et Sons. Le but pédagogique est d'apprendre aux futurs ingénieurs à évaluer les logiciels, les sites WEB et les produits multimédias et à proposer des pistes d'aménagements ergonomiques pour les améliorer. L'ergonomie des IHM utilise différentes méthodes d'évaluation afin de mettre en évidence aussi bien des spécificités que des perspectives de transformations ergonomiques de l'IHM. Parmi ces méthodes, Cognitive Walkthrough (CW) permet d'évaluer

la facilité avec laquelle un utilisateur réalise une tâche avec un minimum de connaissances du système (Polson et al., 1992). C'est une méthode d'évaluation qui est centrée sur le modèle d'apprentissage par l'exploration de (Polson et Lewis, 1990) lui-même inspiré de la théorie de l'action de Norman (1986). CW est une méthode largement reconnue aux niveaux aussi bien industriel qu'académique (Mahatody et al., 2007, 2010). Elle analyse également la facilité d'apprentissage d'une IHM par l'exploration. Par ailleurs, on leur demande de critiquer la méthode CW et de proposer une évolution positive de cette dernière afin qu'elle soit plus efficace dans le domaine de l'évaluation ergonomique. Dans ce module, les séances se déroulent en salle de cours et de travaux pratiques.

4.3.2 Spécification du module selon les 7 principes fondateurs principes fondateurs

En sachant que la conception et l'évaluation des produits est une interaction entre la compréhension et la création et que c'est une activité très complexe, nous avons écarté pour ce module de « Conception et évaluation des systèmes interactifs » l'approche classique consistant à se centrer essentiellement sur l'enseignement des normes, des standards et des guides ergonomiques.

En effet, nous avons constaté que les étudiants ont des difficultés quand ils se trouvent face à un problème « simple et complexe » ou « particulier et général » ; de même concernant les standards et des guides ergonomiques centrés souvent sur les caractéristiques et les limites des utilisateurs. En effet, les standards et les guides n'abordent que des domaines ciblés : espace de travail, dimensions, commandes, ambiance physique, et ils ne s'intéressent ainsi qu'aux limites et pas à tout ce qui est complexe ou particulier ; par exemple, l'activité cognitive et le raisonnement des utilisateurs. Les connaissances de ce domaine sont très vastes et complexes et leur acquisition ne pourra pas se limiter à une description théorique classique. De même, des travaux dirigés centrés sur l'application des questionnaires et des check-lists présentent beaucoup de limites et ne permettent pas d'aller plus en profondeur dans ces connaissances. C'est pourquoi nous avons décidé de mettre en place une pédagogie plus active en mettant directement les étudiants dans un contexte de jeu de rôle en embrassant directement leur activité future d'évaluateurs et des superviseurs. C'est ainsi que les sept principes fondateurs ont été mis en œuvre. La spécification du module selon les 7 principes fondateurs est visible en tableau 3.

Tableau 3. Spécifications du module « Spécifications d'interface homme-machine dans les systèmes complexes »

Principe	Mise en œuvre dans le module 3
<p>Principe 1 : Redéfinir les rôles des acteurs : enseignants et apprenants</p>	<ul style="list-style-type: none"> - l'enseignant a proposé une pédagogie basée sur un jeu de rôle en utilisant la méthode d'évaluation. L'enseignant a un rôle classique de dispensateur de savoir et explique les connaissances essentielles au domaine. Il laisse ensuite les étudiants jouer complètement leur rôle respectif de superviseur et d'évaluateur et n'intervient qu'en cas de problème. - L'enseignant a un rôle traditionnel de fournisseur de connaissance. Il explique les connaissances essentielles pour la première étape, ainsi que pour la seconde. Dans la première méthode, il intervient rarement, pour surmonter une situation critique par exemple. De même, au moment de la seconde méthode, il a laissé aux étudiants jouer pleinement leur rôle de superviseur et d'évaluateur, et n'intervient que lorsque des problèmes surgissent. - Le premier étudiant qui joue le rôle de superviseur procède d'abord à une décomposition de la tâche pour atteindre un but qu'il a lui-même fixé. Ce but est censé être représentatif de l'utilisation du site WEB. Il remplit ensuite une première fiche de « Préparation à l'évaluation » et notamment la séquence d'actions qu'il soumet progressivement (c.-à-d. action par action) à l'évaluateur. Une fois la première action évaluée, l'évaluateur passe à la seconde et ainsi de suite. Le premier étudiant supervise ainsi l'action de l'évaluateur et le cas échéant, répond à ses questions et intervenir éventuellement en cas de blocage, mais également pour critiquer l'utilisation de la méthode lors de la rédaction du compte-rendu, qui se fait en binôme. - Le second étudiant joue le rôle de l'utilisateur et assume donc la tâche d'évaluateur. Il applique la séquence d'actions transmise par le superviseur. Pour cela, il remplit la fiche 2 « d'évaluation ». Pour chaque action demandée par le superviseur, l'évaluateur doit noter la tâche demandée (par exemple « réserver un billet de train »). Il doit également noter l'action (par exemple : action 1 « taper voyage-sncf.com »). Il doit ensuite évaluer cette action en respectant, obligatoirement, les trois étapes suivantes : (1) avant l'action, il doit imaginer son but et le noter sur la fiche 2 ; (2) pendant l'action, il consulte la page et il répond aux questions posées (cf. fig 7) ; (3) après l'action, il répond aux dernières questions de l'évaluation. Il doit ainsi remplir autant de fiches d'évaluation que d'actions proposées par le superviseur. Pour chaque action, il répond aux questions proposées par la méthode CW sur la feuille d'évaluation. Dès qu'il rencontre un problème, il remplit une troisième fiche « description du problème » qui est censée donner la solution au problème en termes d'aménagement ergonomique.
<p>Principe 2 : Introduire des mini-projets pédagogiques guidés par un apprentissage coopératif</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Le point central du module est un mini-projet faisant partie du processus d'acquisition de connaissances pour simuler les rôles respectifs des acteurs dans le processus d'évaluation. Celui-ci devait être réalisé par un binôme d'étudiants durant deux séances de trois heures. Ensuite, chaque binôme passe la semaine à travailler pour rédiger le rapport de l'évaluation ergonomique et critiquer la méthode utilisée. - Les règles pédagogiques sont précisées dès le début du module par l'enseignant, mentionnant explicitement l'apprentissage coopératif démarrant à partir du mini-projet.
<p>Principe 3 : Alternier le travail individuel et le travail collectif</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Chaque étudiant devait d'abord se concentrer de façon individuelle sur les connaissances du domaine. - Ensuite, chaque étudiant devait évaluer une interface à l'aide des chek-lists et des questionnaires ergonomiques classiques durant une séance de trois heures et fournir un compte rendu à l'enseignant. L'objectif de cette séance est de constater les limites de ces méthodes basées essentiellement sur l'application des normes et des standards. - Enfin et durant une séance de trois heures, chaque étudiant devait jouer à tour de

	<p>rôle l'activité du superviseur et de l'évaluateur en utilisant la méthode CW et en exécutant la même tâche sur deux sites WEB différents et en travaillant collectivement avec son binôme.</p> <p>- Chaque binôme était noté de façon collective afin de mettre l'accent sur la responsabilité partagée du groupe utilisant la méthode CW.</p>
Principe 4 : Favoriser la compréhension partagée des activités proposées aux apprenants	<p>- Un polycopié donnant une description détaillée du travail demandé et la démarche à suivre pour chaque membre du binôme a été fourni dès le début du mini-projet. De même, toutes les fiches d'évaluation et des problèmes ont été mises à disposition de tous les étudiants.</p> <p>- Les règles ont été expliquées oralement dès le début du module à l'ensemble des étudiants.</p> <p>- L'enseignant veillait à ce que le travail aille dans le sens attendu, et qu'il n'y ait pas de problème de compréhension lié aux objectifs et à la production attendue.</p>
Principe 5 : Soutenir la pédagogie par l'utilisation des TIC	<p>- Internet servait de support pour réaliser le travail. D'autres outils informatiques ont été utilisés pour la rédaction des rapports et la présentation des propositions et des aménagements ergonomiques (dessins, pages-écrans, photos, etc.).</p> <p>- Pour le suivi, L'Espace Numérique de Travail (ENT) de l'université a été utilisé par les étudiants et l'enseignant pour la communication et le rendu des rapports.</p>
Principe 6 : Evaluer régulièrement les connaissances acquises par les apprenants	<p>- Lors du mini-projet, l'état d'avancement était régulièrement estimé par l'enseignant (conduisant essentiellement à d'éventuelles recommandations orales).</p> <p>- En fin de mini-projet, les étudiants étaient amenés à rendre un rapport présentant le travail effectué qui sera noté par l'enseignant.</p> <p>- A l'issue du module, un examen était également organisé. La note de l'examen prenait en compte pour un pourcentage de 30 % la note obtenue suite au mini-projet.</p>
Principe 7 : Analyser le processus d'enseignement	<p>- Une critique (avantages et inconvénients) de la démarche utilisée était demandée formellement aux étudiants dans le rapport pour faire évoluer positivement la méthode.</p> <p>- Un retour d'information, à l'aide d'un questionnaire détaillé, est aussi demandé aux étudiants en fin de module.</p>

4.3.3 Scénarisation du module final

En application des principes fondateurs, nous avons proposé dans le module « Conception et évaluation des systèmes interactifs » une scénarisation centrée sur un mini-projet par binômes d'étudiants utilisant notamment la méthode Cognitive Walkthrough (CW). Ce mini-projet s'appuyait sur le jeu de rôle de CW (superviseur, évaluateur), les principales phases de l'apprentissage étaient les suivantes : (a) description du module et de la pédagogie suivie, (b) cours théorique présentant les connaissances du domaine, (c) évaluer une interface à l'aide des check-lists et des questionnaires ergonomiques classiques (d) réalisation d'un mini-projet utilisation de la méthode Cognitive Walkthrough (CW) avec objectif d'une production d'un rapport papier de spécification d'IHM et d'une critique de la méthode CW (e) examen final portant sur le module.

Rappelons que CW a pour but de simuler le cheminement cognitif de l'utilisateur lors de son parcours d'une interface WEB. La méthode CW se déroule en deux phases : lors de la phase de préparation, pour chaque tâche, l'évaluateur décrit l'état initial de l'interface, la séquence d'actions utilisées pour réaliser la tâche, et les buts initiaux de l'utilisateur ; lors de la phase d'évaluation : il analyse en profondeur l'interaction entre l'utilisateur et l'interface, les points du formulaire à remplir par l'évaluateur devant permettre de vérifier les erreurs possibles du modèle de fonctionnement de l'exploration.

Même si cette approche de simulation présente quelques difficultés (décomposition des tâches, se mettre à la place d'un utilisateur représentatif, variabilité du temps de l'évaluation, biais dû au fait que l'évaluateur est surveillé par le superviseur..., elle permet aux étudiants de se rendre compte (1) de l'importance d'évaluer et d'améliorer les systèmes interactifs mis à la disposition des utilisateurs dans les situations professionnelles, (2) de la

difficulté de mise en œuvre de démarches d'évaluation permettant d'obtenir des résultats significatifs et utiles (3) de mettre en exercice et de développer ainsi des savoirs et savoir-faire inhérents à une activité d'évaluation et s'éloigner ainsi des démarches qui se limitent à l'application des normes et des standards.

La figure 6 présente les grandes lignes de cette scénarisation.

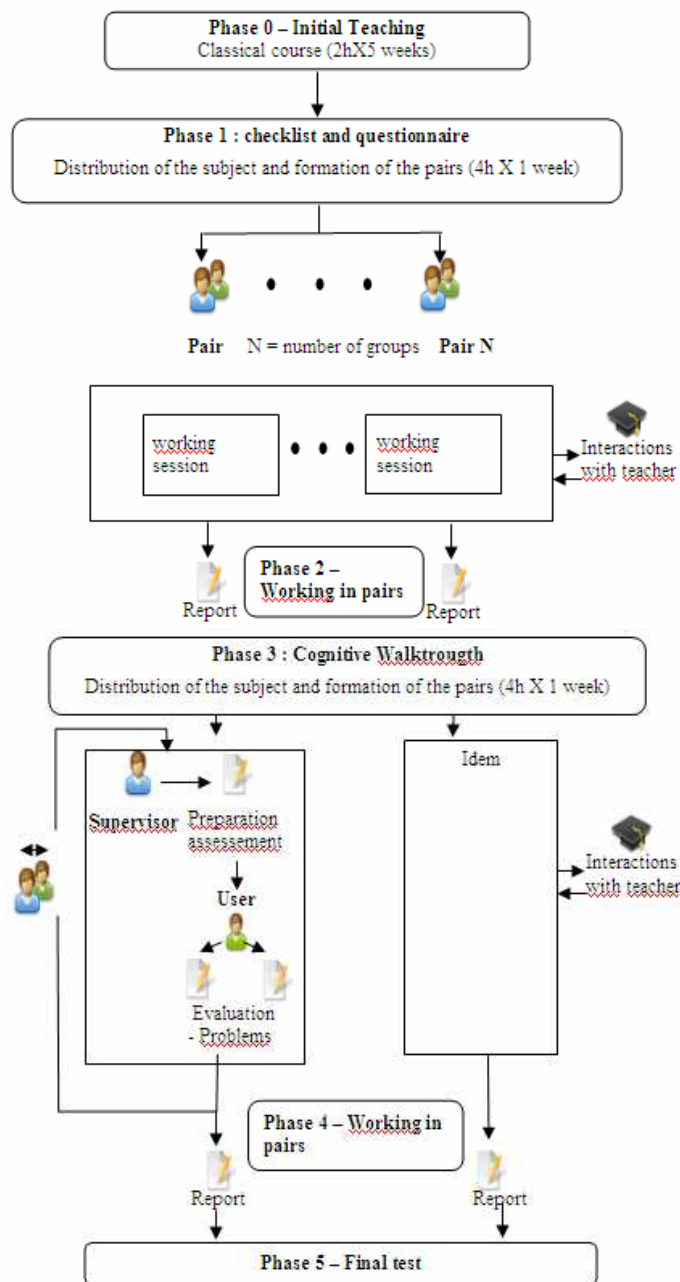


Fig. 6 – Principes de scénarisation du module 3

La figure 7 présente les trois fiches utilisées pour l'évaluation. Soulignons que lors de l'examen final dans le module, la note prenait en compte pour 30 % les résultats obtenus lors du mini-projet d'évaluation.

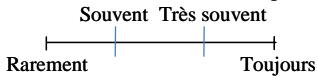
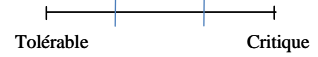
Fiche 1 « Préparation à l'évaluation »	Fiche 2 « Evaluation »	Fiche 3 « Description de problème »
Produit : Tâche : Evaluateur : Date : Description du produit : Description de la tâche : Séquence d'actions : 1. Cliquer sur... 2. Fournir valeur de... ... n. Retourner à...	Tâche : Action : 1. Avant l'action (but à atteindre) 1.1. Quelle action devez-vous effectuer ? (<i>quel est le but approprié ?</i>) 2. Pendant l'action 2.1. L'action à réaliser est-elle une proposition évidente ? 2.2. Y a-t-il d'autres propositions visibles qui, selon vous, permettent et/ou suggèrent de réaliser cette action ? 2.3. Le label ou la description associés à l'action demandée sont-ils explicites ? 3. Après l'action 3.1. Considérant que l'action correcte a été faite, quelle est la réponse du système ? 3.2. Remarquez-vous que vous avez progressé en direction de l'action demandée ? Qu'est-ce qui vous l'indique ? 3.3. Si l'action à réaliser ne vous semble pas atteinte, quelles sont les indications qui vous le montrent ? 3.4. La réponse du système contient-elle un libellé ou un indice qui suggère une ou des nouvelles actions à entreprendre ? Dans ce cas, décrire cette(ces) action(s).	Problème N° : Type de problème : <ul style="list-style-type: none"> Description brève du problème : Comment avez-vous trouvé ce problème ? Les utilisateurs vont-ils rencontrer ce problème ?  <ul style="list-style-type: none"> Quelle est la gravité du problème ?  <ul style="list-style-type: none"> Comment avez-vous jugé la sévérité du problème ? Faites vos propositions pour pallier ce problème (vous pouvez aussi faire d'autres commentaires ou suggestions).

Figure 7 : les fiches de l'évaluation

5. Évaluation du cadre d'évolution proposé

Questions de recherche

Dans la section précédente nous avons présenté l'application de notre cadre d'évolution dans trois cas d'étude. Dans cette section nous nous intéressons à son évaluation. La première question qui se pose concerne sa cohérence. Est-ce un ensemble de préconisations indépendantes ou forment-elles un tout applicable, certes à des niveaux différents, mais en totalité ? La deuxième question concerne la poursuite des objectifs initiaux. L'application du cadre d'évolution favorise-t-elle la professionnalisation des étudiants, en particulier vis-à-vis des enseignements donnés sans évolution pédagogique ? La troisième question concerne l'impact des TIC. L'application du cadre d'évolution favorise-t-elle l'utilisation des TIC chez les étudiants ? La quatrième question concerne son impact vis-à-vis des enseignements. Son application a-t-elle un impact significatif sur le métier de l'enseignant et sur les connaissances dispensées ? La cinquième question permet de savoir si l'application du framework a un impact sur les interactions étudiants et les acquis pédagogiques ?

Conception de l'étude

La définition de notre cadre d'évolution s'est faite progressivement sur dix ans de pratiques d'enseignements. Pour cette évaluation, nous nous basons sur les résultats les plus aboutis, ceux de l'année universitaire 2009-2010. Le premier cas d'étude concernait 17 étudiants pour un module de 25 heures d'enseignements, le second 21 étudiants pour un module de 18 heures d'enseignements et le dernier 13 étudiants pour un module de 18 heures d'enseignements. Les résultats présentés ont été établis sur la base d'observations lors des séances, d'entretiens informels avec les étudiants, des livrables produits au cours des séances, de questionnaires auprès des étudiants et des enseignants et des résultats aux examens. Pour des raisons d'éthiques nous n'avons pu employer de groupe témoin. Près de dix ans d'étude avaient montré intuitivement la pertinence du cadre proposé. Les étudiants qui auraient été formés sans application du cadre d'évolution auraient été désavantagés. Lorsque nous faisons des comparaisons avec des enseignements, il s'agit donc d'estimations basées sur d'autres enseignements des mêmes enseignants.

Introduction des principes dans les 3 cas d'étude

Le premier principe a été fortement appliqué dans les 3 cas d'étude. A travers ces 3 cas, 6 rôles ont été mis en œuvre : l'équipe, l'étudiant, l'enseignant-facilitateur, l'enseignant-magistral, l'enseignant-évaluateur et la communauté Internet (cas 1 principalement). Le rôle de l'enseignant-magistral a évolué. Dans le premier cas, il a été tenu en fin de module et a représenté 10% du temps. Dans les deux et troisième cas, il a été tenu en début de module pour initier le processus et a représenté respectivement 50 % et 45% du temps. Une difficulté du rôle d'enseignant est alors de savoir distinguer les deux rôles afin de rester le référent académique des savoirs et aider les apprenants à respecter leurs rôles. Les apprenants ont joué deux rôles : l'un individuel : en tant qu'apprenant ; l'autre collectif : en tant que membre d'une équipe. Dans les cas 2 et 3, le rôle individuel n'est pas aussi explicitement cadré comme dans le cas 1. C'est alors au facilitateur à en garantir l'existence.

Le deuxième principe, mini-projets avec apprentissage coopératif, a été à la base de chacun des 3 cas d'étude. Il prend des formes très variées selon le cas d'étude considéré. Le cas 1 établit une véritable mini gestion de projet. Le cas 2 est axé sur le travail d'équipe avec une part individuelle réelle mais dont l'intensité est laissée au soin de l'enseignant-facilitateur lors de ses interactions avec les apprenants. Le cas 3 est un travail en binôme. Ce principe n'est pas facile à bien gérer, la plupart des équipes reconnaissent que le temps alloué a été insuffisant. En effet, le travail en équipe, s'il permet des apprentissages inaccessibles à un individu seul, notamment dans les compétences de haut niveau, il demande plus de temps. De plus, même dans le cas 1, les techniques strictes de "mode projet" ont été finalement peu appliquées par les équipes qui ont produit un travail collectif mais sans mettre en priorité les aspects projets tels que la vérification, la validation et la planification. Nous analysons cette situation par les choix pédagogiques faits dans l'application des principes. A l'occasion d'autres enseignements, nous avons mis en place une véritable gestion de projets avec délivrance des traditionnels livrables de la gestion de projet.

Le troisième principe, alternance travail collectif / travail individuel, a été bien appliqué. A travers les 3 cas, cette alternance a été réalisée de manière fort différente. Dans le cas 1, elle est explicitement programmée (cf. fig. 4). Dans le cas 2, c'est l'enseignant qui en est le garant à travers ses interactions fréquentes lors des working sessions (Fig. 5) et évidemment lors de l'évaluation finale. Dans le cas 3, elle est intimement liée à la technique mise en place lors de la phase 2 (cf. Fig 6). De plus, entre les séances, les enseignants incitent à travailler soit en équipe (cas 1 et 2), soit individuellement (cas 3). Cette alternance a été ressentie comme pertinente par les étudiants. Elle donne un temps à l'apprenant pour mieux comprendre : (1) ce qu'on attend de lui ; (2) les connaissances à acquérir. De plus, elle constitue pour eux un nouveau mode d'apprentissage.

Le quatrième principe, favoriser la compréhension partagée des activités, a été réalisé par trois moyens complémentaires à travers les 3 cas d'étude. D'abord à travers les échanges entre apprenants lors des sessions de travail collectifs (cas 1 et 2). Ces échanges favorisent une compréhension partagée. Ensuite par la distribution et l'étude de photocopiés (cas 1 et 3) expliquant les tenants et aboutissants de la pédagogie. Enfin par les interactions soutenues avec l'enseignant (cas 2 et 3). Ce principe est essentiel pour éviter une mauvaise compréhension et un échec de la pédagogie. Il a été mis en place par des moyens différents dans les cas d'étude.

Le cinquième principe, soutenir la pédagogie par l'utilisation des TIC, a été naturellement et richement appliqué à travers les 3 cas d'étude (éditeur de présentation assistée par ordinateur, site web, jeu pédagogiques, outils professionnels d'édition d'IHM, etc.). Les 3 cas d'études étant dans des domaines d'enseignement technologique, cela a facilité l'application de ce principe, mais ce n'est pas l'essentiel. Les outils technologiques ont donné un cadre de

production commun et favorisé la construction d'équipe (cas 1 et 2) et la participation. Ils ont donné l'opportunité d'échanges supplémentaires entre apprenants et entre apprenants-enseignant. Ces outils, le plus souvent graphiques, ont permis en concrétisant certains aspects des connaissances à acquérir de les rendre plus accessibles. Ils ont favorisé des réalisations de qualité professionnelles.

Il est à noter que le cas 1 a largement utilisé une plateforme de e-learning (Moodle) alors que des outils légers et simples à mettre en place (cas 2 et 3) ont suffi à soutenir efficacement la pédagogie.

Le sixième principe, l'évaluation régulière des connaissances, a été appliqué dans les 3 cas d'étude. Cette évaluation régulière s'est faite à travers l'évaluation des productions, les présentations orales des travaux, l'évaluation finale et d'une manière plus informelle à travers les interactions entre l'apprenant et l'enseignant-facilitateur (cas 2). Le contenu disciplinaire limité des modules (cas 1 et 3) permet d'enchaîner plusieurs mini-projets avec chacun une évaluation finale donc une évaluation régulière.

Le septième principe, l'analyse du processus d'enseignement, a été favorisé par les interactions fréquentes entre apprenants-enseignant. De plus des entretiens informels ou des questionnaires (cas 1 et 3) ont été mis en œuvre. Cette analyse régulière du processus d'enseignement a semblé importante aux enseignants. Certes elle vient introduire un biais dans l'évaluation de notre proposition par le fait connu que lorsqu'une attention particulière est mise en place en direction des étudiants, ceux-ci deviennent plus performants. Mais cette analyse est difficile à éviter si on veut valider la pédagogie et orienter son amélioration.

L'analyse ci-dessus montre que dans les trois cas d'études, les 7 principes ont été mis en œuvre. Le cadre proposé est complet. Il permet de prendre en compte toutes les facettes des 3 cas d'études et à aider à encadrer l'élaboration des scénarios.

Amélioration des pratiques professionnelles chez les étudiants

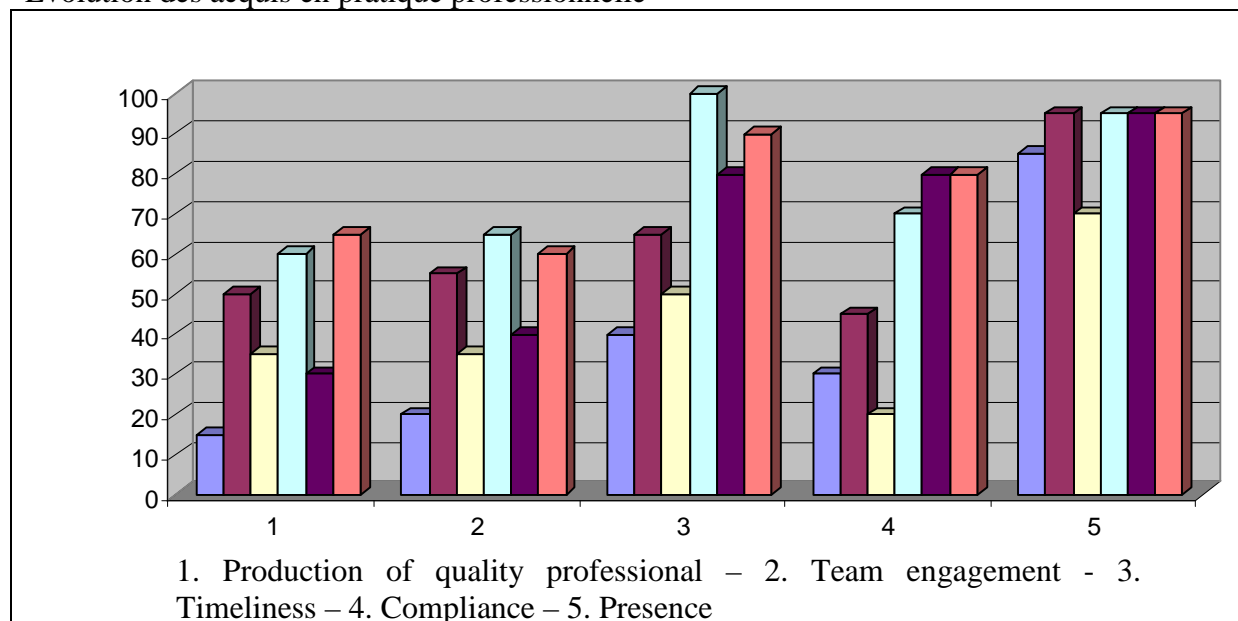
Nous avons sélectionné 5 pratiques professionnelles. Nous avons noté leurs apparitions au cours des séances d'enseignements. Il est raisonnable de penser qu'elles auront tendance à être reproduites de la même manière au-delà de ces séances, lors des interventions en entreprise :

1. *Les étudiants produisent-ils plus de productions de qualité professionnelle.* A chaque production demandée, un certain nombre de critères étaient associés. Ces critères pouvaient dépendre de la nature de la production. S'il s'agissait d'un rapport d'étude, les critères pouvaient inclure le respect d'une norme documentaire professionnelle. S'il s'agissait d'un exercice de reformulation de concepts par la production d'une affiche, les critères pouvaient inclure la lisibilité, l'esthétique (couleur, forme : texte-schéma-dessin-photo, cohérence), l'efficacité visuelle, efficacité pédagogique de l'affiche. Les notes sont reportées sur 100.
2. *Les étudiants sont-ils plus impliqués dans un travail d'équipe.* Il s'agit du pourcentage du temps passés à pratiquer effectivement, lors des séances, un travail collectif.
3. *Les étudiants respectent-t-ils les délais dans leurs rendus de travaux.* Les chiffres s'expriment en pourcentage de travaux rendus dans les délais fixés.
4. *Les étudiants respectent-t-ils plus les règles et procédures fixées (hors respect des délais).* Par exemple, préparent-t-ils les séances de TD quand cela leur est demandé ? Les notes sont reportées sur 100.
5. *Les étudiants sont-t-ils plus présents (hors absences justifiées comme la maladie par exemple).* Il s'agit du taux de présence exprimée en pourcentage.

La table 4 montre, pour chacun des 5 critères sélectionnés, les évolutions constatées. Les séries impaires représentent les enseignements traditionnels sans application du cadre proposé. Les séries paires représentent les enseignements avec application du cadre proposé.

Table 4

Évolution des acquis en pratique professionnelle



Comparaison pour chacune des 5 qualités retenues des points acquis avant et après l'application du cadre d'évolution.

Les 3 cas d'étude montrent l'impact positif de l'application du framework pour chacun des 5 critères observés. Les résultats obtenus peuvent varier légèrement d'un cas d'étude à l'autre mais reste globalement assez identique. Ainsi une progression nette a été observée sur les 3 premiers critères choisis. Par exemple le rendu de production professionnelle est passé de 15, 35 et 30 points sur 100 à respectivement 50, 60 et 65. L'engagement dans le travail d'équipe est passé de 20, 35 et 40 à respectivement 55, 65 et 60. Les deux derniers critères ont connu une amélioration moins nette notamment pour les cas 1 et 3 qui ont augmenté seulement de 15 et 0 pour le critère 4 et de 10 et 0 pour le critère 5. Mais ils étaient déjà élevés sans l'application du framework.

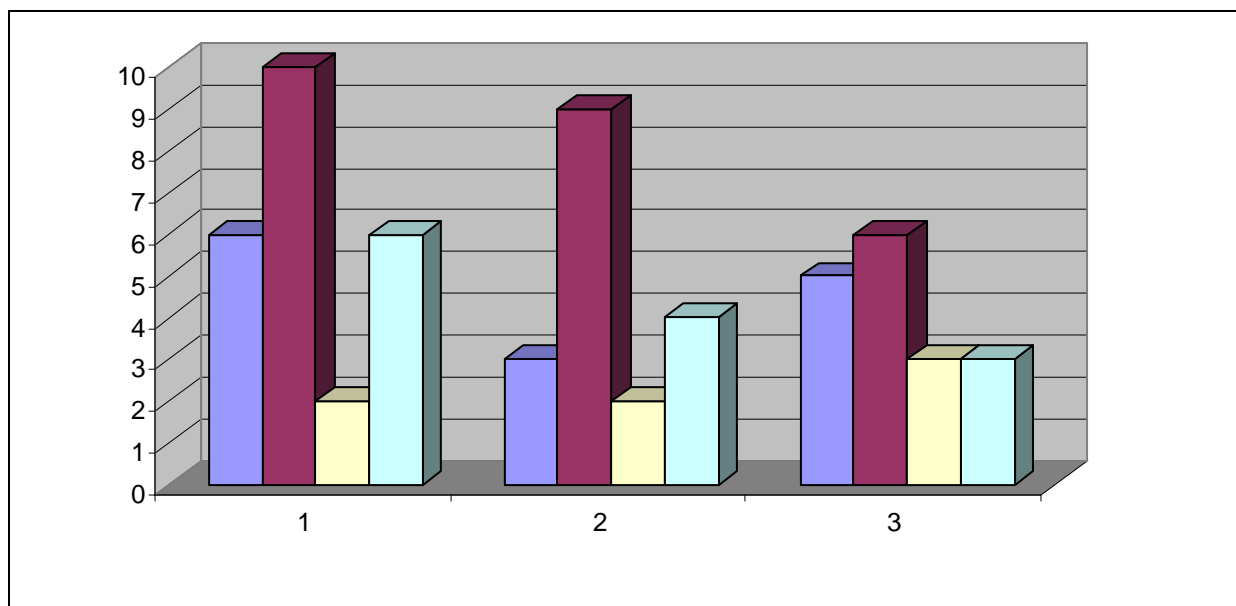
Nécessité de l'usage des TIC

Dans ce paragraphe nous focalisons sur l'impact des TIC dans l'application du cadre. La maîtrise des TIC devient un pré requis pour l'insertion professionnelle. Nous essayons d'évaluer l'utilisation des TIC et la dépendance de l'application du cadre vis-à-vis des TIC. Nous avons classé les TIC utilisés en deux catégories :

- *Les outils qui sont apparus comme facultatifs.* Par exemple la diffusion des instructions de l'enseignant peut être aussi bien faite par un dépôt électronique de documents que par distribution de photocopies de cours papier, certes plus coûteux et moins pratiques, mais remplissant la fonction attendue.
- *Les outils indispensables vis-à-vis des activités pédagogiques, qu'ils soient individuels ou collectifs.* Par exemple, il est difficile de remplacer un outil professionnel de conception d'IHM ou encore une base de données de partage de documents pour un travail collectif. Pour évaluer cette dépendance, nous avons comptabilisé d'une part le total des outils différents TIC utilisés et d'autre part le total des outils indispensables. Les chiffres ont été calculés d'après les scénarios mis en place. Les résultats sont regroupés dans le graphique de la table 5.

Table 5

Évolution de l'importance des TIC



Pour chacun des 3 cas d'études : nombre d'outils TIC a) utilisés sans puis avec l'application du cadre b) indispensables sans puis avec l'application du cadre.

De nombreux outils étaient utilisés : messagerie, traitement de texte, tableur, messagerie, etc. Dans ces filières technologiques l'utilisation des TIC ne posait pas de problèmes, tous les étudiants étaient habitués à leurs usages. Le critère d'utilisabilité n'a pas été étudié car il ne posait pas de problème. Cependant l'utilisation du framework a induit une augmentation du nombre d'outils TIC utilisés. Le nombre d'outils utilisés est passé respectivement pour les 3 cas d'étude de 6 à 10, de 3 à 9 et de 5 à 6 outils. Cependant l'utilisation du framework a rendu la pédagogie plus dépendante des technologies, au moins pour les deux premiers scénarios. Certes sans l'application du framework, les 3 modules nécessitaient des outils TIC mais en petits nombre et seulement pour les séances de travaux pratiques. L'utilisation du framework a étendu leur nécessité à la plupart des temps de séances en face à face et, a, pour les deux premiers cas, fait augmenter le nombre d'outils indispensables, respectivement de 2 à 6 et de 2 à 4 (pour le troisième, il est resté stable).

Impact sur le métier d'enseignant

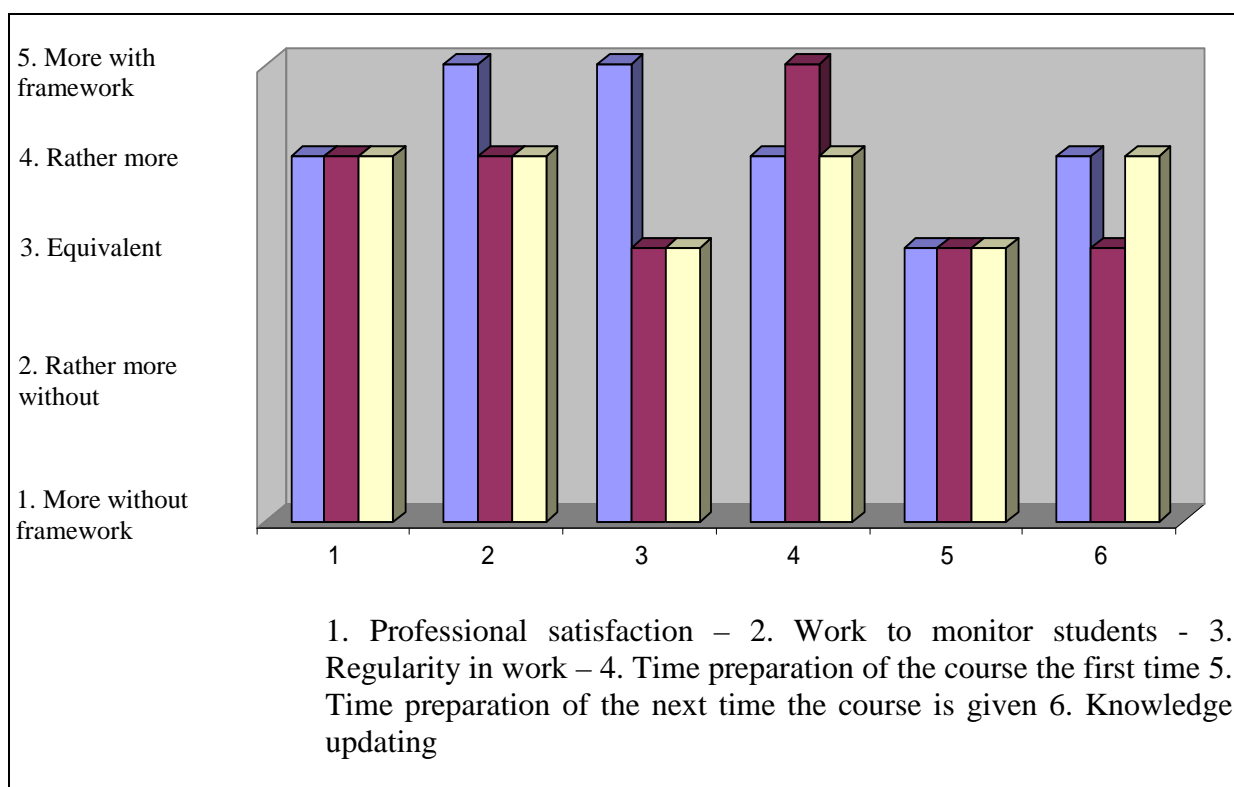
Dans ce paragraphe nous étudions l'impact de l'application du cadre sur l'enseignement. D'abord du point de vue du travail de l'enseignant. Les questions posées aux enseignants utilisent, pour chacune des six questions, une échelle de Likert sous la forme : 1. Plus sans la méthode ; 2. Plutôt plus sans la méthode ; 3. Équivalent ; 4. Plutôt plus sans la méthode et 5. Plus sans la méthode. Vis-à-vis du travail de l'enseignement le questionnaire comportait les six questions suivantes :

1. *Satisfaction sous l'angle professionnel.*
2. *Quantité de travail à fournir pour le suivi des étudiants.*
3. *Nécessité d'une plus grande régularité dans le travail.*
4. *Nécessité d'un travail de préparation plus important la première fois.*
5. *Nécessité d'un travail de préparation plus important les années suivantes.*
6. *Possibilité pour l'enseignant de tenir à jour ses connaissances.*

Les résultats sont regroupés dans le graphique de la table 6.

Table 6

Évolution du métier de l'enseignant



Pour chacun des 6 critères retenus : évolution du métier de l'enseignant dans chacun des 3 cas d'études

Les trois cas d'étude montrent que l'application du framework induit une évolution sensible du métier de l'enseignement. Les enseignants concernés s'accordent à montrer une augmentation de leurs satisfactions (pluriel ?) sous l'angle professionnel. Cette évolution positive a cependant une contrepartie dans le temps passé à suivre les étudiants, la régularité et le temps de préparation au moins lorsque le cours est donné la première fois. Il est à noter que l'utilisation du framework donne aussi plus d'occasion à l'enseignant de mettre à jour ses connaissances. Notre analyse est que l'évolution du nombre d'interactions étudiant/enseignant, figure 7, est enrichissante non seulement pour les étudiants mais aussi pour les enseignants.

Impact sur les interactions et acquis des étudiants

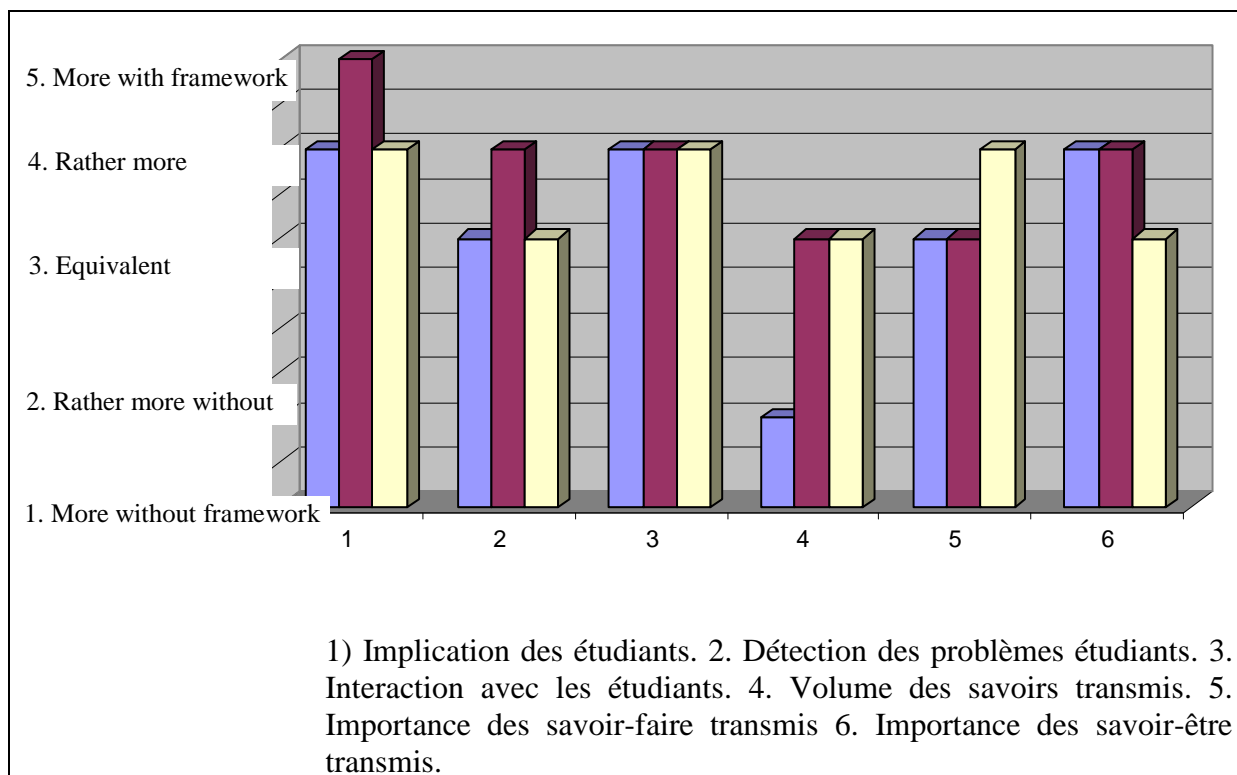
Dans ce paragraphe nous étudions l'impact sur les interactions et les acquis des étudiants. Les questions posées aux enseignants utilisent la même échelle de Likert que précédemment Les questions posées étaient les suivantes :

1. *Implication des étudiants.*
2. *Détection des problèmes étudiants.*
3. *Interaction avec les étudiants.*
4. *Volume des savoirs transmis.*
5. *Importance des savoir-faire transmis.*
6. *Importance des savoir-être transmis.*

Les résultats sont regroupés dans le graphique de la table 7.

Table 7

Évolution des interactions et des acquis des étudiants



Pour chacun des 6 critères retenus : évolution du métier des acquis des étudiants dans chacun des 3 cas d'études

L'utilisation du framework a montré une amélioration des interactions et de la participation des étudiants avec une relation enseignant/étudiant qui favorise la détection des problèmes pédagogiques. Globalement il y a une stabilité des acquis de savoir et de savoir-faire (skills) et une augmentation des acquis en savoir-être (attitude). La baisse des acquis des connaissances pour le cas 1 est circonstancielle. Elle a été analysée comme une difficulté à maîtriser les nouveautés spécifiques introduites dans le contenu à traiter.

6. Discussion

Notre étude et nos pratiques montrent plusieurs points intéressants d'une part pour favoriser l'application de notre framework et d'autre part pour en améliorer l'efficacité pédagogique. Dans cette partie nous discutons d'une série de réflexions pour d'une part aider d'autres enseignants de l'enseignement supérieur à faire évoluer leur enseignement et d'autre part pour favoriser son efficacité. Ensuite, nous résumons les principaux apports pédagogiques constatés. Ce constat est basé sur le ressenti des apprenants et des enseignants. Il a été établi d'une manière empirique à base d'observations lors des séances, d'entretiens informels avec les étudiants, des résultats aux examens et de différents questionnaires remplis par les apprenants. Nous terminons par les pistes d'améliorations possibles.

Application du framework

La première réflexion concerne la place jouée par les outils TIC. Leur introduction rend pleinement possible la réalisation du premier principe. A travers les possibilités qu'ils offrent, ils permettent de définir de nouveaux acteurs, leurs rôles et d'en favoriser leurs outillages. Les outils TIC soutiennent les activités du trèfle d'Ellis [...]ref, communication, collaboration et production. Par là ils favorisent le soutien des activités des mini-projets. Chacune de ces fonctions du trèfle peuvent être aussi appliquées indépendamment pour améliorer l'application des autres principes.

La deuxième réflexion concerne la mise en place technique des outils TIC. Ces outils n'ont pas besoin d'être innovants : traitement de texte, messagerie, tableur, présentation assistée par ordinateur, blogs, etc. Cela rend l'utilisation du framework accessible à de nombreux profils enseignants. Les étudiants possèdent de plus en plus d'ordinateurs portables et les universités offrent quasiment toutes des accès Wifi à l'Internet. Il sera de plus en plus possible et demandé de mettre en place des pédagogies nouvelles. Notre proposition, en fournissant un cadre souple mais complet, sera un guide facilement accessible et fédérateur pour aider les enseignants à faire évoluer progressivement leurs enseignements. Bien entendu l'utilisation d'une plateforme de e-learning comme Moodle, Blackboard, Claroline, etc., même si elle nécessite au départ un investissement important de la part des enseignants, autorise des scénarios plus riches et décharge de tâches fastidieuses de suivi. Là encore toutes les universités en proposent et fournissent des formations à leurs enseignants.

La troisième réflexion concerne les mini-projets. Nous avons constaté que lorsque les projets sont trop petits, ils peuvent avoir un effet négatif. D'une part les étudiants ne les considèrent pas comme des projets mais comme des exercices, et d'autre part ils n'ont pas le temps de déployer tous les scénarios prévus et les acquis sont souvent insuffisants.

La quatrième réflexion concerne la maîtrise des savoirs par l'enseignant. Elle reste centrale. Dans les cas d'étude 2 et 3, où ces savoirs étaient bien maîtrisés par les enseignants, la figure 4 montre qu'il y a eu équivalence entre l'enseignement sans et avec utilisation du framework. Dans le cas d'étude 1, où une somme de nouveaux savoirs pour l'enseignant étaient introduits, il y a eu une moindre acquisition de savoirs. Notre analyse est que l'enseignant doit contrôler les savoirs pour encadrer les étudiants, ce soin ne peut être laissé aux seules ressources ou activités mises à disposition.

Apports pédagogiques

L'analyse des ces 3 cas d'étude nous montre que l'application des 7 principes fournit un bon modèle pour expliquer les scénarios pédagogiques produits. L'application de ces scénarios riches a été systématiquement appréciée par les apprenants. L'absentéisme a été quasi-nul et l'implication a été forte tout au long de ces années de pratique (table 4). L'acquisition de compétences de haut niveau (analyse, synthèse et argumentation) a été améliorée (table 7). Les apprenants ont dû apprendre à travailler en équipe et donc communiquer, négocier, confronter leurs points de vue, etc. L'apprenant s'est senti plus responsable de son travail notamment par rapport à l'équipe et réciproquement il a obtenu de l'équipe une reconnaissance, ce qui a favorisé son implication et sa motivation. On a souvent observé une entraide entre apprenants ce qui a permis un meilleur apprentissage. Par exemple, certains apprenants se sont trouvés bloqués face à la compréhension d'un problème abstrait. L'aide de l'équipe a permis de passer le cap. En retour, cela a permis sa participation plus active dans les aspects concrets et un retour bénéfique sur les apprentissages des autres apprenants dans ce domaine. Les travaux fournis ont été souvent de qualité professionnelle (table 4). Le bénéfice des activités professionnelles pratiquées, comme la rédaction de comptes-rendus ou de rapports techniques, s'est retrouvé lors des stages de fin d'étude. De nombreux anciens apprenants en situation professionnelle ont souligné l'importance de faire supporter les apprentissages disciplinaires par des apprentissages de compétences. La place des connaissances disciplinaires étant souvent moins importante en situation professionnelle qu'à l'université.

Le mode d'évaluation a été quasi-unanimement apprécié tant pour sa forme, que pour sa pertinence à favoriser les apprentissages et sa capacité à refléter le niveau d'acquisition des étudiants. De plus nous avons observé que le dialogue constant, l'introduction pour une partie dans la notation du travail en séances permet de mieux faire accepter les notes des examens par les étudiants. Cependant, même s'il a été apprécié, une partie des apprenants et des

enseignants ont admis qu'il peut devenir lourd. Même s'il a demandé une part importante de travail et de disponibilité, le rôle de l'enseignant a été plus varié et plus motivant. Les enseignants ont pu pratiquer une pédagogie personnalisée, souple et adaptée aux différents profils des étudiants en personnalisant leurs conseils dans les différents projets.

Nous pouvons analyser l'apport de notre cadre d'évolution en liaison avec la taxonomie de Bloom [Bloom et al., 1956], [Anderson et al., 2001]. En effet, la table 7 nous montre que l'utilisation du framework préserve les deux premiers niveaux de cette taxonomie, *apprendre* et *comprendre* (critère 4). Il renforce le troisième niveau, *appliquer* (critère 5) et améliore l'acquisition des trois derniers niveaux, *analyser*, *synthétiser* et *créer* (critère 6). Bien que les chiffres le montrent insuffisamment, nous pouvons montrer à travers le ressenti des enseignants et surtout leurs constatations sur les réalisations produites par les étudiants, que l'augmentation des acquis du dernier niveau, celui de la création, est sensible. Ceci nous amène à donc penser, et cela est confirmé par les retours de nos étudiants soit lors de leurs stages en entreprises, soit aux cours des interactions professionnelles ultérieures, que notre cadre d'évolution favorise l'acquisition de compétences, au sens détaillé en introduction, et répond aux problématiques des entreprises et de l'apprentissage des compétences professionnelles.

Piste d'améliorations

Parmi les pistes d'améliorations envisagées nous en privilégierons deux. Le cadre proposé a été appliqué à plusieurs modules mais d'une manière individuelle. C'est-à-dire avec des apprenants différents. La pédagogie était nouvelle pour les apprenants. De ce fait, les apprentissages de compétences étaient conditionnés par l'apprentissage simultané de la pédagogie proposée. Cela a entraîné aussi un manque de recul par rapport à cette pédagogie et réduisait d'autant le temps consacré réellement à l'apprentissage des compétences. Nous proposons un effort de globalisation. C'est-à-dire d'appliquer notre cadre d'évolution pédagogique à plusieurs modules distincts de la formation. Il faudra alors fournir des aides pédagogiques aux enseignants et conforter la robustesse de notre modèle en 7 principes.

Une deuxième amélioration concerne l'assistance par les TIC. La technologie est essentielle, par ses capacités de diffusion, de communication, de partage, etc., et finalement par son don d'ubiquité. Elle permet de prolonger les apprentissages en dehors des murs de l'université et favorise les apprentissages notamment des compétences de haut niveau. Nous souhaitons étudier de plus près les extensions possibles de l'usage des TIC au sein des scénarios d'apprentissages. Il conviendra aussi d'en dégager les limites et les risques.

6. Conclusion

Cet article a proposé un cadre permettant de faire évoluer les modules disciplinaires en vue de les enrichir par l'apprentissage de compétences professionnelles. Ce cadre est basé sur 7 principes. Nous avons montré ses liaisons avec les principaux courants psychopédagogiques : behaviorisme, cognitivisme, constructivisme et socio-constructivisme.

Nous l'avons appliqué à différents cas d'étude, dont les 3 décrits dans cet article, qui se sont déroulés pendant près de 10 ans dans deux universités françaises. Le premier cas dans le cadre d'un diplôme undergraduate destinés à des apprenants étudiant les réseaux informatiques. Le second et le troisième dans le cadre d'un diplôme graduate à des apprenants étudiant respectivement l'automatisation des systèmes industriels et l'ingénierie des systèmes images et sons.

Nous avons montré que malgré la diversité des pédagogies mises en place, le cadre d'évolution proposé permettait de guider les scénarios mis en place et pouvait servir de cadre d'évolution aux modules disciplinaires pour les faire évoluer positivement. Nous avons montré que les enseignements produits étaient adaptés pour favoriser la réduction de l'absentéisme, la participation des étudiants et l'entraide entre étudiants. Nous avons constaté que l'acquisition des connaissances des disciplinaires et des compétences professionnelles

étaient effectives. La pédagogie était dans son ensemble, y compris l'évaluation, appréciée par toutes les parties prenantes.

Dans leur futur, nous souhaitons étudier l'application de notre cadre à des disciplines moins techniques ; étudier l'impact de sa diffusion à l'ensemble des modules d'une formation et analyser plus avant l'impact de l'introduction des TIC.

Acknowledgements

Ce travail de recherche a été partiellement financé par le Ministère de l'Education Nationale, de la Recherche et de la Technologie, la Région Nord-Pas de Calais et le FEDER (projets TAC MIAOU et EUCUE). Les auteurs remercient l'AFIHM pour avoir incité la communauté en IHM à se pencher sur la problématique de l'enseignement de l'IHM ces dernières années.

References (rq : format provisoire)

- [Abet, 2000], Engineering Criteria 2000 Third Edition: Criteria for Accrediting Programs in Engineering in the United States. Published by the Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET), Baltimore, Maryland.
- [Anderson & al., 2001], Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (eds.) (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.
- [Antibi, 2003], Antibi, A., La constante macabre ou comment a-t-on découragé des générations d'élèves, Math'Adore, France, 25 septembre 2003, 160 pages
- [Aronson et al., 1978], Aronson, E., Blaney, N., Stephan, C., Sikes, J., Snapp, M., *The jigsaw classroom*, Beverly hills, Calif. Sage publications.
- [Bardram, 1998] BARDRAM, J. E. (1998). Designing for the dynamics of cooperative work activities. In Proceedings of The 1998 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, Seattle, Washington, USA. ACM Press.
- [Bertalanffy, 1976], Bertalanffy (von), Ludwig (1976). *General System Theory: Foundations, Development, Applications*. Publisher: George Braziller.
- [Besterfield-Sacre et al., 2000a], Besterfield-Sacre, M.; Shuman, L.J.; Wolfe, H.; Atman, C.J.; McGourty, J.; Miller, R.L.; Olds, B.M.; Rogers, G.M., 2000, IEEE Transactions on Engineering Education, Volume 43, Number 2, May 2000, Pages: 100-110.
- [Besterfield-Sacre and als, 2000b], Besterfield-Sacre, M.; Shuman, L.J.; Wolfe, H.; Atman, C.J.; McGourty, J.; Miller, R.L.; Olds, B.M.; Rogers, G.M., Assessment methodologies and curricula innovations, Available at http://www.engrng.pitt.edu/~ec2000/ec2000_downloads.html. Last visited the 30th October 2009
- [Bloom & al., 1956], Bloom, B., Englehart, M. Furst, E., Hill, W., & Krathwohl, D. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain*. New York, Toronto: Longmans, Green.
- [Bloom, 1971], Bloom, B.S., 1971. *Mastery Learning*, Editor J.H. Blode, Hoet, Rinehart and Winston, New York.
- [Boehm et al., 1984] Boehm B.W., Gray T.E., Seewaldt T. (1984). Prototyping versus specifying : a multiproject experiment. *IEEE transactions on Software Engineering*, 10 (3), pp. 290-303.
- [Bonnet, 2007], Bonnet, C., Histoire de la psychologie scientifique, la psychologie cognitive. Last visited the 19th october 2009 at <http://univr-cms.u-strasbg.fr/depotcel/DepotCel/142/cours%20histo/Histoire3.pdf>

- [Bruner, 1960], Bruner, J., S., 1960, *The Process of Education*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- [Carrol, 1963], Carrol, J., B., 1963, *A model of school learning*, Teachers college record, 64, 723-733, 1963.
- [Carroll et al., 1987], Carroll, J., B., Bloom, B. & Hunter, M., 1987. Notes from Benjamin Bloom lecture, ACSA. Available at <http://www.humboldt.edu/~tha1/mastery.html>. Last visited the 30th october 2009.
- [CCCEP, 2001] Communication from the Commission to the Council and the European Parliament: The e-Learning Action Plan, European Commission, (Mar. 2001), Nov. 2007 [Online]. Available: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2001/com2001_0172en01.pdf
- [Claroline, http], Claroline, Available at <http://www.claroline.net/index.php?lang=en>. Last visited the 28th October 2009.
- [Cole, 2009], Cole, M., Using Wiki technology to support student engagement: Lessons from the trenches, *Computers & education* 52 (2009), 141_146.
- [Cooper and al, 1990], Cooper, J. L., Prescott, S., Cook, L., Smith, L., Mueck, R., & Cuseo, J. (1990). *Cooperative learning and college instruction: Effective use of student learning teams*. Long Beach: Institute for Teaching and Learning, California State University, 1990
- [Curricula-Vitae, http] Curriculae-vitae. Available at fr.curricula-vitae.com/competences.html, visited the 9th july 2009.
- [Davis, 1993], Davis, B., G., 1993, *Tools for teaching*, Jossey-Bass Publishers: San Francisco, 1993
- [Dillenbourg et Tchounikine, 2007], Dillenbourg, P., Tchounikine, P., Flexibility in macroscripts for computersupported collaborative learning, *Journal of Computer Assisted Learning* 23, pp1–13.
- [Drira and al, 2007], Drira, R., Laroussi, M., Derycke, A., 2007, *A first investigation for reducing e-learning environment complexity by Multiscale*, in proceeding of IEEE of Computer, Information, and Systems sciences, and Engineering (CISSE), University of Bridgeport, USA 3-12 December 2007
- [Dublin, http], The Dublin Core MetaData Initiative, <http://dublincore.org>. Last visited the 16th march 2009.
- [Dumont, 1992], Dumont, B., 1992, The influence of organizational characteristics on education and learning, *Education and Computing*, Volume 8, Issues 1-2, June 1992, Pages 41-45
- [Eastman, Reisenwitz, 2006], Eastman, J., K., Reisenwitz, T., H., 2006, Dealing with student group project traumas: teaching students recognition responsibility, and resolution of group project problems, *Marketing education review*, summer 2006 (16), 9-21.
- [Gagne, 1965], Gagne, R. M. (1965). *The Conditions of Learning*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- [Gillies, 2004], Gillies, R. M., 2004, The effects of cooperative learning on junior high school students during small group learning, *Learning and Instruction* 14 (2004) 197–213.
- [Gokhale, 1995], Gokhale, A. (1995). Collaborative learning enhances critical thinking. *Journal of Technology Education*, 7(1), 22-30.

- [Gomez, Wu, Passerini, 2010], Gomez, E., A., Wu, D., Passerini, K., 2009, Computer-supported team-based learning: The impact of motivation, enjoyment and team contributions on learning outcomes, *Computers & Education* 55 (2010) 378–390
- [Gravestock, Mason, 2004], Gravestock, P., Mason O'Connor, K. (editors), *Learning and teaching in higher education*, issue 1, 2004-2005, University of Gloucestershire, available at <http://www2.glos.ac.uk/offload/tli/lets/lathe/issue1/issue1.pdf#page=124>, last visited the 16th april 2010, UK <http://www2.glos.ac.uk/offload/tli/lets/lathe/issue1/issue1.pdf#page=124>
- [Green, 2009], Green, C., D., 2009, *Classic in history of psychology*, Last visited the 14th october 2009 at <http://psychclassics.yor.ku.ca>.
- [Gunasekaran, McNeil, & Shaul, 2002], Gunasekaran, A., McNeil, R.D., & Shaul, D. (2002). *E-learning: research and applications*. *Industrial and Commercial Training*, 34 (2), 44-53.
- [Hoic-Bozic, Mornar & Boticki, 2009], N., Hoic-Bozic, V., Mornar et I., Boticki, *A Blended Learning Approach to Course Design and Implementation*, *IEEE Transaction on education*, Vol. 52, No. 1, February 2009 19.
- [Holbert, Karady, 2008], Holbert, K., E., Karady, G., G., 2008, Strategies, challenges and prospects for active learning in the computer-based classroom, *IEEE transactions on education*, vol. 52(1), p 31-38, February 2009.
- [Hot Potatoes, http], Free software, available at <http://hotpot.uvic.ca>. Last visited the 26th october 2009.
- [IMS-LD, 2003], *Learning Design* part 1, 2 and 3. <http://www.imsproject.org>, Last visited the 16th march 2009.
- [ISO/IEC 25000, 2005], *Software Product Quality Requirement and Evaluation*, accessible à http://www.iso.org/iso/fr/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=35683
- [Johnson & Johnson, 1980], Johnson, D.W. Johnson, R.T., *Integrating handicapped students into mainstream*. *Exceptional children*, 47, 90-98.
- [Katz, 1974], Katz, R., L., *Skills of an effective administrator*, *Harvard Business Review*, Vol. 51, 1974.
- [Kolski, 1997], Kolski, C., *Interfaces homme-machine, application aux systèmes industriels complexes* (2nd edition). Editions Hermès, Paris, 1997.
- [Kolski et al., 2004a] Kolski C., Sagar M., Loslever P. Spécification d'IHM dans les systèmes critiques : retour d'expérience sur une pratique en enseignement de l'IHM. *Proceedings of IHM 2004, International Conference Proceedings Series*, ACM Press, Namur, pp. 157-164, 2004.
- [Kolski et al., 2004b] Kolski C., Sagar M., Loslever P. Experiment based on participative ergonomics and performed as part of a supervision engineers' training course. E.F. Fallon, W. Karwowski (Ed.), *Proceedings HAAMAH'2004 "Human and Organisational Issues in the Digital Enterprise"* (25-27 August), 1, National University of Ireland, Galway, pp. 336-346, ISBN 0-9538974-2-7, 2004.
- [Kruse, 2009], Kruse, K., *Gagne's nine events of instruction: an introduction*, last visited the 25th October 2009 at http://www.e-learningguru.com/articles/art3_3.htm.
- [Le Boterf, 2006], Le Boterf, G., 2006, *Ingénierie et évaluation des compétences*. Paris, Éditions d'organisation.

- [Looi and als., 2010], Looi, C., K., Chen, W., Ng, F., K., 2010, *Collaborative activities enabled by GroupScribbles (GS): An exploratory study of learning effectiveness*, Computers & education 54 (2010), 14-26.
- [LOM, 2002], LOM IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC), <http://ltsc.ieee.org/wg12>, Visited 26th july 2008
- [Mahatody et al., 2007], Mahatody, T., Sagar, M., Kolski, C., Cognitive Walkthrough for HCI evaluation: basic concepts, evolutions and variants, research issues. Proceedings EAM'07 European Annual Conference on Human-Decision Making and Manual Control, Technical University Of Danemark, Lyngby, 2007.
- [Mahatody et al., 2010], Mahatody, T., Sagar, M., Kolski, C., State of the Art on the Cognitive Walkthrough method, its variants and evolutions. International Journal of Human-Computer Interaction, in press, 2010.
- [Martinez et al., 2010], Martínez, F., Herrero, L., C. & Santiago de Pablo, Project-Based Learning and Rubrics in the Teaching of Power Supplies and Photovoltaic Electricity, IEEE Transactions on education, in press.
- [Mayo, 1945], Mayo, E., The social problems of industrial civilization. Boston: Harvard University, Graduate School of Business Administration, 1945.
- [Mc Clelland, 1973], McClelland, D.C. (1973). "Testing for competence rather than intelligence." American Psychologist. 28, pp. 1-14.
- [Michaelsen et al., 2002], Michaelsen, L., Fink, D., & Knight, A. (2002). Team-based learning: A transformative use of small groups in college teaching. Sterling, VA: Stylus Publishing. Quoted by [Gomez, Wu, Passerini, 2010].
- [Miller, Miller, 1999], Miller, S., M., Miller, K., L., Using Instructional Theory to Facilitate Communication in Web-based Courses, Journal of Educational Technology and Society 2(3), 106-114.
- [Moodle, http], Moodle. Available at <http://moodle.org>. Last visited the 12th october 2009.
- [Norman, 1986], Norman, D.A., Cognitive engineering. In D.A. Norman & S.W. Draper (Eds.), User centered systems design: New perspectives in human-computer interaction, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, 31-61, 1986.
- [Olson, Verley & Santos, 2004], Ryan Olson, Jessica Verley, Lindsey Santos, and Coresta Salas, 2004, *What We Teach Students About the Hawthorne Studies: A Review of Content Within a Sample of Introductory I-O and OB Textbooks*, The industrial-organizational psychologist, 41(3), january, 2004, p23-39.
- [Pavlov, 1927], Pavlov, I., P., 1927, *Conditioned reflexes: an investigation of the physiological activity of the cerebral cortex*, available at <http://psychclassics.yorku.ca/Pavlov/>, last visited the 26th October 2009
- [Perrenoud, 1999], Perrenoud, P., Faire acquérir des compétences à l'école , In Vie pédagogique, n° 112, septembre-octobre 1999, pp. 16-20. Available at http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_1999/1999_14.html#Heading1. Visited the 15th December 2009.
- [Piaget, 1970] Piaget, J. (1970). The science of education and the psychology of the child. NY: Grossman.
- [Pisa, 2005], The definition and selection of key competencies (DeSeCo), 2005, Organization for economic co-operation and development, Available at <http://www.oecd.org/dataoecd/47/61/35070367.pdf>. Last visited the 14th December 2009

- [PMBook, 2008], Project Management Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. ISBN13:9781933890517. Accessed to <http://www.pmi.org>
- [Polson & Lewis, 1990], Polson, P.G., Lewis, C.H., Theory-based design for easily learned interfaces, *Human-Computer Interaction*, 5 (5), 191-220, 1990.
- [Polson & Lewis, 1992], Polson, P., Lewis, C., Rieman, J., Wharton, C., Cognitive Walkthrough: a method for theory-based evaluation of user interface, *International Journal of Man-Machine Studies*, 36, 741-773, 1992.
- [Prime, 1998], Prime, G., 1998, Tailoring assessment of technological literacy learning, *Journal of technology studies*, 24(2), 18-23.
- [Rasmussen, 1986], Rasmussen, J. 1986, *Information processing and human-machine interaction, an approach to cognitive engineering*. Elsevier Science Publishing.
- [Raynal & Rieunier, 2001], Raynal, F., Rieunier, A. (2001), *Pédagogie : dictionnaire des concepts clés*, ESF edition.
- [Sakai, http], Collaboratiofor educators, by educators, free and open source, available at <http://sakaiproject.org/portal>. Last visited the 29th october 2009.
- [Sancho-Thomas and al., 2009], Sancho-Thomas, P., Fuentes-Fernández, R., Fernández-Manjón, B., Learning teamwork skills in university programming courses, *Computers & Education* 53 (2009) 517–531
- [Sander-Regier et al., 2007], Sander-Regier, R., Merhy, B., A., McColl, T., Teaching at the University of Ottawa. A handbook for professors and Tas, 2007. Available at http://www.saea.uottawa.ca/index.php?Itemid=920&id=872&option=com_content&task=view. Last visted the 29th october 2009.
- [SEP, 2006], Stanford Encyclopedia of Philosophia, Last visited the 14th October 2009 at <http://plato.stanford.edu/entries/behaviorism/>
- [Shepard, 2000], Shepard, L., A., 2000, The role of assessment in a learning culture, *Educational Researcher*, vol. 29, n° 7, pp. 4-14, available at <http://epicpolicy.org/files/TheRoleofAssessmentinaLearningCulture.pdf>, last visited 16th april 2010.
- [Skinner, 1935], Skinner, B., F., 1935, Two types of conditioned reflex and a pseudo type, *Journal of General Psychology*, 12, 66-77. Avalaible at <http://psychclassics.yorku.ca/Skinner/Twotypes/twotypes.htm>, last visited the 26th October 2009.
- [Skinner, 1968], Skinner, B., F., 1968, *The Technology of Teaching*, Prentice Hall College Div, 208 pages.
- [Slavin, 1977], Slavin, R., E., Classroom reward structure: an analytic and practical review. *Review of educational research*, 47, 633-650.
- [Slavin, 1980], Slavin, R., E., 1980, Cooperative learning, *Review of Educational research*, 50, 315-342, 1980.
- [Slavin et al., 1986; Slavin, R., E., Leavey, M., B., and Madden, N., A., 1986, *Team Accelerated Instruction : Marhematics*, Watertown : MA ; Charlesbridge.
- [SweBok, 2004], IEEE Computer Society, "Guide to Software Engineering Body of knowledge, 2004. Accessible à <http://www.computer.org/portal/web/swebok/htmlformat>. Last visited the 24th october 2009.

- [Talon et al, 2005], Talon, B., Toffolon, C., Warin, B. (2005), “*Projet en milieu universitaire : vers une gestion collaborative assistée par le web*”, *International Journal of Technologies in Higher Education (IJTHE)*, Vol 2, n° 2, pp. 28-33, 2005.
- [Thorndike, 1911], Thorndike, E., L. (1911). Animal intelligence. Last visited the 26th 2009 at <http://psychclassics.yorku.ca/Thorndike/Animal/>
- [Vygotsky, 1998] Vygotsky, L., S. Mind in society : the development of higher psychological processes. Cambridge, 1978
- [Wagner, 1997], Wagner, E.D., 1997, Interactivity: From agents to Outcomes. In T. E. Cyr (Ed.), *Teaching and Learning at a Distance: What it Takes to Effectively Design, Deliver and Evaluate Programs: No. 71. New Directions for Teaching and Learning*, San Francisco: Jossey-Bass, 19-26.
- [Wagner, Hassanein, & Head, 2008]. Wagner, N., Hassanein, K., & Head, M., 2008, Who is responsible for E-Learning Success in Higher Education? A Stakeholders' Analysis, *Educational Technology & Society*, 11 (3), 26-36.
- [Watson, 1913], Watson, J., 1913. “Psychology as a Behaviorist Views It,” *Psychological Review*, 20, 158-77. Available at <http://psychclassics.yorku.ca/Watson/views.htm>. Last visited the 26th october 2009.