

Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques de l'Ingénieur

N° d'ordre : 59/2018

THESE DE DOCTORAT

Présentée par

M. : Adil HACHMOUD

Spécialité : Informatique

Sujet de la thèse : Conception d'une Architecture d'Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain adapté à l'approche par compétences

Thèse présentée et soutenue le 21 décembre 2018 devant le jury composé de

Nom Prénom	Titre	Etablissement	
Ahlame BEGDOURI	P.E.S	FST - Fès	Présidente
Seddik BRI	P.E.S	EST-Meknès	Rapporteur
Younès EL BOUZEKRI EL IDRISI	P.H	ENSA-Kénitra	Rapporteur
Mohammed BERRADA	P.H	ENSA-Fès	Rapporteur
Aziz DEROUICH	P.H	EST-Fès	Examineur
Lahcen OUGHDIR	P.H	ENSA-Fès	Examineur
Salahddine KAMMOURI ALAMI	P.E.S	FST - Fès	Directeur de thèse

Laboratoire d'accueil : Laboratoire des Sciences de l'Ingénieur

Etablissement : Faculté des Sciences et Techniques de Fès

Remerciements

Mes remerciements les plus sincères iront, en premier lieu, à mon directeur de thèse, Professeur Salahddine KAMMOURI ALAMI. Je lui suis extrêmement reconnaissant pour m'avoir accueilli dans son équipe de recherche, pour la confiance qu'il m'a accordée, pour ses qualités humaines, pour les conseils prodigués et pour le suivi particulier dont il a fait preuve pendant les phases de recherche et de rédaction de la présente thèse.

Il m'est agréable d'exprimer également ma profonde gratitude à Madame la professeure Ahlame BEGDOURI de la FST - Fès, pour avoir accepté d'être la présidente du jury de cette thèse.

Mes remerciements s'adressent ensuite aux membres du jury qui me font l'honneur de participer à la soutenance. Je remercie sincèrement Messieurs les professeurs Seddik BRI de l'EST-Meknès, Younès EL BOUZEKRI EL IDRISSE de l'ENSA-Kénitra, ainsi que le professeur Mohammed BERRADA de l'ENSA-Fès pour avoir accepté d'évaluer mes travaux en qualité de rapporteurs. Mes remerciements s'adressent également à Messieurs les professeurs Aziz DEROUICH de l'EST-Fès et Lahcen OUGHDIR de ENSA-Fès, pour leur participation au jury en tant qu'examineurs de cette thèse.

Enfin, j'adresse mes chaleureux remerciements à tous les collègues et amis qui ont contribué, de loin ou de près, à l'aboutissement de cette thèse de doctorat.

Résumé

En réponse à la pression sociale accrue sur les finalités de l'école, le Maroc se trouve contraint d'entreprendre une large réforme de son système éducatif pour remédier à son inefficacité. En effet, il y a de grandes disparités entre les profils formés par l'université marocaine et la demande du marché du travail, les exigences du marché sont en perpétuel changement et les profils compétences demandés évoluent, mais les universités ne suivent pas forcément et semblent évoluer en marge de l'économie.

Force est de constater la nécessité d'aller vers une pédagogie qui va favoriser l'employabilité et l'insertion dans un marché du travail. L'approche par les compétences (APC) se présente comme la solution qui pourrait bien contribuer à remédier à l'inefficacité du système éducatif marocain, c'est un courant en pédagogie qui consiste à envisager l'apprentissage et l'enseignement par les compétences, elle vient en réponse aux limites des approches classiques basées exclusivement sur l'acquisition de contenus. L'idée de compétence n'affirme rien d'autre que le souci de faire des savoirs scolaires et universitaires des outils pour penser et pour agir, au travail et hors travail. Adopter l'APC reviendrait à récrire les programmes en profondeur, mais aussi il faudrait toucher, entre autres, aux méthodes, à l'évaluation, au contrat didactique et, au métier d'enseignant.

Malgré l'intérêt grandissant et l'engouement international pour cette approche, celle-ci n'a pas encore trouvé sa place dans l'enseignement supérieur au Maroc, pour causes ; l'absence d'appui méthodologique offert aux enseignants, l'absence de cadre théorique stable et pertinent guidant l'action des concepteurs des programmes d'études, et enfin l'absence d'appui technologique.

Motivé par une solide volonté de créer les conditions nécessaires pour que les acteurs pédagogiques, puissent adopter cette approche d'une manière efficace, nous proposons un formalisme qui permettra d'explicitier les pratiques implicites de la « compétence », et facilitera la conceptualisation et la mise en œuvre de cette approche. La conception d'une ontologie du domaine nous semble la solution appropriée pour réduire la confusion conceptuelle et terminologique et assurer une compréhension partagée. Autour de cette ontologie, nous allons concevoir une architecture d'Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain (EIAH) adapté à l'APC et mettre en œuvre un système de gestion des bases de ressources de l'APC.

Mots clés : Approche par compétence, conception, EIAH, ontologie

Abstract

Moroccan school is coming under increased pressure from society to prove its effectiveness, so Morocco is forced to undertake a broad reform of its education system. Indeed, there are great gaps between the profiles formed by the Moroccan university and the demand of the labor market. The universities must be able to adjust to the changing demands of society and the labor market.

A pedagogy that promotes employability and integration into the labor market becomes a necessity. The competency-based approach (CBA) could be a remedy against the inefficiency of the Moroccan education system, it is a pedagogical approach that considers learning and teaching by competencies, it comes in response to the shortcoming of classical approaches based exclusively on content acquisition. The goal of the competency concept is that school and university knowledge becomes tools for thinking and acting, both at work and outside work. Adopting the CBA would be to review curriculum in depth, but also methods, evaluation, didactical contract and teaching.

Despite the international interest and enthusiasm for this approach, it has not been introduced yet in Moroccan Higher education for several reasons; the lack of methodological support offered to teachers, the absence of a stable and relevant theoretical framework guiding curriculum design, and finally the lack of technological support

Motivated by an attempt to create prerequisites for educational actors to adopt this approach in an efficient way, this thesis proposes a formalism that will further clarify the implicit practices of "competency", and will facilitate the conceptualization and implementation of this approach. The conception of a domain ontology seems the appropriate solution to reduce conceptual and terminological confusion and ensure a shared understanding. Around this ontology, an architecture of Intelligent Tutoring System (ITS) adapted to the CBA will be designed and a CBA resource management system will be implemented.

Keywords: Competences-based approach, conception, ITS, ontology.

Sommaire

INTRODUCTION	9
Contexte de la thèse	10
Objectif de la thèse	11
Aperçu de la solution proposée	12
Organisation du rapport	13
CHAPITRE I : Le système éducatif marocain en difficulté	14
1.1 Etat des lieux	15
1.2 La réforme de l'enseignement	15
1.3 Les déterminants majeurs des déficits du système	16
CHAPITRE II : L'approche par les compétences (APC)	21
2.1 Le concept de compétence	22
2.2 L'Approche par les compétences	26
2.3 L'APC qu'est-ce que cela change ?	28
CHAPITRE III : Expérience de Mise en œuvre de l'APC	38
3.1 Contexte de mise en œuvre	39
3.2 Démarche de mise en œuvre	40
3.3 Résultats et discussion	52
CHAPITRE IV : L'ontologie de l'APC	58
4.1 Les ontologies informatiques	59
4.2 Construction et opérationnalisation des ontologies	61
4.3 L'ontologie de l'APC	67
CHAPITRE V : Architecture d'EIAH adapté l'APC	77
5.1 Etat de l'art des EIAH	78
5.2 L'ingénierie des EIAH	81
5.3 L'architecture conceptuelle d'un EIAH adapté à l'APC	84
CHAPITRE VI : Mise en œuvre d'un Système de Gestion des Bases de Ressources de l'APC	93
6.1 Analyse fonctionnelle et spécification de besoins	94
6.2 Conception et implémentation	97
6.3 Présentation de quelques fonctionnalités du système réalisé	104
CONCLUSION	113
Contribution originale	114
Perspectives	115
BIBLIOGRAPHIE	116
ANNEXES	122

Liste des figures

Figure 1: Trame conceptuelle du concept de compétence	37
Figure 2: Phases de préparation et mise en œuvre de l'APC	41
Figure 3: Profil Administrateur Base de données (e-compétences)	43
Figure 4: Profil Administrateur Système (e-compétences)	44
Figure 5: Diagramme d'état-transition représentant la matrice de conscience- compétence	49
Figure 6: Etape de construction de la compétence	50
Figure 7: Diagramme d'activités décrivant le processus de traitement d'une SAE et les rôles de l'enseignant et celui de l'apprenant	51
Figure 8: Evolution du taux de validation des modules en première session.....	56
Figure 9: Cycle de vie d'une ontologie informatique.....	62
Figure 10: Le processus général de construction d'ontologies	65
Figure 11: Ontologie du concept de compétence	68
Figure 12: Taxonomie d'habiletés génériques	68
Figure 13: Extension de la taxonomie de compétences aux indicateurs de performance	70
Figure 14: La hiérarchies des SAE.....	71
Figure 15: l'ontologie de l'APC (sans les sous classes).....	72
Figure 16: Détails ontologie de l'APC (Organisation des ressources).....	74
Figure 17: Ontologie proposée pour l'approche par les compétences	75
Figure 18: Les cas d'utilisation du futur EIAH	85
Figure 19 : Architecture d'EIAH adapté à l'APC	90
Figure 20: Le processus "type" de production, validation et Exploitation des ressources	96
Figure 21: Diagramme Cas d'utilisations de l'application.....	98
Figure 22: Le Modèle Conceptuel de Données de l'application.....	99
Figure 23: Modèle Logique de Données qui implémente le Workflow.....	101
Figure 24: Architecture Technique de l'application réalisée.....	102
Figure 25: Procédure d'authentification Mixte sur l'application	103
Figure 26: Arborecence des Bases de Ressources	104
Figure 27: Menu Contextuel de l'Arborecence	105

Figure 28: Fonctionnalité "Glisser-Déplacer"	105
Figure 29: Modèle indexation "Promotion"	106
Figure 30: Interface d'ajout d'une ressource	107
Figure 31: Implémentation du Modèle d'indexation des Métiers, du référentiel des compétences et des SAE.....	107
Figure 32: Le profil « compétences » de l'étudiant affiché sur l'arborescence de l'application.....	108
Figure 33: Interface d'authentification, Inscription, réinitialisation et récupération de mot de passe	108
Figure 34: Configuration du processus de production des ressources	109
Figure 35: Interface édition des indexes d'un modèle	109
Figure 36: Interface de gestion des Bases de ressources	110
Figure 37: Interface de recherche multicritères.....	111
Figure 38: Interface d'attribution des privilèges système.....	111
Figure 39: Interface de configuration de l'application	112
Figure 40: Tableau de bord du workflow	112

Liste des tableaux

Tableau 1 : Quelle réalité le terme « Compétence » recouvre-t-il ?	23
Tableau 2: Des mobilisations en cascade.....	25
Tableau 3 : Comparaison de l'APC et la PPO	30
Tableau 4: Approche centrée sur l'acquisition de compétences et Approche centrée sur l'acquisition de contenus.	33
Tableau 5: L'enseignement traditionnel et les exigences du marché de l'emploi.....	33
Tableau 6: Canevas d'une SAE	46
Tableau 7: Taux de validation en première session (option ABD).....	55
Tableau 8: Concepts et associations de l'ontologie de l'APC.....	71
Tableau 9: Hiérarchie des concepts de l'ontologie de l'APC	76
Tableau 10: Classification des EIAH selon la fonction pédagogique.....	80
Tableau 11: Les cas d'utilisation de notre EIAH en association avec les acteurs.....	87
Tableau 12: Cas d'utilisation et Acteurs de l'application	97

Lexique

A

APC : Approche Par les Compétences.

B

BLOB : Binary Large Object.

C

CBA: Competency Based Approach.

E

EIAH: Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain.

EST: Ecole Supérieure de Technologie.

F

FOAD: Formations Ouvertes et à Distance

I

IA: Intelligence Artificielle.

IIS: Internet Information Services

L

LMS: Learning Management System.

LDAP : Lightweight Directory Access Protocol

M

MOOC: Massive Open Online Course

MCD: Modèle Conceptuel de Données

P

PPO: Pédagogie Par Objectifs.

S

SAE: Situation d'Apprentissage et d'Evaluation.

SBC : Systèmes à Base de Connaissance

SPA : Single Page Application.

SGBD: Système de Gestion des Bases de Données.

T

TIC : Technologie de l'Information et la Communication

U

UML: Unified Modelling Language.

INTRODUCTION

Contexte de la thèse

Objectif de la thèse

Aperçu de la solution proposée

Organisation du rapport

Contexte de la thèse

En vue de remédier à l'inefficacité des systèmes éducatifs et, par conséquent, rentabiliser l'investissement dans l'enseignement sur tous les niveaux, essentiellement au niveau de l'enseignement primaire et moyen, ainsi que de l'enseignement technique et professionnel. L'approche par les compétences (APC) s'annonce comme une solution pertinente pour le volet pédagogique. Nous avons dénombré trois facteurs de l'adoption de l'APC : « la réponse aux développements du marché du travail », « davantage d'attention portée aux savoir-faire professionnels et à l'employabilité » et « un nouveau concept pour la communication avec les employeurs ».

Malgré l'intérêt grandissant et l'engouement international pour cette approche, celle-ci n'a pas encore trouvé sa place dans l'enseignement supérieur au Maroc, pour causes :

- L'absence de cadre théorique stable et pertinent guidant l'action des concepteurs de programmes d'études, et la profusion de la littérature autour du concept de compétence, ce qui est sujet à beaucoup d'interprétations impliquant des ambiguïtés conceptuelles et terminologiques. En effet, il est impossible de parler de pédagogie impliquant APC sans que tous les intervenants dans les différents processus de l'enseignement ne comprennent de façon univoque ses concepts.
- L'absence d'appui méthodologique offert aux enseignants, il serait aujourd'hui bien présomptueux de proposer une " didactique des compétences ", alors que nul ne sait exactement comment elles se construisent et qu'on peine à les identifier de façon univoque.
- L'absence d'appui technologique, notamment dans les Environnements Informatique pour l'Apprentissage Humain.

La présente thèse s'inscrit dans la continuité d'une expérience menée, pendant plus de dix ans, sur l'application de l'approche par les compétences dans les enseignements dispensés à l'Ecole Supérieure de Technologie Fès pour la filière informatique, notamment pour les options « Administration des bases de données », et « Administration des réseaux et des systèmes ». Il s'agit d'une étude peu formalisée, qui a donné satisfaction, elle a permis, de mettre en évidence certaines améliorations remarquables au niveau de l'intérêt porté aux études, ainsi que les résultats des étudiants qui ont suivi des études selon cette approche, comparé à d'autres qui ont fait leurs études

selon les approches concentrées sur les contenus. Cela dit, nous nous sommes rendu compte d'un certain nombre de lacunes dans la démarche de mise en œuvre de cette approche, nous avons également constaté l'absence de l'outil informatique dans les pratiques de l'APC notamment dans les EIAH.

Cette thèse, est l'occasion de proposer des solutions d'ordre conceptuel et technologique pour contribuer à réunir les conditions nécessaires afin que les différents contextes de formation - écoles, centres de formation professionnelle, entreprise - et les particuliers puissent adopter l'APC facilement et permettre à la pédagogie des compétences de trouver sa place parmi les moyens mis à la disposition de l'apprenant, notamment dans les EIAH.

La présente thèse a, également, le souci de toucher les trois domaines d'activités dans lesquelles nous exerçons, à savoir ; l'ingénierie pédagogique ; le génie logiciel et la modélisation et la gestion des connaissances ;

Objectifs de la thèse

Convaincu de l'apport indéniable de la technologie pour toutes les méthodes pédagogiques, nous insistons sur le besoin d'introduire les environnements informatiques pour l'apprentissage humain (EIAH) dans les pratiques de l'APC pour aider les enseignants et les apprenants à tirer le meilleur de cette approche et faciliter son intégration. Dans cette quête nous nous sommes rendu compte des faits suivants :

- L'absence d'EIAH supportant l'APC dans tous ses aspects
- L'absence de LMS (Learning Management System) adapté à l'APC
- Le concept de compétence échappe encore à l'outil informatique

Nous avons dénombré un ensemble de besoins spécifiques à l'APC qui ne trouvent pas de solutions satisfaisantes dans les environnements existants. Pour répondre à ces problématiques nous proposons un certain nombre d'avancés en termes de conception de modèles adaptés à l'APC :

- Un modèle informatique des compétences à base d'ontologie
- Plus qu'une taxonomie des compétences nous proposons un référentiel dynamique et évolutif doté d'une palette d'outils pour faciliter son exploitation et sa mise à jour.

- Un portfolio adapté à l'APC
- Des outils de gestion des compétences ;
- Des outils d'indexation et référencement sémantique des ressources pédagogiques ;
- Des outils de collecte et analyse des traces pour faciliter l'évaluations des acquis.

Aperçu des solutions proposées

Une ontologie de l'APC

Nous proposons un formalisme qui permettra d'explicitier les pratiques implicites de la « compétence » dans le domaine de l'enseignement, aussi bien en présentiel qu'à distance, et facilitera la conceptualisation et la mise en œuvre de cette approche. L'ontologie de l'APC est le résultat d'une formulation exhaustive et rigoureuse de la conceptualisation du domaine de l'APC, elle définit formellement les termes employés pour décrire et représenter le domaine de connaissance de l'APC, cette ontologie vise à réduire, la confusion conceptuelle et terminologique pour tendre vers une compréhension partagée favorisant l'adoption de l'APC dans un premier temps, dans un deuxième temps nous espérons opérer un rapprochement entre l'APC et les EIAH.

Une Architecture d'EIAH adapté à l'APC

Pour organiser les solutions que nous proposons pour assister technologiquement les acteurs de l'APC, et en nous basons sur l'ontologie de l'APC nous avons conçu une architecture théorique d'un EIAH, entièrement repensée pour accompagner et appuyer l'ensemble des pratiques de l'APC et répondre à ses exigences les plus pointues.

Un système de Gestion des bases de ressources l'APC

Comme première étape de la mise en œuvre de l'architecture que nous proposons, nous avons réalisé un outil pour implémenter l'aspect persistance dans les différents modules de notre architecture et ce afin de permettre :

- La mise en œuvre d'un référentiel dynamique des métiers et des compétences
- La capitalisation et le partage des SAE
- La gestion du portefeuille compétences et documentaire de l'apprenant

Hypothèses

Le projet que nous sommes en train de mener suppose un grand effort de reformulation des contenus pédagogiques en terme compétences comme le stipule la pédagogie des compétences. Nous nous mettons dans le cas où cela est réalisé, sans que cela nous empêche de concevoir des outils d'aide à l'indexation des compétences, la production des situations d'apprentissage et d'évaluation ainsi que des moyens pour alimenter la base des compétences.

Organisation du rapport

Nous commencerons par présenter l'état des lieux du système éducatif marocain dans la lumière des chantiers de réformes lancés pour remédier à son inefficacité. Ensuite, nous présenterons l'Approche par les compétences (APC). Pour cela, nous explorerons le concept de compétence ainsi que la pédagogie de l'intégration. Dans la troisième partie, nous relatons notre expérience de mise en œuvre de l'APC, dans la quatrième partie nous nous intéressons aux ontologies dans la quête d'un modèle informatique du concept de compétence pour permettre à l'APC de profiter des avancées technologiques dans le domaine des EIAH. Dans la cinquième partie nous présenterons notre proposition d'Architecture conceptuelle d'EIAH dédié à l'APC. Pour finir, nous allons décrire le processus de conception, implémentation et mise en œuvre d'un Système de Gestion des Bases de Ressources de l'APC qui va implémenter la dimension persistance de données pour notre Architecture d'EIAH.

CHAPITRE I

Le système éducatif marocain en difficulté

Etat des lieux

La réforme de l'enseignement

Les déterminants majeurs des déficits du système

Introduction

Dans ce premier chapitre nous allons analyser de près les déterminants majeurs des déficits du système éducatif marocain, et ce en nous basant sur des études réalisées par le « Conseil Supérieur de l'Enseignement » sur plusieurs années.

L'objectif étant motiver la voix de recherche que nous avons choisie pour contribuer la réforme du système éducatif marocain.

1.1 Etat des lieux

Le système d'éducation et de formation marocain présente un bilan contrasté ; des avancées réelles et des dysfonctionnements persistants. En effet, le système a enregistré des avancées réelles sur divers plans. La modernisation de son cadre juridique et institutionnel a permis d'asseoir une structure organisationnelle propice à son bon fonctionnement [1].

L'enseignement scolaire a été marqué par l'accroissement de ses effectifs dans tous les cycles, la résorption des écarts de scolarisation entre genres et milieux ainsi que diverses avancées pédagogiques.

L'Université a pour sa part connu la refonte de son organisation pédagogique et a montré sa capacité à diversifier ses filières. La Formation Professionnelle a quant à elle adopté l'approche par compétences et l'offre de formation a été diversifiée et mieux adaptée aux besoins. Enfin les structures d'une gouvernance déconcentrée ont été érigées, à travers la création des académies régionales d'éducation et de formation, l'approfondissement de l'autonomie des universités et la mise en place des conseils de gestion dans les établissements scolaires.

Toutefois, si ces avancées ont permis de poser les jalons d'une nouvelle école marocaine, elles ne l'ont pas encore mené à la réussite. En effet, ces chantiers n'ont pas encore produit de résultats suffisamment tangibles. Les acquis restent fragiles, à cause de nombreux dysfonctionnements persistants. Ils requièrent davantage d'effort et de vigilance.

1.2. La réforme de l'enseignement

Depuis 2000, tous les cycles de l'Enseignement Scolaire ont enregistré de nombreuses avancées sur le plan pédagogique. Les méthodes, programmes et curricula ont été révisés.

De nouvelles orientations pédagogiques ont été adoptées, telles que l'approche par compétences ou le renforcement de l'éducation aux valeurs civiques, conformément au modèle pédagogique développé dans le Livre Blanc en 2002.

Dans la formation professionnelle, l'année 2003 a été marquée par le lancement d'un grand chantier de réingénierie du système selon l'approche par compétences. Le système a affiché la volonté d'évoluer vers un nouveau modèle de gouvernance déconcentrée, propice à une meilleure gestion des ressources et à une meilleure exécution de la politique éducative.

L'école affiche des performances encore en deçà des attentes. En effet, sur une cohorte de 100 élèves inscrits au primaire, seuls 13 élèves obtiennent leur baccalauréat, parmi lesquels trois seulement ne redoublent aucune classe durant leur scolarité. Avec près de 390 000 abandons scolaires par an, le système éducatif peine clairement à retenir ses élèves. Cette déperdition scolaire est un fléau qui mine le développement de notre société. Le coût de la non scolarisation et de la déscolarisation serait évalué à 2% du PIB [1].

Le système peine à inculquer les apprentissages, mais aussi à éduquer. Enfin, le chômage des diplômés de certaines filières universitaires à fort effectif d'une part et, les pénuries de compétences dans certains segments d'autre part, indiquent que le système ne transmet pas aux étudiants les compétences essentielles nécessaires à une insertion professionnelle réussie. Il ne leur permet ni de s'adapter à une diversité de métiers et aux aléas du marché de l'emploi, ni de se réorienter pour accroître leurs chances de s'intégrer professionnellement et contribuer ainsi au développement économique du pays.

1.3. Les déterminants majeurs des déficits du système

Selon le Rapport du Conseil Supérieur de l'Enseignement, Cinq déterminants majeurs caractérisent le déficit du système éducatif marocain :

- Une gouvernance hésitante et peu responsabilisante
- L'engagement des enseignants face à des conditions difficiles d'exercice de leur mission
- Un modèle pédagogique en difficulté
- Des ressources financières entre mobilisation et modèle d'allocation
- Un déficit de mobilisation autour de l'école, une confiance altérée

1.3.1 Une gouvernance en quête de renforcement de ses capacités de pilotage

L'absence d'un système d'information intégré, exhaustif et efficace représente également un des aspects les plus prégnants du manque d'outils et de capacités de pilotage du système éducatif. En effet, le système d'information existant manque de coordination dans le traitement des différentes composantes du système sur la base de données et critères homogènes. Il n'est pas actualisé de manière régulière et ne répond pas efficacement aux besoins en information des gestionnaires, évaluateurs et dirigeants. Ce système d'information peine ainsi à donner une vision cohérente, globale autant que détaillée des performances du système éducatif.

Il apparaît que le système n'a pas encore pu développer les outils de pilotage appropriés à une conduite efficace des projets de réforme, à même de pallier l'éparpillement des initiatives et à la faible coordination des programmes. Le bon pilotage du système nécessite aussi un leadership affirmé à tous les niveaux.

1.3.2 L'engagement des enseignants face à des conditions d'exercice difficiles

Aujourd'hui, on attend de l'enseignant qu'il ne soit plus un simple « donneur de leçons » ou un répétiteur, mais plutôt un éducateur, un animateur, un enseignant polyvalent et un pédagogue. Qu'en est-il alors de la qualité de sa formation initiale, de sa durée et de sa teneur ? Elle n'insiste pas non plus suffisamment sur la maîtrise des méthodes pédagogiques telles que l'approche par compétences. Face à cette situation, la formation continue et l'auto-formation sont unanimement reconnues comme étant les outils indispensables de mise à jour et d'harmonisation des connaissances des enseignants et de normalisation de leurs compétences, en accord avec l'évolution des programmes et des orientations pédagogiques pendant leur carrière. Reste qu'on note peu de réalisations en termes de formation continue destinée aux enseignants. Celle-ci ne fait pas l'objet de planification systématique et la plupart des enseignants n'en bénéficient pas pendant de nombreuses années d'exercice.

Ce déficit de formation fait que la pratique de l'enseignement en classe s'est peu adaptée aux changements d'orientations pédagogiques décidés par les autorités éducatives et pour lesquels les enseignants n'ont pas reçu de formation spécifique.

Ce manque de formation et de qualification donne lieu à un déficit de capacités à la fois managériales et pédagogiques. Bien entendu, cela ne manque pas de se répercuter négativement sur la qualité et la capacité d'exécution de l'ensemble du système, à tous les

niveaux. Ce retard est imputable en premier lieu à la faiblesse de l'investissement dans la formation et le développement des capacités des enseignants et autres agents du système éducatif. Les outils de formation à distance, moins coûteux, plus pratiques et plus faciles à mettre en œuvre, n'ont pas encore connu le développement qu'ils méritent.

1.3.3 Un modèle pédagogique en difficulté

Rappelons que, ces dernières années, plusieurs initiatives visant à mettre à niveau les méthodes d'enseignement et les programmes ont vu le jour. Dans les faits, elles n'ont pas donné lieu aux changements attendus et n'ont pas produit d'amélioration visible sur les résultats des apprenants et sur l'expérience de l'enseignement au sein de la classe. L'application de toute nouveauté introduite par les autorités éducatives se heurte à de nombreux blocages.

Ainsi, bien qu'elles suscitent une certaine adhésion des enseignants, les nouvelles orientations pédagogiques sont rarement appliquées. Cela est en partie dû au fait qu'elles ne s'accompagnent pas des mesures nécessaires à leur mise en place, notamment en termes de formation.

Par ailleurs, les programmes, encore très chargés, laissent peu de temps aux exercices et travaux pratiques. Ils ne favorisent pas l'introduction ou l'adoption de méthodes d'apprentissage participatives.

Aux défaillances des programmes et curricula s'ajoute l'absence d'outils didactiques innovants, nécessaires à la modernisation des méthodes pédagogiques et susceptibles d'accroître l'intérêt des élèves. Le retard en termes d'équipements, notamment multimédia, cultive chez l'apprenant l'image d'un système éducatif dépassé, en décalage avec les évolutions de son environnement. Cela se vérifie particulièrement en milieu urbain où la technologie et les médias sont de plus en plus partie intégrante du quotidien des élèves.

Il semble que les méthodes d'enseignement continuent à reposer trop souvent sur l'apprentissage et la restitution de connaissances. Leur compréhension ne peut pas être vérifiée, faute d'espace pour l'analyse et la discussion, dans un environnement peu propice à l'ouverture et à la participation des élèves.

De plus, l'offre d'éducation reste trop uniforme. L'école publique dispense un enseignement identique à tous les élèves, parfois trop éloigné de leur environnement et en décalage avec leurs attentes. Cette uniformité met aussi un frein à la promotion de

l'excellence et à la révélation des talents et vocations des élèves dans des domaines autres que les matières fondamentales. Une des préconisations de la Charte était de rompre cette uniformité en consacrant 15% du temps de formation à l'initiation au cadre de vie régionale et aux affaires locales et 15% à des activités complémentaires parascolaires ou de soutien pédagogique, à l'initiative des autorités pédagogiques régionales. Dans l'ensemble, le recours à cette marge d'adaptation de l'offre semble être encore très limité, ce qui perpétue l'uniformité et l'iniquité du système.

Si jusqu'aux années 1980, l'Université marocaine a pu répondre aux besoins en compétences du pays, l'offre de formation des universités est aujourd'hui en décalage avec les besoins de l'économie : 75% de ses étudiants sont diplômés des filières à accès libre « Lettres et sciences humaines » et « Sciences juridiques économiques et sociales ». Ces filières sont certes essentielles dans l'offre de formation universitaire, mais leur poids y semble aujourd'hui trop important.

1.3.4 Une confiance altérée

Le taux de chômage des diplômés reste en effet alimenté par l'écart qui a pu se creuser entre la demande somme toute limitée en compétences pour le soutien de l'économie et l'offre croissante de diplômés sur le marché du travail.

L'école peut aussi apparaître aux yeux de certains comme un vecteur de reproduction des inégalités, en rupture avec ses finalités et principes majeurs. Dans la mesure où elle n'apporte pas de soutien particulier aux moins favorisés, que ce soit sur le plan pédagogique ou socioéconomique (soutien scolaire ou social), elle ne parvient pas à mener tous les apprenants jusqu'à la fin de la scolarité obligatoire.

Conclusion

Afin de donner une vraie relance à la question des pratiques pédagogiques, il serait indispensable de :

- Lancer des programmes de formation continue fondés sur des approches pédagogiques innovantes comme l'approche par compétences, la pédagogie différenciée, l'approche par problèmes et l'approche par projets ;
- Réhabiliter la démarche expérimentale dans l'enseignement des sciences ;
- Mettre en place des mécanismes pour implanter les méthodes d'apprentissage : pédagogie collaborative, auto-apprentissage ;

- Lancer la recherche sur des pratiques pédagogiques innovantes qui s'adaptent à certaines particularités : classes pléthoriques et classes multi-niveaux ;
- Instaurer des démarches d'évaluation régulière de toutes les composantes de la question pédagogique.
- Introduire l'outil technologique dans les pratiques pédagogiques

A l'évidence, les cinq composantes à savoir les curricula, les programmes, les supports didactiques, l'outil technologique et les pratiques pédagogiques représentent dans l'ensemble la pierre angulaire de la question pédagogique du système d'éducation et de formation.

CHAPITRE II

L'approche par les compétences

Le concept de compétence

L'Approche Par les Compétences

L'APC qu'est-ce que cela change ?

Introduction

Dans ce chapitre nous allons nous consacrer à examiner la littérature la plus représentatif dans le domaine de l'éducation et la formation, et ce afin tenter de conceptualiser le concept de compétence, comprendre et mettre en œuvre l'Approche par les compétences.

2.1. Le concept de compétence

2.1.1. Le cheminement du concept de compétence

Actuellement, la notion de compétence dans le champ de l'éducation, tant dans son cadrage théorique que dans son application empirique, est contestée, et, aujourd'hui encore, remise en cause ([2], [3], [4], [5], [6]).

Jonnaert [7] présente des définitions du concept de compétences issues de différents domaines pour montrer le cheminement que ce concept a pris avant d'être utilisé en éducation (tableau 1).

Dès le début du 20ème siècle, les linguistes (notamment N.Chomsky) ont défini le concept de compétence en le différenciant du concept de performance. La compétence linguistique est un potentiel individuel non encore activé et la performance est l'activation, en situation de communication, de la compétence linguistique.

Jonnaert 2002	D'Hainaut 1988	Raynal et Rieunier 1997	Gillet 1991	Perrenoud 1997	Jonnaert, Lauwaers 1990	Meirieu 1991	Pollascio 2000
Une compétence fait référence à un ensemble d'éléments	Une compétence, ce sont des savoirs, des savoir-faire et des savoir-être	Une compétence, ce sont des comportements	Une compétence, c'est un système de connaissances, conceptuelles et procédurales	Une compétence, ce sont des ressources...	Une compétence, ce sont des capacités ..	Une compétence, c'est un savoir identifié	Une compétence, ce sont des dispositions de nature cognitive, affective, réflexive et contextuelle
que le sujet peut mobiliser		...potentiels	...organisées en schémas opératoires	... mobilisables	... à sélectionner et coordonner	...à mettre en jeu	La mobilisation est exprimée à travers le concept de « disposition »
Pour traiter une situation	Traitement des situations	Une activité complexe	Identification d'une tâche problème et sa résolution	un type défini de situations	La représentation de la situation par le sujet	Une situation déterminée	Des situations - problèmes

Avec succès	exercer convenablement un rôle, une fonction ou une activité.	exercer efficacement une activité.	une action efficace	agir efficacement	répondre plus ou moins pertinemment à la sollicitation de la représentation de la situation.	une combinaison appropriée de capacités.	une action responsable, c'est-à-dire conçue, gérée et appliquée en toute connaissance de cause.
-------------	---	------------------------------------	---------------------	-------------------	--	--	---

Tableau 1 : *Quelle réalité le terme « Compétence » recouvre-t-il ?*

Les psychologues du développement cognitif acceptent cette distinction entre compétence et performance, ils notent toutefois un décalage entre la compétence (qui est défini a priori) et la performance du sujet en action (qui est réellement observée). C'est la situation qui crée la différence entre la compétence et son actualisation par la performance. Les situations sont ainsi sources des performances et critères des compétences.

Depuis une vingtaine d'année, les spécialistes des sciences du travail ont eux aussi développé leur approche du concept de compétence [8]. Avant cela, ils parlaient plutôt de qualification, qui est un concept prescriptif, défini a priori. La compétence devient la capacité d'un individu à gérer son potentiel en situation, elle est définie en référence à l'action du sujet en situation. Le contexte est donc pris en compte. Dans cette perspective, les concepts compétence et performance sont fusionnés. Il n'y a plus de distinction entre prescriptif et observé.

2.1.2. Le concept de compétence en éducation

En éducation, le décalage existant entre compétence et performance n'est pas acceptable. En effet, le mandat des enseignants est bien de faire développer des compétences à leurs élèves. Il est attendu qu'à la fin d'une formation, un étudiant maîtrise les compétences pour lesquelles il a été formé. De plus, Jonnaert [7] décrit la problématique suivante : comment, dans un contexte scolaire, différencier la compétence de la performance ? Comment, en éducation, définir une compétence sans préciser comment elle s'actualisera en situation, c'est-à-dire sans nommer une performance ? Compétence et performance sont toutes deux dans la situation qui est le cœur de l'action de l'apprenant. Et comment différencier compétence, performance et situation ? La compétence est autant déterminée par la situation qu'elle la détermine elle-même.

Le passage au domaine de l'éducation n'est pas aisé à réaliser. Il existe des approches pédagogiques du concept de compétences qui se sont éloignées des approches présentées

précédemment, pour adapter le concept au contexte particulier des situations d'apprentissage.

On peut toutefois remarquer un rapprochement avec la perspective développée par les spécialistes des sciences du travail. Il existe même de nombreuses définitions du concept de compétence dans le domaine des sciences de l'éducation. Mais il existe certains consensus : une compétence est un savoir-faire qui intègre habileté et connaissance, qui est complexe, qui réfère à des habiletés cognitives, affectives, sociales ou psychomotrices et qui est spécifique à un ensemble de situations (donc à un contexte) [9].

La définition que le Ministère de l'Éducation du Québec a retenue en 2000 est la suivante : "Savoir-agir fondé sur la mobilisation et l'utilisation efficace d'un ensemble de ressources." Cette définition ne suffit pas à expliquer et à comprendre le concept de compétence et surtout à l'opérationnaliser. Lasnier [9] propose donc une définition plus opérationnelle de compétence : "Une compétence est un savoir-agir complexe résultant de l'intégration, de la mobilisation et de l'agencement d'un ensemble de capacités et d'habiletés (pouvant être d'ordre cognitif, affectif, psychomoteur ou social) et de connaissances (connaissances déclaratives) utilisées efficacement, dans des situations ayant un caractère commun." Le mot intégration est très important parce qu'il met en évidence le besoin de créer des liens entre les différents éléments d'une compétence. Voici les définitions de capacité et d'habileté selon Lasnier, [9] : "Une capacité est un savoir-faire moyennement complexe, intégrant des habiletés (cognitives, affectives, psychomotrices et sociales) et des connaissances déclaratives. Une habileté est un savoir-faire simple, intégrant des connaissances déclaratives."

Paquette [10] propose une autre définition de compétence qui considère les capacités et les habiletés comme équivalentes : "Une compétence est un énoncé de principe qui régit une relation entre un public cible (ou acteur), une habileté et une connaissance. Un profil de compétences est un ensemble de compétences concernant un même public cible." Les connaissances peuvent être des concepts, des procédures, des principes ou des faits.

2.1.3. L'Habileté

Les habiletés décrivent les processus qui peuvent être appliqués aux connaissances d'un domaine d'application pour les percevoir, les mémoriser, les assimiler, les analyser, les synthétiser, les évaluer, etc. [10]. Les habiletés sont donc au niveau métacognitif car ce sont des connaissances agissant sur d'autres connaissances. Les compétences peuvent être de différents types : disciplinaires, transversales et d'expérience de vie. Une compétence

disciplinaire est liée à un domaine particulier (par exemple les mathématiques), une compétence transversale est valable pour un ensemble de domaines différents (par exemple la résolution de problèmes, la communication orale...) et les domaines d'expérience de vie sont, lorsqu'ils sont pris en compte dans une activité d'apprentissage, une source de motivation pour l'apprenant puisqu'ils permettent de relier l'activité d'apprentissage à des expériences de vie. Jonnaert [11] adopte une approche en cascade et présente l'architecture d'une compétence comme suit (tableau 2):

Au niveau de la compétence	Au niveau des capacités	Au niveau des habiletés	Au niveau des contenus disciplinaires
La <i>compétence</i> convoque une série de ressources pour traiter une situation avec succès. Certaines de ces ressources sont des capacités cognitives maîtrisées par le sujet.	Les <i>capacités</i> sélectionnées, et coordonnées entre elles, reposent sur une série d'habiletés que le sujet maîtrise à propos de certains contenus disciplinaires.	Les <i>habiletés</i> sur lesquelles reposent les compétences et les capacités mobilisées, permettent une utilisation appropriée de certains contenus disciplinaires.	Les <i>contenus disciplinaires</i> fournissent la matière première aux habiletés et aux capacités.

Tableau 2: Des mobilisations en cascade.

2.1.4. Taxonomie des habiletés

Pour pouvoir classer les habiletés ou capacités, il faut avoir une taxonomie. En effet, une taxonomie permet de classer des énoncés en fonction de leur degré de difficulté. L'idée d'utiliser une taxonomie est reliée aux travaux de Bloom qui a créé des taxonomies pour les différents domaines de l'apprentissage (cognitif, affectif, métacognitif et psychomoteur). Dans le cadre de l'approche par compétences, ce sont les habiletés (et non les énoncés des compétences) qui sont classées par des taxonomies. Beaucoup de taxonomies ont été développées dans le cadre de l'approche d'apprentissage par objectifs. Ces taxonomies ne sont pas complètement valables pour l'approche par compétences mais elles constituent une très bonne source d'inspiration [9]. Les taxonomies de Bloom [12] pour le domaine cognitif et celle de Krathwohl, Bloom et Masia [13] pour le domaine affectif sont les plus utilisées car les plus connues.

Paquette [10] stipule que les habiletés peuvent être appréhendées de différentes manières, comme processus génériques de résolution de problèmes (classification en dix catégories), en tant que méta-connaissances actives (il existe beaucoup de classifications

pour cette approche des habiletés) et la dernière approche est celle des domaines cognitif, affectif, social et psychomoteur. Paquette propose d'intégrer l'ensemble des taxonomies issues des travaux en sciences cognitives, en génie logiciel et cognitif, et en design pédagogique. Cette taxonomie comporte trois couches allant du général vers le particulier. La couche la plus générale correspond à quatre phases du cycle de traitement de l'information (recevoir, reproduire, produire ou créer et autogérer). La couche intermédiaire comporte 10 habiletés : prêter attention, intégrer, instancier ou préciser, transposer ou traduire, appliquer, analyser, réparer, synthétiser, évaluer et autocontrôler.

2.2. L'approche par les compétences (APC)

2.2.1. Définition

L'approche par compétences (ou la pédagogie des compétences) est un courant en pédagogie qui consiste à envisager l'apprentissage par les compétences. Cette approche apporte une nouvelle vision à l'apprentissage et l'enseignement. Il s'agit maintenant de permettre aux apprenants de construire des compétences, c'est-à-dire de leur fournir un cadre leur permettant de développer des compétences. Les programmes fondés sur la formation par compétences visent explicitement la construction et le développement de compétences [14]. Il existe différentes définitions du concept de compétence.

Roegiers [15] justifie le rôle fondamental de l'approche par compétences en présentant trois défis que celle-ci devrait permettre de relever :

- La multiplication des connaissances, qui rend caduque toute pédagogie uniquement fondée sur la transmission des savoirs ;
- La nécessité de plus en plus reconnue de proposer aux élèves des apprentissages significatifs débouchant sur des applications authentiques
- La lutte contre l'échec scolaire, souvent définie en fonction d'éléments plus ou moins pertinents pour la formation des individus.

2.2.2. L'adoption de l'approche par les compétences

Une compétence ne peut s'enseigner. On ne peut enseigner que les savoirs [16], qui sont notamment des ressources. Même alors, mieux vaudrait que ces savoirs soient enseignés en référence aux problèmes qu'ils permettent de traiter [15], en contexte, plutôt que sous forme d'un " texte du savoir " entièrement détaché de ses usages, quels qu'ils soient. A cette contextualisation devrait s'ajouter tout ce que nous savons sur la *construction* des savoirs en termes d'interaction, de conflits sociocognitifs, de sens du travail et des contenus, de contrat didactique, de méthodes actives et coopératives.

A cela s'ajoute la simple impossibilité d'enseigner ou de transmettre des compétences. Cela ne signifie pas que les apprenants doivent devenir des autodidactes se formant par essais et erreurs. Il reste essentiel d'offrir une médiation, de construire des dispositifs de formation plus ambitieux que ceux qui fonctionnent aujourd'hui dans la plupart des écoles.

En effet, l'enseignant change de rôle : il devient entraîneur. Sa compétence principale évolue ; d'une part vers l'ingénierie didactique, la conception et la mise en place de situations, la médiation, d'autre part l'observation formative et la régulation fine des activités et des apprentissages.

L'approche par compétences représente une forme de “ révolution didactique ” pour une partie au moins des enseignants [17]. Elle exige en effet de :

- Considérer les savoirs comme des ressources à mobiliser ;
- Travailler régulièrement par problèmes ;
- Créer ou utiliser d'autres moyens d'enseignement ;
- Négocier et conduire des projets avec ses élèves ;
- Adopter une planification souple et indicative, improviser ;
- Mettre en place et expliciter un nouveau contrat didactique ;
- Pratiquer une évaluation formatrice, en situation de travail ;
- Aller vers un moindre cloisonnement disciplinaire.

« L'approche par compétences amène le personnel enseignant à travailler sur des situations-problèmes dans le cadre d'une pédagogie du projet, en même temps qu'elle demande aux élèves d'être actifs et engagés dans leurs apprentissages. » [16].

Dans une approche par les compétences, il y a, donc, essentiellement deux moments dans les apprentissages ; les apprentissages ponctuels des ressources : savoirs, savoir-faire et savoir-être selon les méthodes pédagogiques en vigueur. Et les activités d'intégration et d'évaluation formative consacrées à apprendre à l'élève à mobiliser ses ressources dans des situations complexes.

L'apport de l'APC entend apporter une réponse à l'échec scolaire [18], remédier au gaspillage des ressources allouées à l'éducation et rapprocher de l'école et la vie, pour ce faire une reformulation des programmes d'enseignement et formation en terme de compétences et une déclinaison des diplômes en compétences et catégorisation des compétences à la base d'un référentiel des compétences s'impose ; pour assurer la

lisibilité des diplômes et l'attractivité des formations, mais également pour que la comparaison des diplômes à l'échelle nationale et internationale soit possible et enfin pour rendre les objectifs d'un diplôme plus clair et valider les diplômes de manière équitable.

2.3. L'APC qu'est-ce que cela change ?

2.3.1. L'APC et la pédagogie par objectifs (PPO)

L'approche par les compétences ne constitue pas dans le domaine de l'enseignement, une évolution indépendante de la pédagogie par objectif, n'est qu'un design parmi de nombreux design. Elle représente un mouvement qui est venu pour affronter ou plutôt pour dépasser les différentes critiques dont cette pédagogie a fait l'objet.

Certes, la pédagogie par objectifs s'est renfermée dans son opérationnalisme comportemental, ce qui l'a énormément éloignée de l'acte pédagogique, et l'a transformée, par conséquent en un acte constitué de réflexes conditionnés, faisant abstraction de toute spécificité et de toute sorte de pensée créative chez l'apprenant.

Mais, il faut souligner que c'est entre 1975 et 1980 qu'une idée de dépasser toute pédagogie par objectif est née, basée sur les théories comportementalistes, sans que cela signifie, d'une part la négation de tous les acquis qu'a pu mettre en œuvre la pédagogie par objectifs, aussi bien au niveau de la recherche qu'au niveau de travail pédagogique, et sans que cela signifie, d'autre part, le retour à un travail pédagogique ou à des pratiques d'enseignements confuses et équivoques [19].

En pédagogie, un objectif est un énoncé d'intention décrivant ce que l'apprenant saura (ou saura faire) après apprentissage. Les objectifs sont normalement dérivés des finalités de l'éducation et des objectifs généraux de formation, lesquels se décomposent en objectifs intermédiaires de différents niveaux, puis en objectifs spécifiques [20].

Une finalité est une affirmation de principe à travers laquelle une société ou un groupe social identifie et véhicule ses valeurs. Elle fournit des lignes directrices à un système éducatif et des manières de dire au discours sur l'éducation [20]. Un but est un énoncé définissant de manière générale les intentions poursuivies soit par une institution, soit par une organisation, soit par un groupe, soit par un individu à travers un programme ou une action de formation.

Un objectif général est un énoncé d'intention pédagogique relativement large, il peut être également appelé objectif terminal d'intégration. Il décrit « une compétence ou un ensemble de compétences que l'apprenant doit posséder au terme d'une séquence

d'apprentissage. Un objectif spécifique est issu de la démultiplication d'un objectif général [20]. C'est une activité visible, une réaction observable et évaluable que l'enseignant souhaite voir se manifester chez l'apprenant. Il s'agit donc de la description d'un ensemble de comportements (performances) qu'un enseignant désire voir l'apprenant capable de réaliser [21].

Au niveau de l'objectif spécifique, les énoncés sont tellement précis qu'on ne peut plus les considérer comme des objectifs : ce sont des tâches d'évaluation. Plus précisément, une tâche est une question d'examen telle qu'elle apparaîtrait dans un éventuel questionnaire sur la matière. Pour chaque objectif spécifique, il est possible d'élaborer de nombreuses tâches d'évaluation susceptibles de démontrer que l'objectif spécifique a été atteint. Une tâche peut être plus ou moins complexe, elle peut intégrer plusieurs habilités opératoires [21]. La pédagogie par objectifs se fonde sur ces descriptions de comportements relativement bien circonscrits que doivent développer les apprenants face à des contenus disciplinaires précis.

PPO et APC ont l'une et l'autre des logiques distinctes, des fondements épistémologiques opposés et des approches pédagogiques et didactiques qui ne s'allient pas. Le (tableau 3) présente une synthèse de comparaison des deux approches pour mettre en évidence les contrastes.

APC	PPO
<ul style="list-style-type: none"> -Entrée par les situations. -Ne nie pas la nécessité de définir les objectifs -Donne un sens plus important et plus global à l'enseignement par opposition à APO (recule plus important) -Donne un sens aux objectifs et opère par des SAE bien précises pour les atteindre. -Se centre sur l'apprenant et le considère comme un élément actif dans l'opération d'apprentissage. -L'enseignant est un médiateur qui facilite de l'auto apprentissage. -Fournit toutes les ressources nécessaires pour construire lui-même ses compétences. 	<ul style="list-style-type: none"> -Entrée par les contenus. - Opère par une approche descendante pour diviser un objectif en objectifs procéduraux pour atteindre l'objectif général. - Suppose que tous les objectifs sont mesurables. - S'intéresse à une seule dimension cognitive de l'apprenant. - Les contenus enseignés n'intéressent pas forcément l'élève. - L'enseignant ne prend pas en compte l'environnement de l'élève lors du choix des ressources pédagogiques.

<ul style="list-style-type: none"> -Recherche des traitements compétents des situations -Centration sur les actions de l'apprenant -Contextualisation des apprentissages. -Sens des apprentissages. -Pluralité de ressources. -Profil de sortie : classes de situations à traiter avec compétence au terme de la formation. -Peut référer à différents paradigmes épistémologiques. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les critères d'évaluation sont définis au préalable. - L'enseignant est le principal acteur, il monopolise l'activité. - L'apprenant est passif et subit l'opération de l'enseignement planifiée par l'enseignant. -Recherche de comportements observables sur les contenus. -Centration sur la transmission par l'enseignant. -Décontextualisation. -Contenu enseigné pour lui-même. -Ressources décrites en termes de comportement qui infèrent des ressources cognitives sur les contenus enseignés. -Profil de sortie : contenus disciplinaires à reproduire. -Se réfère exclusivement au comportementalisme.
--	--

Tableau 3 : Comparaison de l'APC et la PPO

Ces deux logiques ne se rencontrent pas parce qu'elles portent sur des objets différents : des situations (APC) versus des comportements sur des contenus disciplinaires (PPO). Elles ont des filiations épistémologiques très différentes : la PPO se réfère strictement au comportementalisme alors que la APC est ouverte à une pluralité de paradigmes épistémologiques. La PPO prescrit des comportements que l'apprenant doit reproduire alors que l'APC ne formule que des hypothèses à propos de traitements compétents que peut réaliser une personne en situation [19].

2.3.2 Comparaison de APC et les approches à base d'acquisition de contenus

Dans l'optique de concevoir une architecture adéquate qui va supporter l'APC, nous nous proposons d'étudier le contraste qu'il y a entre cette approche et les approches basées sur l'acquisition de contenus. Cela nous permettrait justifier l'intérêt de proposer une nouvelle plateforme et d'identifier les aspects sur lesquels nous allons nous attarder davantage.

Nous reprenons ici (tableau 4) une réflexion de synthèse sur un ensemble de travaux ([22], [9], [15], [23], [24], [25], [19]) qui résume les différences entre Approche centrée sur l'acquisition de compétences et Approche centrée sur l'acquisition de contenus.

Approche centrée sur l'acquisition de compétences	Approche centrée sur l'acquisition de contenus
Au niveau du programme d'études	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le choix des cours et des contenus essentiels est fait en fonction des compétences à acquérir. ▪ Les situations professionnelles servent de base au choix des contenus. ▪ L'accent est placé sur l'acquisition de compétences précises chez les étudiants. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le choix des cours contenus et des cours est fait en fonction des disciplines. ▪ Les savoirs disciplinaires servent uniquement au choix de contenus. ▪ Accent est placé sur l'acquisition de savoirs disciplinaires.
Au niveau du rôle de l'enseignant	
<p>L'enseignant est un facilitateur des apprentissages centré sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Le processus d'apprentissage ▪ La planification des contenus en fonction de la compétence à acquérir ▪ L'organisation d'un environnement qui facilite l'apprentissage ▪ L'évaluation de l'atteinte de la compétence 	<p>L'enseignant est un expert de contenus centré sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ La couverture des contenus ▪ La planification des cours en fonction de l'acquisition des contenus ▪ L'organisation de l'enseignement ▪ L'évaluation de connaissances
Au niveau du rôle des étudiants	
<p>L'étudiant vu comme :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ayant des connaissances et expériences antérieures qui ont une influence sur l'apprentissage. ▪ Étant actif dans l'apprentissage. ▪ Il est responsable de la prise en charge de son apprentissage. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les connaissances et expériences antérieures de l'étudiant ne sont pas prises en compte dans l'apprentissage. ▪ L'étudiant est plutôt passif, à l'écoute. ▪ L'étudiant dépend de l'enseignant pour son apprentissage.

Au niveau de l'évaluation des apprentissages	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Évaluation centrée sur de l'atteinte des compétences se basant sur des performances et des comportements attendus. ▪ Recours fréquent à l'évaluation formative pour soutenir l'acquisition des compétences. ▪ L'évaluation fait partie de l'apprentissage. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Évaluation centrée sur l'acquisition de connaissances. ▪ Peu ou pas de recours à l'évaluation formative. ▪ L'évaluation se fait à la fin de l'apprentissage et dans une visée de classement.
Au niveau de l'apprentissage	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le savoir se construit au fur et à mesure de l'acquisition de la compétence. ▪ La compétence s'acquiert globalement et non de façon morcelée. On place les étudiants dans des contextes où la compétence sera démontrée, moins complexes au début et plus complexes en fin d'acquisition de la compétence. ▪ Le savoir est intimement associé à la compétence et au contexte de la mise en œuvre de la compétence, ce qui lui donne un sens pour l'apprentissage. ▪ La compétence est vue comme un système et n'existe pas en dehors des contextes dans lesquels elle est mobilisée. ▪ L'application et le transfert des apprentissages commencent dans la classe. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'acquisition de connaissances est préalable au développement de la compétence. ▪ L'acquisition des savoirs est morcelée et procède du savoir simple au savoir complexe. ▪ Les savoirs sont présentés comme s'ils existaient en dehors de tout contexte. Ils ont souvent peu de sens pour les élèves. ▪ Un étudiant peut parler théoriquement d'un sujet à l'examen, mais cela ne garantit pas sa capacité d'utiliser ses connaissances pour agir dans une situation ou un problème à résoudre. ▪ L'application et le transfert des apprentissages sont remis à plus tard. ▪ La compétence est considérée comme l'association par l'étudiant de plusieurs connaissances dans des situations. ▪ Les savoirs sont décontextualisés et acquis soit par mémorisation ou à l'aide

<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'acquisition de la compétence se fait suite à plusieurs applications à des contextes différents. ▪ On place les étudiants dans des situations le plus authentiques possible pour faire acquérir la compétence. Il a à négocier avec ces connaissances et les données de la situation pour démontrer la compétence. 	<p>d'exercices simples de rappel des connaissances telles qu'elles ont été enseignées. Il n'y a pas de traitement des connaissances par l'étudiant.</p>
--	---

Tableau 4: *Approche centrée sur l'acquisition de compétences et Approche centrée sur l'acquisition de contenus.*

L'APC est plus adaptée pour préparer les apprenants au marché du travail, en effet, par opposition aux autres approches, elle contribue à une meilleure professionnalisation des étudiants [26]. Nous présentons dans le (tableau 5) les contrastes entre le monde du travail et l'enseignement traditionnel exclusivement basé sur la transmission de contenus (connaissances) [27].

Enseignement traditionnel	Le domaine du travail
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dispense des faits ▪ Demande effort individuel ▪ Vise l'obtenir un diplôme ▪ Cours figés ▪ Réception d'information ▪ Décontextualisation des acquis 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La résolution de problèmes ▪ Travail en équipe ▪ Apprendre à apprendre ▪ Amélioration continue ▪ Compétences et connaissances interdisciplinaires ▪ Savoir contextuels

Tableau 5: *L'enseignement traditionnel et les exigences du marché de l'emploi*

L'APC est complémentaire des approches basées sur le contenu, adopter une APC ne signifie pas « tourner le dos » à l'approche basée sur le contenu. L'idée est de donner une nouvelle force à la connaissance ; la reliant aux pratiques sociales, aux situations complexes, aux problèmes et aux projets. Avec l'approche basée sur les compétences, nous n'abandonnerons pas les connaissances. À certains égards, la connaissance (contenu) est l'ingrédient principal pour développer les compétences [28].

2.3.3. Quelques critiques et limites de l'APC

Les objectifs affichés par les tenants de l'approche par les compétences semblent généreux. Mais, dans les conditions actuelles de fonctionnement de l'École, ils sont impossibles à mettre en œuvre [6]. Le recentrage des objectifs sur la capacité de « mobiliser » des savoirs, plutôt que sur l'acquisition de ces savoirs, conduit au dogmatisme pédagogique [6]. Il s'opère alors, dans les faits, un retournement des buts et des moyens : la méthodologie mise au travail des élèves sur des chantiers de problèmes n'est plus au service de l'accès à la compréhension des savoirs, mais ceux-ci se trouvent relégués au rang d'instruments de la méthode. Cette déqualification des savoirs va jusqu'à l'abandon des énoncés articulés de matières dans la définition des programmes. Les compétences tourneraient le dos aux savoirs, notamment disciplinaires. L'APC ferait revenir à un utilitarisme de bas étage, à une conception étriquée de la culture. Les nouveaux curricula feraient le jeu de l'économie, qui ne jure plus que par les compétences. Les réformes curriculaires iraient trop vite, elles ne seraient pas négociées, les enseignants ne seraient ni convaincus ni formés [6].

Dans la réforme, on ne demanderait plus aux enseignants d'enseigner, mais simplement d'accompagner les élèves dans la construction de leurs connaissances.

Les limites les plus fréquemment citées par rapport à cette approche concernent les ressources nécessaires notamment les situations d'apprentissage et d'évaluation, et les changements de pratiques des enseignants, mais également la rareté de démarches de mise en œuvre de l'approche par les compétences [29].

Quant au cadre théorique, il est encore faible, en effet le contenu de la notion de compétence est flou, et une certaine tautologie et des définitions approximatives du concept de compétence. Le concept même de compétence ne serait pas stabilisé ou pas fondé théoriquement [3]. Très peu de choses sont connues sur ce que signifie concrètement la capacité à mobiliser des ressources pertinentes sur des situations-problèmes, ainsi que sur l'évaluation de cette capacité à mobiliser, et encore moins, sur la transférabilité d'une compétence exercée sur une famille de situations-problèmes à d'autres familles de situations-problèmes.

Si on peut disposer maintenant de référentiels de « compétences socles » ou de « compétences génériques », il reste un travail considérable à faire sur l'identification des « familles de situations-problèmes ou de tâches complexes » à proposer à tel niveau de formation et dans tel contexte avec tel public. On ne dispose pas d'une éduométrie

appropriée à l'évaluation des compétences, et la notion de seuil de maîtrise d'une compétence est encore trop peu étudiée [3].

Pour trancher, il faut revenir à la question des valeurs que l'on veut véhiculer à l'école et établir des priorités. De ce fait, il ne faut aborder certaines matières qu'à titre de perfectionnement ou encore à partir de certains niveaux, quand l'ensemble des élèves ont acquis les compétences de base qui leur permettent de faire face aux situations de la vie quotidienne [15]. Le fait de traiter des situations de la vie n'est pas seulement justifié par le fait que les enseignements devraient préparer à vivre mais également parce que les situations de la vie réelle sont riches et complexes et offre un champ d'application fort intéressant. Il vaut donc mieux parler d'utilité sociale que d'utilitarisme dans la mesure où le travail sur des situations proches de situations réelles est davantage une occasion à saisir qu'un but en soi.

S'il ne faut pas penser que « compétences » rime avec « utilitarisme », il ne faut pas non plus penser que les compétences empêchent de développer l'esprit critique des élèves. Tout dépend de la façon dont on définit les compétences [30].

En réponse à la dernière critique concernant le cadre théorique de l'approche, la rareté des démarches d'application de l'APC justifie le manque de ressources, l'inertie au changement et la réticence face au nouveau, ne sont pas particulières à l'APC et devrait être dépassées progressivement à condition de développer chez les différents intervenant dans l'APC, des compétences qui l'aideront à opérer dans le cadre cette approche.

L'introduction de l'outil informatique dans les différents processus d'enseignement et d'apprentissage a déjà fait ses preuves, il pourrait faire de même pour l'aide à la production des ressources pour l'APC en permettant la compréhension de l'essence de cette approche par tous les intervenants, notamment les auteurs de contenus, en systématisant ses différents procédés.

Conclusion

Il ressort de l'analyse de la littérature contemporaine trois éléments constants constitutifs du concept de compétence :

- Une compétence reposerait sur la mobilisation et la coordination par une personne, dans une situation donnée, d'une diversité de ressources : propres à la personne, spécifiques à la situation et/ou au contexte ;
- Une compétence ne se développerait que dans une situation ;

- Une compétence ne serait acquise que dans le cas d'un traitement achevé de la situation.

L'élément majeur qui se dégage de l'analyse de l'ensemble des définitions évoquées est l'ancrage d'une compétence dans une catégorie de situations et un contexte qui lui donnent un sens (figure 1).

Deux concepts sont récurrents dans les définitions analysées : le concept de situation et le concept de ressource. L'idée que le traitement de la situation doit être achevé pour qu'il y ait compétence revient dans presque toutes les définitions. Dans ce cas, la définition, que nous avons retenue, de la compétence d'une personne dans une situation donnée est la suivante [9], [31] :

« La compétence est la mise en œuvre par une personne, dans une situation donnée et dans un contexte déterminé, d'un ensemble diversifié, mais coordonné, de ressources. Cette mise en œuvre repose sur le choix, la mobilisation et l'organisation de ces ressources et sur les actions pertinentes qu'elles permettent pour un traitement réussi de cette situation ».

Roegiers [15] justifie le rôle fondamental de l'approche par compétences en présentant trois défis que celle-ci devrait permettre de relever :

- La multiplication des connaissances, qui rend caduque toute pédagogie uniquement fondée sur la transmission des savoirs ;
- La nécessité de plus en plus reconnue de proposer aux élèves des apprentissages significatifs débouchant sur des applications authentiques et ;
- La lutte contre l'échec scolaire.

Cette approche nous semble très intéressante, car elle offre un cadre référentiel plus riche que celui de l'approche par objectifs [32]. En effet, avec la compétence, nous savons ce qu'une personne sait (connaissance) et à quel degré elle maîtrise cette connaissance dans un usage en contexte (habileté). De plus, les connaissances peuvent être organisées (par exemple avec des ontologies) et les habiletés peuvent être classées (avec les taxonomies).

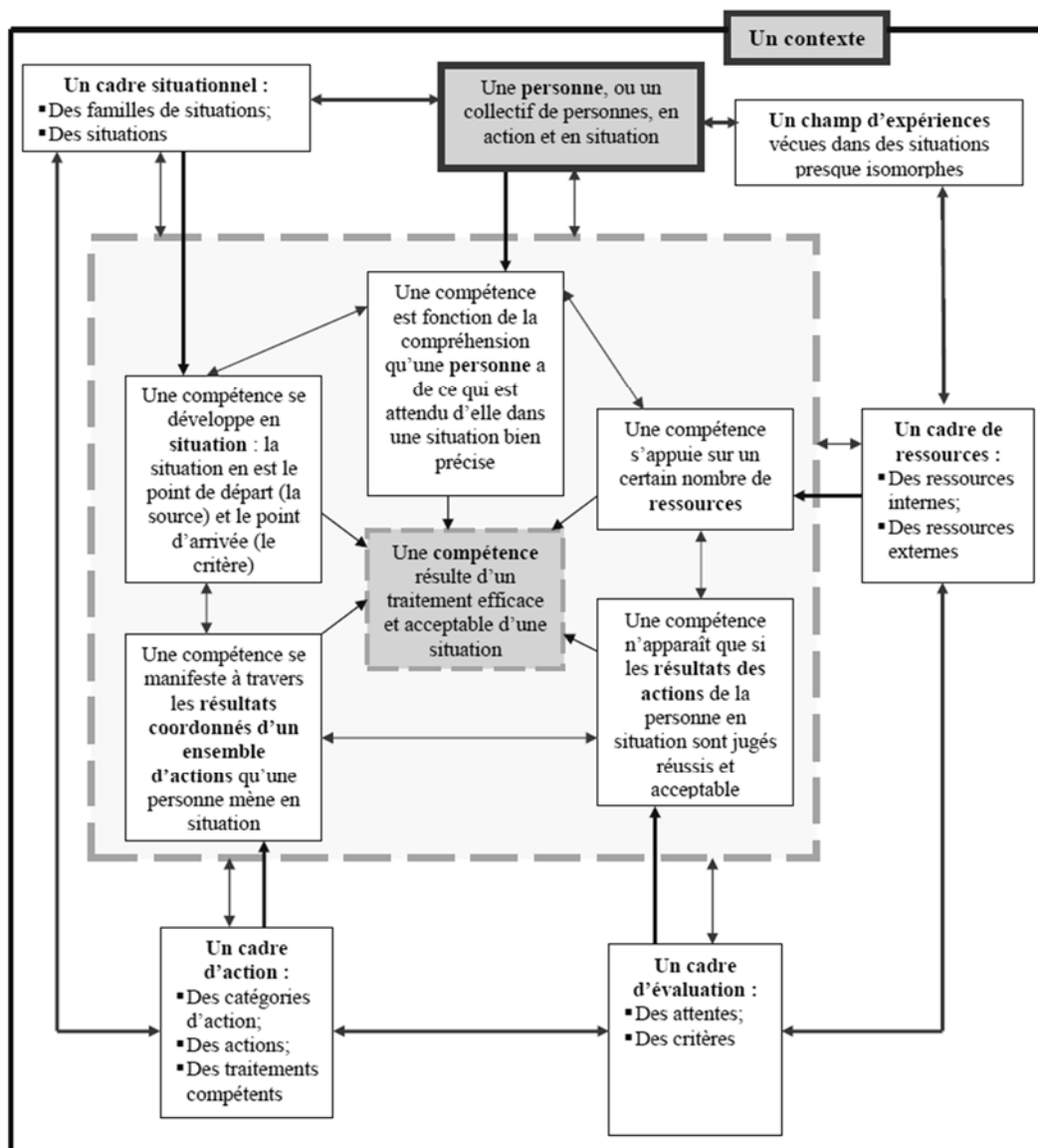


Figure 1: Trame conceptuelle du concept de compétence [31]

L'APC nous semble donc offrir un grand potentiel pour référencer sémantiquement les apprentissages et leurs acteurs. La profusion de définitions n'exclut pas la mise en œuvre et la mobilisation du concept dans l'enseignement, néanmoins il est impossible de parler de pédagogie impliquant l'approche par les compétences sans que tous les intervenants dans les différents processus de l'enseignement ne comprennent de façon univoque ce concept. Plus que cela il est impératif d'élaborer des procédés permettant d'appliquer cette approche de façon quasi-systématique. Il s'agit, en effet, en grande partie de travail en masse de reformulation et d'élaboration de situation de d'apprentissage et d'évaluation (ressources capitales de cette approche). Mais, il est également question d'une réflexion cruciale en profondeur sur une l'infrastructure théorique qui va supporter cette production en masse.

CHAPITRE III

Expérience de Mise en œuvre de l'APC

Contexte de mise en œuvre

Démarche de mise en œuvre

Résultats et discussion

Introduction

Dans ce chapitre, nous relatons notre expérience pilote d'adoption de l'Approche Par Compétence (APC) dans les programmes des filières de l'option informatique de l'Ecole Supérieure de Technologie Fès au Maroc.

Face à l'absence d'appui méthodologie pour la mise en œuvre de cette approche, l'instabilité du cadre théorique, la rareté des ressources, l'hésitations et le manque de vision stratégique des pouvoirs publics, nous proposons une démarche de mise en œuvre, des modèles pour la formalisation des compétences et des situations d'apprentissage et d'évaluation (SAE), nous mettons en place un processus d'apprentissage et d'enseignement qui s'appuie sur les nouvelles technologies, un portefeuille adapté à l'APC, énumérons les contraintes et enfin nous présentons les résultats obtenus après quatre ans d'expérimentation de développement et d'améliorations de notre pratique certes limitée mais enrichissante.

3.1. Contexte de mise en œuvre

Les écoles supérieures de technologies au Maroc sont des instituts à vocation professionnelle, elles préparent des techniciens pour le marché du travail, elles sont donc censées fournir des profils employables et directement opérationnels. Pour ce faire, celle-ci ont toujours consacrées une grande partie de leurs curricula à la formation pratique et aux stages d'intégration dans le milieu du travail. Cela dit il y a encore de grandes disparités entre les profils formés et la demande du marché du travail [25], les exigences du marché sont en perpétuel changement et les profils compétences demandés évoluent, mais les universités ne suivent pas forcément et semblent évoluer en marge de l'économie. En effet, dans le temps ou les écoles continuent de dispenser des savoirs décontextualisés et des cours figés, et les étudiants se contentent de recevoir des informations passivement et travaillent souvent individuellement pour obtenir des diplômes, les entreprises s'attendent à ce que les lauréats de ces écoles soient capables de travailler en équipe pour résoudre des problèmes réels et qu'ils aient la capacité de mobiliser leurs ressources cognitives et à pouvoir s'adapter et faire évoluer leur acquis en apprenant par eux même.

Force est de constater la nécessité d'aller vers une pédagogie qui va favoriser l'employabilité et l'insertion dans un marché du travail. Nous avons dénombré trois facteurs de l'adoption de l'approche par compétences (APC) : « la réponse aux

développements du marché du travail », « davantage d'attention portée aux savoir-faire professionnels et à l'employabilité » et « un nouveau concept pour la communication avec les employeurs ». L'APC est un courant en pédagogie qui consiste à envisager l'apprentissage et l'enseignement par compétences, elle vient en réponse aux limites de l'approche par objectif. Avec la notion de compétence, nous savons ce qu'une personne sait et à quel degré elle maîtrise cette connaissance dans un usage en contexte [23].

Malgré l'intérêt grandissant et l'engouement international pour cette approche, celle-ci n'a pas encore trouvé sa place dans l'enseignement supérieur au Maroc. L'Ecole Supérieure de Technologie Fès a, donc, entrepris, à notre initiative, une expérience pilote au Maroc, elle s'est fixé l'objectif d'expérimenter l'APC sur quelques options de la filière informatique, avant de généraliser éventuellement son adoption. Dans ce qui suit, nous allons détailler la démarche adoptée pour la mise en œuvre de l'APC, nous allons exposer les contraintes qui ont entravé notre projet et enfin nous allons présenter et discuter les résultats de cette expérience.

3.2. Démarche de mise en œuvre

Pour proposer une démarche de mise en œuvre de l'APC (Figure 2), nous nous sommes basé la chronologie d'étapes élaborée par Tardif [29]. Ce processus commence par la description des compétences, la détermination du degré de développement attendu au terme de la formation puis, l'identification des ressources internes à mobiliser, étalement des compétences sur l'ensemble de la formation, la détermination des modalités pédagogiques, ainsi que, des modalités d'évaluation, l'identification de l'organisation du travail des formateurs et des étudiants et enfin, l'établissement des modalités de suivi des apprentissages.

Pour garantir un certain succès à notre démarche nous avons essayé de respecter quelques principes qui ont donnés satisfaction dans l'adoption de l'APC :

- Les compétences sont au cœur du programme d'enseignement de base de l'APC. Dans les programmes professionnels, ils doivent s'aligner sur les attentes de l'industrie et des universités [33].
- L'APC devrait permettre aux étudiants de progresser dans le programme d'études à un rythme personnalisé, ce qui signifie qu'une assistance académique juste à

temps et un autre type de soutien doivent être fournis pour les motiver et leur permettre de poursuivre leurs études [33].

- Les programmes axés sur les compétences mettent l'accent sur l'apprentissage plutôt que sur le temps consacré.
- L'apprentissage est axé sur les étudiants en termes de flexibilité et de personnalisation [34]
- Utilisation de la technologie pour l'enseignement et l'apprentissage
- Des procédés d'évaluation valides et fiables constituent un élément clé.

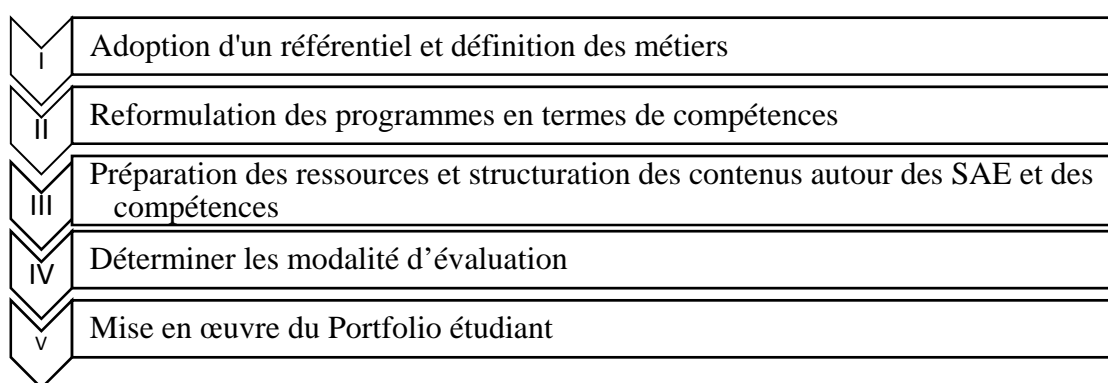


Figure 2: Phases de préparation et mise en œuvre de l'APC

3.2.1 Adoption d'un référentiel et définition des métiers (profil compétence)

L'inscription du processus d'enseignement-apprentissage dans l'approche par compétences, consistant à commencer par définir les modalités d'évaluation des compétences (et pas seulement des connaissances) censées être développées chez les étudiants et, ensuite seulement, à arrêter les formes de « guidage » permettant d'étayer cette construction, suppose évidemment une claire définition des compétences visées. C'est ce qui justifie pleinement l'élaboration d'un référentiel de compétences, dont on peut alors tenter de préciser les principales fonctions.

En tant qu'outil situé dans une démarche de professionnalisation et articulant des préoccupations de formation et d'emploi, un tel référentiel de compétences se doit, tout d'abord, d'assurer le recensement de compétences reflétant celles que mobilisent effectivement les professionnels. On peut, en outre, considérer que la démarche de la didactique professionnelle, fondant la conception de formation professionnelle sur l'analyse de l'activité des professionnels, peut offrir des perspectives de travail intéressantes, notamment pour faire émerger des compétences qui ne sont pas

spontanément exprimées alors même qu'elles peuvent s'avérer « stratégiques » ou « critiques » [23], [25] dans la pratique professionnelle. On sait par ailleurs que les experts (qui sont généralement les professionnels sollicités dans la concertation) ont développé des automatismes ou des « connaissances compilées » dont Hoc [35] nous rappelle « l'impossibilité d'y accéder directement par des techniques de verbalisation » [6], ce qui peut également inciter à ne pas limiter l'exploration des compétences à ce que ces professionnels experts sont capables d'exprimer.

Par ailleurs, il va de soi que le référentiel de compétences se doit de refléter également les compétences telles que l'université les conçoit, notamment en ce qui concerne la maîtrise par l'étudiant des activités qu'on pourrait qualifier d' « académiques ». Là encore, il peut être utile de tenir compte du fait que bon nombre de compétences, pourtant requises par la nature du travail que l'université prescrit à l'étudiant, ne sont généralement pas identifiées comme telles et ne font donc pas (ou peu) l'objet d'un enseignement (prise de notes, sélection de lectures, lecture rapide, etc.).

Enfin le référentiel se doit d'explicitier les compétences à un niveau de précision adapté. Il est clair, en effet, qu'on ne décrit pas au même niveau de généralité des compétences relatives à un métier spécifique ou à une famille de métiers. De même, il est aisé de comprendre qu'une description très détaillée, sous la forme d'une longue liste non hiérarchisée de compétences, risque fort d'être difficilement exploitable [36], surtout lorsqu'il s'agit de la mettre en correspondance avec des épreuves d'évaluation.

La plupart des référentiels de compétences sont généralement utilisés à des fins prescriptives, comme c'est le cas pour le référentiel des emplois et compétences communs aux Administrations publiques (RECAP) :

http://www.mmsp.gov.ma/uploads/documents/Presentation_REC.pdf élaboré par le Ministère de la Modernisation du Secteur Public Marocain reste très élémentaire voire obsolète. En effet, il s'agit d'un référentiel peu commode, car il est exprimé sous forme de tableau dans un fichier « PDF » dont l'exploitation est fastidieuse, il ne couvre que peu de métiers actuels, en outre il ne fait pas de différence entre les compétences et les savoirs.

Un autre référentiel qui, spécialisé dans les technologies de l'information et de la communication (TIC), a retenu notre attention pour sa facilité d'utilisation, son actualisation et sa large communauté c'est le Référentiel Européen des e-Compétences

(e-CF) <http://www.ecompetences.eu/>. Celui-ci a été conçu comme un outil d'aide à une compréhension mutuelle des compétences et pour fournir un langage commun permettant de bien articuler les compétences utilisées et mises en œuvre par les professionnels des TIC. Il fournit une référence de 40 compétences dans le domaine des TIC en utilisant un langage commun pour décrire les compétences. Il a été développé grâce à un processus de collaboration entre experts et parties prenantes de nombreux pays différents.

Database Administrator																	
<p>► Summary statement</p> <p>Designs, implements, or monitors and maintains databases.</p>																	
<p>► Mission</p> <p>Ensures the design and the implementation (Developer), or ensures the maintenance and repair of an organization's database (Administrator) to support information system solutions that meet business information needs. Verifies the development and design of database strategies, monitoring and improving database performance and capacity, and planning for future expansion requirements. Plans, co-ordinates and implements security measures to safeguard the database.</p>																	
<p>► Deliverables</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Accountable</th> <th>Responsible</th> <th>Contributor</th> <th colspan="3"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> Data model </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Solution specification Solution in operation </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Test procedure Solved incident </td> <td colspan="3"></td> </tr> </tbody> </table>						Accountable	Responsible	Contributor				<ul style="list-style-type: none"> Data model 	<ul style="list-style-type: none"> Solution specification Solution in operation 	<ul style="list-style-type: none"> Test procedure Solved incident 			
Accountable	Responsible	Contributor															
<ul style="list-style-type: none"> Data model 	<ul style="list-style-type: none"> Solution specification Solution in operation 	<ul style="list-style-type: none"> Test procedure Solved incident 															
<p>► Main task/s</p> <ul style="list-style-type: none"> Define/ build/optimize database models and schemas Apply standards methods and tools for measuring and reporting on wide set of relevant performance indicators (response time, availability, safety, integrity ...) Produce database procedures and instructions for other analysts or administrators Monitor and maintain databases Identify, investigate and correct problems or incidents related to databases Provide training, support, advice and guidance on database issues to other information system practitioner 																	
<p>► KPI area</p> <p>Database in operation</p>																	
E-competences																	
Dimension 2		Dimension 3															
		e-1	e-2	e-3	e-4	e-5											
► A.6. Application Design																	
► B.1. Application Development																	
► B.2. Component Integration																	
► C.4. Problem Management																	
► D.10. Information and Knowledge Management																	

Figure 3: Profil Administrateur Base de données (e-competences)

La version e-CF 3.0 donne des définitions claires et une orientation solide pour soutenir la prise de décision concernant la sélection et le recrutement des candidats, ainsi que la qualification, la formation et l'évaluation des professionnels des TIC. Il permet d'identifier les compétences et aptitudes pouvant être requises pour exercer avec succès des tâches et assumer des responsabilités liées au lieu de travail des TIC. L'adoption généralisée du e-CF par les entreprises et les organisations à travers l'Europe a commencé à accroître la transparence, la mobilité et l'efficacité des ressources humaines liées au secteur des TIC.

Un Métier ou (un profil) est caractérisé par ses missions, ses prestations, ses responsabilités, ses tâches principales (ou activités), son indicateur de performance principale, ses compétences avec leur niveau de maîtrise.

▼ Systems Administrator						
▶ Summary statement Administers ICT System components to meet service requirements.						
▶ Mission Installs software, configures and upgrades ICT systems. Administers day-to-day operations to satisfy continuity of service, recovery, security and performance needs.						
▶ Deliverables						
Accountable	Responsible		Contributor			
	• Solution in Operation		• Solved Incident			
▶ Main task/s						
<ul style="list-style-type: none"> • Investigate, diagnose and solve system related problems • Install and upgrades software • Schedule installation work, liaising with all concerned to ensure that installation priorities are met and disruption to the organization is minimized. • Diagnose and solve problems and faults occurring in the operation of hardware and software • Comply with organization procedures to ensure integrity of the system 						
▶ KPI area Systems in operation						
▼ e-competences						
	Dimension 2	Dimension 3				
		e-1	e-2	e-3	e-4	e-5
	▶ B.2. Component Integration					
	▶ B.3. Testing					
	▶ C.1. User Support					
	▶ C.4. Problem Management					
	▶ E.8. Information Security Management					

Figure 4: Profil Administrateur Système (e-competences)

Pour les besoins de notre expérimentation, nous avons retenu du référentiel européen des métier des TIC (e-competnes) deux profils à savoir ;

Profil « Administrateur Base de données » figure 3 qui se base sur les compétences suivantes (Annexe 2) :

- Conception des Applications (Niveau 1)
- Développement des applications (Niveau 3)
- Intégration et Installation de composants (Niveau 2 et 3)
- Gestion des Problèmes (Niveau 3)
- Gestion des Informations et des Connaissances (Niveau 3)

Profil « Administrateur Système » figure 4 qui s'appuie sur les compétences suivantes (Annexe 3) :

- Tester et Diagnostiquer (Niveau 1)

- Intégration et Installation de composants (Niveau 1)
- Support aux utilisateurs (Niveau 2 et 3)
- Gestion des Problèmes (Niveau 2)
- Gestion des Informations et des Connaissances (Niveau 2)

3.2.2 Préparation des ressources et structuration des contenus autour des SAE et des compétences

La complexité du cadre des ressources est majeure pour appréhender une compétence. Cette complexité est sans doute un des facteurs qui rend difficile la codification d'une compétence dans un programme éducatif. L'approche par compétences implique une entrée par les situations plutôt que par les savoirs. A toute compétence correspondent une situation et une famille de situations dans lesquelles elle se développe et se construit [37].

Définition d'une SAE : Les écrits proposent une profusion de termes, associés au concept de situation, déterminant autant de types de situation et semant une confusion sémantique. *La situation d'apprentissage et d'évaluation* est une situation visant le développement des apprentissages, mais qui inclut également une fonction d'évaluation au sens de régulation des apprentissages. Le terme évaluation a été ajouté afin d'insister sur le caractère formateur de ce type de situation. La SAE porte des pistes de régulation et d'autorégulation permettant à l'enseignant et à l'étudiant de faire le point sur les apprentissages réalisés tout au cours de son déroulement.

Puisque notre intérêt est dirigé vers les situations qui soutiennent l'apprentissage et qui visent à développer des compétences professionnelles nous avons retenu la définition suivante :

« *Situation complexe qui constitue une unité d'apprentissage à l'intérieur d'une famille de situations et dont la résolution exige l'articulation et la combinaison de plusieurs ressources* » ([17], [14], [22]).

La plupart des auteurs consultés ([17], [14], [22]) s'entendent sur les caractéristiques suivantes : le caractère *complexe*, l'*authenticité* et la *signifiante*.

Il ressort de notre étude bibliographique que les SAE peuvent être décrite selon un canevas que nous proposons dans le (tableau 6), ce qui nous a permis de formaliser les SAE que nous proposer aux étudiants mais également de les capitaliser, d'une assurer une amélioration continue et réutilisabilité.

SAE	Titre de la situation
	Description de la situation
	Le Déroulement (activités, tâches, étapes, consigne de réalisation)
	Etendu de la situation (compétence(s) mobilisée(s))
	Objectifs de la situation
	Critères particuliers d'évaluation (sous forme de liste de vérifications)
	Les ressources mobilisées (savoirs, matériel, support ...)
	Degré de difficulté (bas, moyen, haut)
	Modalité de travail (en groupe, individuel)
	Durée prescrite en classe
	Durée prescrite hors classe
	Livrables

Tableau 6: Canevas d'une SAE

3.2.3 Déterminer les modalités d'évaluation

L'évaluation dans l'APC est surtout formative et non seulement sommative. L'évaluation de compétences se révèle, dans tous les cas, plus problématique que l'évaluation de savoirs. Beaucoup d'auteurs ([38], [17], [39], [40]) confirment la difficulté à concevoir des outils pertinents et valides permettant d'évaluer les compétences.

Nous nous sommes fixés pour chaque type d'évaluation les objectifs suivants :

L'évaluation formative

- Pouvoir identifier (révéler) et de diagnostiquer les éventuelles lacunes d'un étudiant pour pouvoir l'aider à combler ces lacunes pour pouvoir compléter ses apprentissages
- Evaluer le pouvoir d'intégration et de mobilisation des savoirs.
- Retracer l'historique de progression des étudiants de situation en situation.
- Il est important d'évaluer l'évolution de l'étudiant durant une SAE et d'intervenir pour l'orienter

L'évaluation certificative :

- L'objectif de cette évaluation est de s'assurer (attester, certifier) que l'étudiant puisse reproduire les mêmes performances dans un contexte similaire.
- Evaluer leur pouvoir de translation (généralisation) à une classe de situations sensiblement différente des situations d'apprentissage.

L'autoévaluation :

- L'étudiant doit pouvoir décider de l'achèvement d'une SAE avec succès, il doit disposer des éléments lui permettant de vérifier la complétude et la pertinence de la solution proposée.

NB : La performance est un critère marginal.

En nous basant sur la matrice de « conscience-compétence » (figure 5) et les étapes de construction de la compétence (figure 6), nous avons opté pour le **Barème d'évaluation d'accomplissement des SAE** suivant :

L'échelle de compétence utilisée avec la grille de notation comprend cinq niveaux :

- **Pas de progrès (0) :** le travail de l'élève ne démontre aucune compréhension ni aucun progrès.
- **Elémentaire (1) :** L'élève démontre une compréhension rudimentaire et des progrès minimes.
- **Emergent (2) :** Le travail de l'élève démontre une compréhension générale et des progrès.
- **Exercé (3) :** Le travail de l'élève démontre une compréhension claire et de bons progrès.
- **Compétent (4) :** Le travail de l'élève démontre une compréhension forte et des progrès suffisants.
- **Maîtrise (5) :** Le travail de l'élève démontre une compréhension exemplaire et la pleine réalisation des objectifs de l'apprentissage.

Autres critères d'évaluation :

Nous avons mesuré l'autonomie des étudiants en comptabilisant le nombre de fois où ils ont recours à l'assistance directe de l'enseignant pour remédier à une contrainte ou un problème bloquant. Nous évaluons la nature de ce problème et nous décidons s'il s'agit

d'un problème hors contexte d'apprentissage ou s'il est intentionnel et vise à pousser l'étudiant à chercher d'autres ressources.

En fin, nous avons fait en sorte que les SAE ne fassent pas privilégier les étudiants les mieux dotés intellectuellement, et nous avons essayé d'intégrer les différences individuelles dans l'appréciation.

Le Portfolio étudiant :

Alors que nous nous contentions de la note de l'examen finale de l'étudiant et peut être quelques appréciations informelles, nous sommes appelés à tenir un journal qui permet de collectionner, puis de sélectionner des traces qui témoignent d'un achèvement d'apprentissage ou même d'une progression de l'étudiant.

3.2.4 Le déroulement des enseignements et des apprentissages

Comme démarche de planification des enseignements nous nous sommes proposés d'articuler tous les apprentissages autour des SAE. Les premières séances vont servir à motiver les étudiants s'intéresser au domaine et les pousser à se poser des questions, à ce stade les étudiants sont dans un état d'incompétence inconsciente (figure 5). L'objectif est donc qu'ils se rendent compte de leur incompétence. L'apprentissage effectif se fait entre les deux états suivants « conscient incompétent » et « conscient compétent », cela commence par la volonté de changement qui va inciter les étudiants à s'intéresser aux enseignements dispensés.

Pour expliciter le processus de construction des compétences, nous avons modélisé par un diagramme d'état-transition (figure 5) les différents états de la compétence par rapport à la conscience en se base sur la matrice d'évolution de la compétence et la conscience [41], d'abord clairement défini par Noel Burch, qui a travaillé pour l'organisation internationale américaine Gordon Training dans les années 70 et fréquemment attribué à Abraham Maslow.

Quatre phases temporelles semblent caractériser le processus de construction d'une compétence [42], depuis les activités de la personne en situation, jusqu'à la généralisation de la compétence. Le temps court de la construction d'une compétence, qui est aussi le plus souvent celui de l'école, se limite aux phases I et II de la figure 6. La stagnation d'une compétence dans le temps court, et donc dans les phases I et II, ne permet pas, dans le strict cadre scolaire, que ce soit à l'éducation de base ou à l'enseignement supérieur, de construire réellement des compétences durant ce laps de temps réduit à l'école.

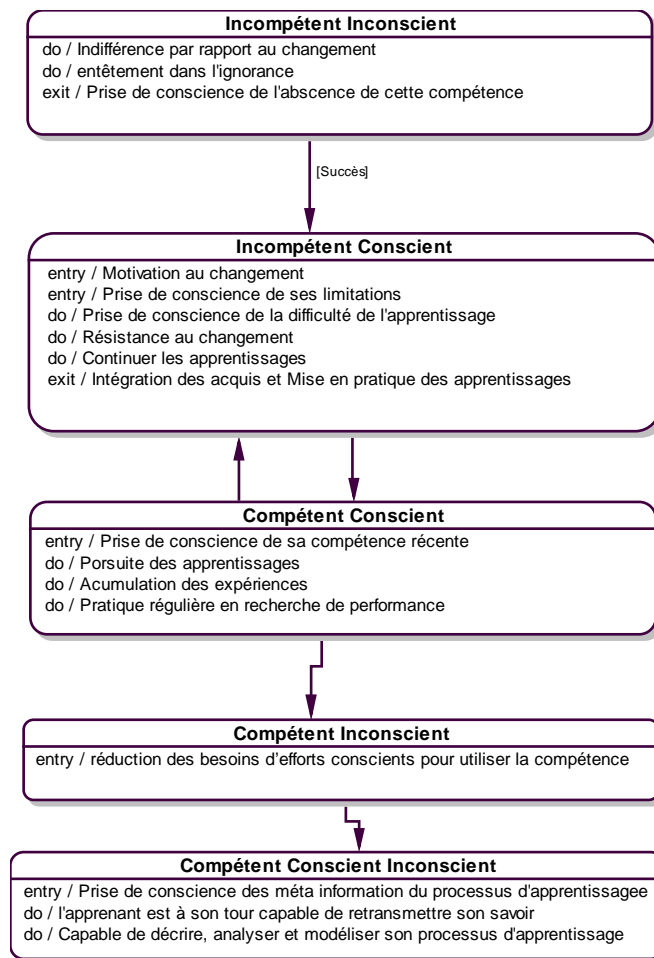


Figure 5: Diagramme d'état-transition représentant la matrice de conscience-compétence

Une relation étroite entre les milieux de pratique, quels qu'ils soient, et la formation plus académique sont indispensables pour permettre aux personnes participant aux formations d'atteindre les phases III et IV de la figure 6.

La prise en considération du temps long nécessaire pour la construction d'une compétence est majeure. Finalement, une compétence n'est jamais achevée, chaque situation questionne sa viabilité. C'est cette dynamique particulière des compétences qui place aussi les personnes dans une perspective d'apprentissage tout au long de la vie [42]. Les deux derniers états de la compétence ne pouvant pas être atteints dans un contexte d'apprentissage, mais uniquement après une longue pratique dans un contexte professionnel.

Il est devenu courant d'affirmer qu'une compétence peut être considérée comme construite lorsque le traitement des situations est achevé et réussi. Dans les faits, ce

traitement correspond à l'ensemble du processus à travers lequel une personne est en actions dans des situations [42]. Il est malaisé de l'imaginer linéaire et facilement descriptible comme le ferait un observateur qui décrirait un phénomène ou un objet regardé de l'extérieur. La seule personne habilitée à raconter ses actions en situations, à mettre en mots ce qu'elle a réalisé, à reconstruire l'histoire du développement de ses compétences, à décrire ses compétences, à les remettre en cause, à questionner leur viabilité dans de nouvelles situations, n'est autre que cette personne elle-même.

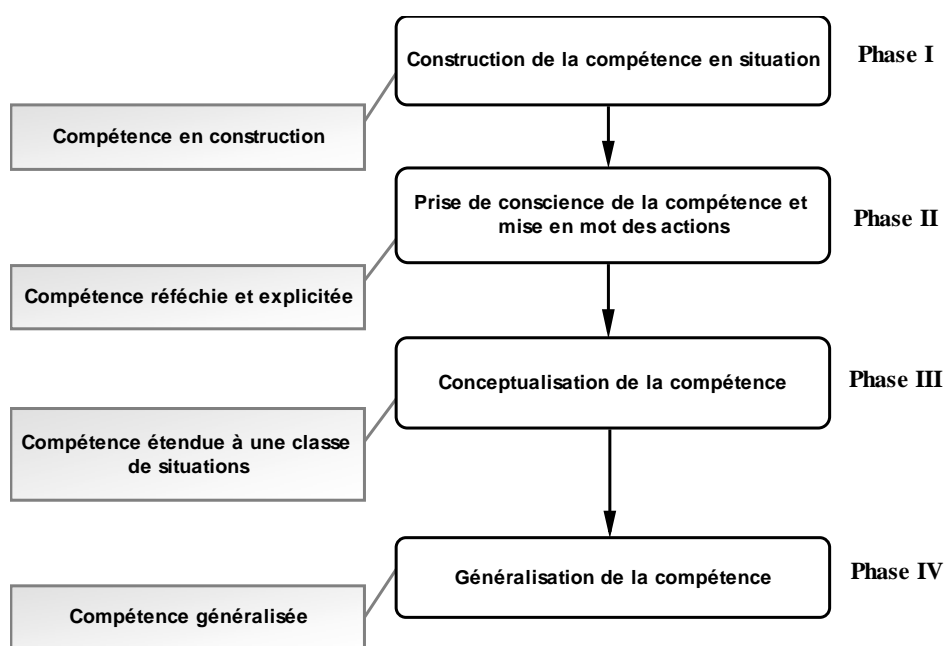


Figure 6: Etape de construction de la compétence

Dans une perspective curriculaire, mais aussi didactique, la tentation est forte de décrire *a priori* un traitement attendu en face de telle ou telle famille de situations. Pour se faire idée approximative du déroulement un processus générique (type) de traitement d'une SAE nous l'avons modélisé par un Diagramme d'activités (Figure 7) :

Le processus commence par une proposition d'une SAE par l'enseignant. Pour proposer une SAE adaptée, celui-ci va se baser sur les données du portefeuille décrivant le profil de l'apprenant et son état d'avancement sur le cursus mais également sa position sur la matrice de conscience-compétence (Figure 5). Ainsi, si le portefeuille évoque des lacunes sur un aspect particulier d'une compétence particulière l'enseignant va proposer une SAE qui met l'accent sur cet aspect ou va adapter une situation existante pour attirer l'attention davantage sur cet aspect.

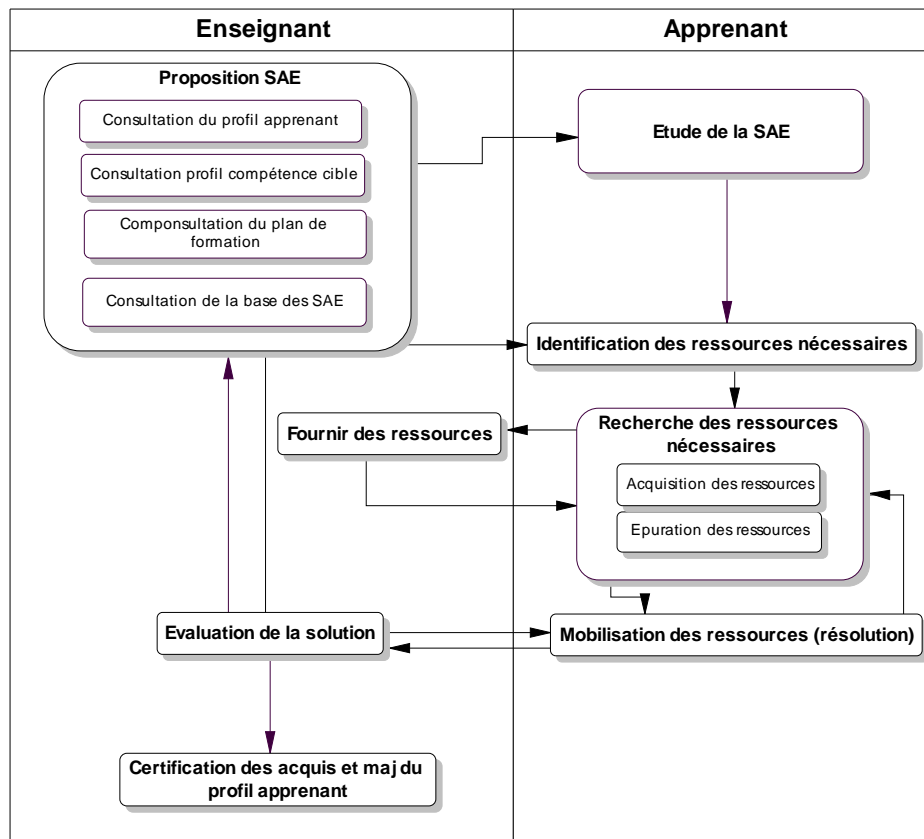


Figure 7: Diagramme d'activités décrivant le processus de traitement d'une SAE et les rôles de l'enseignant et celui de l'apprenant

L'apprenant début son apprentissage par l'étude de la situation pour ensuite passer à l'identification des ressources nécessaires pour traiter la SAE, l'étape suivante consiste à chercher ces ressources parmi celles fournies par la SAE ou bien en demander d'autres ou en proposer. Si les ressources nécessitent un apprentissage particulier alors l'étudiant est appelé à étudier davantage ces ressources dans le contexte habituel et classique purement cognitif. L'enseignant peut intervenir à tout moment soit pour fournir des ressources supplémentaires, soit pour orienter l'apprenant, soit pour relever des indicateurs d'évaluation. Lors de l'étape de l'évaluation de la solution proposée, l'enseignant est appelé à décider de l'étape suivante selon la prestation de l'apprenant : si la solution n'est pas complète l'apprenant est invité à l'améliorer soit en l'aidant ou en fournissant d'autres ressources, soit en lui proposant une autre SAE, peut-être, moins complexe. Si la solution proposée est satisfaisante l'enseignant peut décider de passer à une autre SAE plus complexe pour évaluer la capacité de translation chez l'apprenant. Ce processus peut être réitéré autant de fois que cela sera nécessaire, jusqu'à ce que l'enseignant décide d'arrêter. Celui-ci va alors constater et confirmer les acquis de l'apprenant et met à jour son profil pour attester les apprentissages.

3.3. Résultats et discussion

3.3.1 Les contraintes

Avant de présenter les résultats de cette expérimentation nous tenons à évoquer quelques contraintes qui ont entravé l'adoption de l'APC dans notre contexte. Comme nous l'avons détaillé dans le chapitre consacré à l'état de l'art de l'APC nous confirmons les constats suivants :

- Absence d'appui méthodologique offert aux enseignants,
- Absence de cadre théorique pertinent guidant l'action des concepteurs de programmes d'études
- Profusion de la littérature autour du concept de compétence.
- Cadre théorique instable et peu formalisé
- Peu de ressources de l'APC sont disponibles, notamment les SAE
- Absence d'accompagnement de la part des acteurs socio-économiques dans cette démarche d'expressions des besoins en profils compétences et reformulation des programmes
- Absence d'un cadre globale qui va guider et coordonner les actions entreprise par les acteurs universitaires et économiques.

Contraintes inhérentes au métier de l'enseignant :

- Plus de travail de préparation des SAE,
- Le système d'appréciation du travail de l'enseignement (comptabilisation des charges horaires) ne prends pas en considération l'effort (très fastidieux) de préparation des SAE

Contraintes liées aux étudiants :

Habitué à leur statut passif dans le processus d'apprentissage, les étudiants n'étaient pas prêts à changer cela pour un modèle où ils seront constamment sollicités et non seulement aux moments des examens.

Contraintes particulières :

- Difficultés lors de la définition des critères d'évaluation des étudiant lors de la réalisation de SAE, il a fallu définir des critères particuliers pour chaque compétence mais également pour chaque SAE.

- Obligation de fournir les résultats des évaluations sous la forme classique pour rester en adéquation avec le cadre globale de l'université.

3.3.2 Les acquis

Abstraction faite des contraintes rencontrées nous nous réjouissons des résultats encourageants que nous avons pu obtenir. Nous avons pu atteindre les mêmes objectifs de formation en moins de temps présentiel (étudiant et enseignant) car nous avons réduit considérablement le temps de présentation des cours théoriques afin de pouvoir consacrer davantage de temps à l'encadrement, aux travaux pratiques et l'apprentissage par l'évaluation. Comme les étudiants sont évalués (à leur insu pour éviter de les perturber et de banaliser ces épreuves) à l'occasion de chaque SAE, nous n'avons plus besoin de la semaine d'évaluation finale pour certifier les acquis des étudiants ni de la semaine de rattrapage. Cela nous a également permis de retracer la progression des étudiants au lieu d'avoir uniquement le résultat final.

Concernant l'aspect communicative des étudiants, nous avons constaté un développement des compétences de recherche des informations, des connaissances et des savoir-faire. Les étudiants se sont rendu compte de la nécessité de dépasser la barrière linguistique, les cours sont dispensés en français alors que la grande majorité des ressources intéressantes sont en anglais. Les étudiants se sont rendu compte que poser la bonne question (utiliser la terminologie adéquate pour nommer les choses) est souvent synonyme trouver de l'aide précieuse. En effet, à ce stade les questions posées sont très probablement déjà traitées, résolues et partagées par les communautés spécialisées quelque part dans le monde. L'utilisation des bases de connaissances partagées sur le web comme « stackoverflow » (<https://stackoverflow.com/>) (<http://dba.stackexchange.com/>) et autres a permis aux étudiants de se rendre compte de l'importance d'améliorer leur culture du partage et la nécessiter de développer la compétence du travail collaboratif, jusque-là négligée dans leur cursus scolaire « très » individuel, alors que c'est un prérequis indispensable pour intégrer le marché du travail.

Sur le plan motivation nous avons constaté que les étudiants sont devenus moins passifs, d'un côté, car interpellés par des SAE du domaine du travail intéressantes et inédites dès le début des cours et n'attendent pas les séances de TP pour commencer à travailler, de l'autre côté car l'acquisition de la plupart des ressources (cours) se fait en dehors des

séances programmées dans l'emploi du temps, chaque étudiant peut étudier à son rythme pendant les horaires qui l'arrangent.

Pour mesurer la motivation des étudiants nous avons eu recours à deux critères :

- Le taux d'absentéisme
- Les initiatives des étudiants qui proposent d'autres ressources pour résoudre les SAE (idées innovantes, logiciels, tutoriels, vidéos, cours, etc.)

Au niveau de contextualisation des connaissances et étude de situations réelles, les étudiants ont pu développer une vision globale des apprentissages, les SAE réelles (dans des environnements virtuels) ont été des occasions de mobiliser des ressources de différentes « matières », qui étaient morcelées dans l'ancienne approche ce qui leur a permis d'approcher le domaine du travail dans toutes ses dimensions.

Pour remédier au manque de laboratoires et d'équipement coûteux pour les TP d'Administration des bases de données et Administration des Systèmes, nous avons eu recours aux technologies de virtualisation (VMWare et Virtual Box) pour la simulation de problèmes réels plus riches et plus complexes notamment pour les modules d'Administration système et base de données. Grâce à la virtualisation les séances de travaux pratiques ne sont plus dépendantes de l'infrastructure des laboratoires, ce qui permettait aux étudiants de continuer à travailler chez eux sur leurs propres machines et de ne plus être contraints par le temps consacré aux séances des travaux pratiques. Cela a pour avantages de permettre aux étudiants les plus lents de compléter leurs apprentissages. L'important étant l'achèvement des apprentissages et non le temps consacré à cela. Des séances d'assistance hors classe sont programmées à la demande d'un ou plusieurs étudiants, ces séances se font via l'outil d'assistance de présentation à distance « TeamViewer » ou « AnyDesk ».

À présent que les étudiants ne sont plus obligés de parcourir tout le cours de façon séquentiel, grâce aux vidéos et tutoriels en ligne, ils ont plus de flexibilité pour aller plus vite sur les parties qu'ils connaissent déjà comme ils peuvent s'attarder sur les parties qu'ils découvrent pour la première fois ou qui suscitent le plus leur intérêt, en outre ils peuvent reprendre une partie autant de fois que cela est nécessaire jusqu'à assimilation, ce qui n'était pas possible durant les cours présentiels.

Les ordinateurs utilisés par les étudiants et les éditions de logiciels installées sont différents ce qui pose des difficultés différentes lors de la réalisation des SAE ce qui permet (intentionnellement) d'enrichir les SAE par des incidents fort bénéfiques pour tester le pouvoir d'adaptation et la capacité de gestion des imprévues par l'étudiant.

A côté de l'ensemble des acquis que nous avons constatés et mesurés nous avons obtenu un autre résultat (tableau 7), certes peu concluant, mais significatif, celui de l'amélioration du de taux de validation des modules en première session pour l'option « Administration des bases de données » (ABD) (figure 8).

<i>Année Universitaire</i>	<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M3</i>	<i>M4</i>	<i>Nombre d'étudiants</i>
2009-2010	81,82	84,09			44
2010-2011	68,52	74,07			54
2011-2012	81,25	79,17			48
2012-2013	76,92	80,77			52
2013-2014	86,67	90,00	86,67	96,67	30
2014-2015	92,31	92,31	96,15	96,15	26
2015-2016	91,30	95,65	100,00	95,65	23
2016-2017	95,00	90,00	95,00	100,00	20

Tableau 7: Taux de validation en première session (option ABD)

Le module pour lequel nous avons appliqué l'APC est M2 : « Administration des bases de données », M1 : Programmation et Conception Objet est resté inchangé, deux autres modules M3 : « Outils décisionnels » et M4 : « SGBD Avancés et Objet » ont été introduits à l'occasion de la réforme de la filière informatique en 2013-2014. C'est à partir de cette date que nous avons débuté notre expérimentation.

Il est difficile d'attribuer cette amélioration uniquement à l'adoption « Informelle » de l'APC au sein d'un seul module par filière. En effet, d'autres changements sur les effectifs, la maturation des contenus, les volumes horaires ont été opérés à l'occasion de la ré-accréditation de l'année universitaire 2013-2014.

En fin, nous n'avons pas pu mesurer deux critères importants de succès de l'adoption de l'APC à savoir ; le taux d'insertion dans le marché du travail et le taux d'acceptation des étudiants dans les grandes écoles d'ingénieurs.

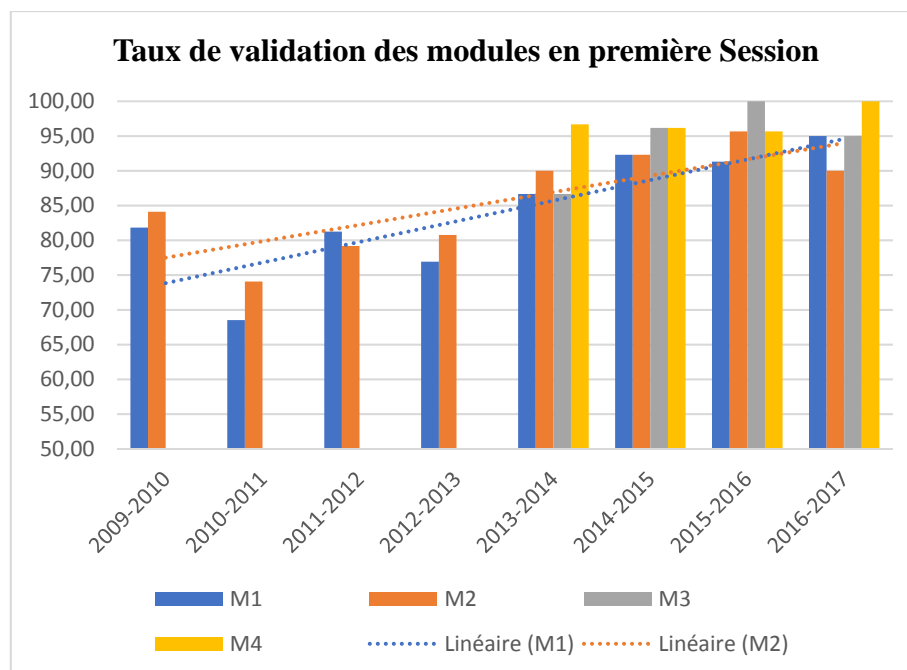


Figure 8: Evolution du taux de validation des modules en première session

Conclusion

L'expérience relatée dans ce chapitre avait surtout pour objectifs de montrer que malgré la complexité qu'a induite cette approche dans l'organisation de l'enseignement, les contraintes d'adoption, les difficultés pratiques rencontrées par les enseignants et l'effet sur les matières enseignées. Il ressort néanmoins que l'APC, avec un encadrement approprié, des programmes bien faits et pratiques à utiliser, des ressources suffisantes, des enseignants formés à cette approche, peut certainement apporter un plus à l'enseignement supérieur en tant qu'elle incite à une pédagogie plus active où l'étudiant participe au processus d'apprentissage et n'en est pas un simple réceptacle et contribue au rapprochement de l'université et son environnement socio-économique en mettant l'accent sur le développement des compétences professionnelles à côté des savoirs académiques.

Cela dit nous n'avons en aucun cas la prétention d'exhaustivité, cette expérimentation est limitée à deux filières dont le choix n'est pas fortuit, celles-ci portent des noms de métiers et elles ont été conçues, à l'origine, pour répondre à un besoin précis, ce qui a facilité notre entreprise, notamment pour le choix du référentiel des professions, la formulation des compétences et la création des SAE. En outre, certaines de nos pratiques de cette démarche d'adoption, relèvent du « bon sens », d'autres ont été acquises depuis

nos pratiques de la pédagogie et enfin le reste a été guidé par le peu de recommandations que nous avons trouvé dans la littérature.

En fin nous constatons avec regret le peu d'appui technologique pour cette approche. Convaincu de l'apport indéniable de la technologie pour toutes les méthodes pédagogiques [43], nous penchons sur l'étude des possibilités de rapprochement de l'APC et les EIAH. D'une part, pour analyser et comprendre davantage les pratiques de l'APC et d'autres part pour faciliter son adoption en mettant à disposition des différents acteurs des outils d'aide à la conception de nouveaux curricula, la gestion des référentiels des compétences (Framework), la gestion des profils apprenants et leurs portefeuilles, la gestion et la capitalisation des SAE et le monitoring des activités d'apprentissages et d'évaluations.

CHAPITRE IV

L'ontologie de l'APC

Les ontologies informatiques

Construction et opérationnalisation des ontologies

L'ontologie de l'APC

Introduction

Notre projet consiste à modéliser un EIAH dans le contexte particulier de l'approche par les compétences. Mais qu'est-ce que faire un modèle ? La définition du Grand dictionnaire terminologique est la suivante : « *analyse et représentation simplifiées d'un phénomène ou d'un système en vue d'étudier son déroulement ou son fonctionnement par simulation* ».

Selon Le Moigne [44], la modélisation est une « *action d'élaboration et de construction intentionnelle, par composition de symboles, de modèles susceptibles de rendre intelligible un phénomène perçu complexe, et d'amplifier le raisonnement de l'acteur projetant une intention délibérée au sein d'un phénomène ; raisonnement visant notamment à anticiper les conséquences de ces projets d'actions possibles* ».

Le Moigne [44] présente trois caractéristiques générales des modèles :

- Un modèle est utilisé pour prédire les incidences d'un phénomène dans un champ expérimental déterminé,
- Un modèle permet d'élaborer ou de raffiner la théorie sur laquelle il est fondé,
- Un modèle implique nécessairement l'abstraction de certains phénomènes (ensemble d'objets ou évènements).

Il présente ensuite trois utilisations différentes de modèles dans le cadre d'environnement informatique pour l'apprentissage :

- Le modèle comme outil scientifique (modèle utilisé pour comprendre et prédire certains aspects d'une situation éducative),
- Le modèle comme composant d'environnement d'apprentissage (modèle computationnel correspondant à un aspect du processus d'apprentissage et utilisé comme composant de l'environnement, par exemple, le modèle de l'apprenant),
- Le modèle comme base pour la conception d'environnement d'apprentissage (modèle de processus éducationnels, et des théories liées).

Dans le cadre de notre projet de thèse, nous souhaitons effectuer une modélisation globale d'EIAH pour l'APC, mais également toutes ses composantes.

4.1. Les ontologies informatiques

Introduit en Intelligence Artificielle (IA) depuis les années quatre-vingt-dix, le terme d'ontologie est cependant usité en philosophie depuis le XIX^{ème} siècle. Dans ce

domaine, l'Ontologie désigne l'étude de ce qui existe, c'est à dire l'ensemble des connaissances existantes sur le monde [45]. En IA, de façon moins ambitieuse, ne sont considérées que des ontologies, relatives aux différents domaines de connaissances. C'est à l'occasion de l'émergence de l'Ingénierie des Connaissances que les ontologies sont apparues en IA, comme réponses aux problématiques de représentation et de manipulation des connaissances au sein des systèmes informatiques.

Une ontologie informatique est une représentation de propriétés générales de ce qui existe dans un formalisme supportant un traitement rationnel [45]. C'est le résultat d'une formulation exhaustive et rigoureuse de la conceptualisation d'un domaine. Cette conceptualisation est souvent qualifiée de partielle car, en l'état de l'art, il est illusoire de croire pouvoir capturer dans un formalisme toute la complexité d'un domaine. Notons aussi que le degré de formalisation d'une ontologie varie avec l'usage qui en est envisagé. Une ontologie définit des concepts (principes, idées, catégorie d'objet, notions potentiellement abstraites) et des relations. Elle inclut généralement une organisation hiérarchique des concepts pertinents et des relations qui existent entre ces concepts, ainsi que des règles et axiomes qui les contraignent [46].

La construction d'une ontologie va donc consister d'une part, à identifier les concepts d'un domaine de connaissance et la sémantique qui leur est associée et, d'autre part, à représenter cette sémantique de façon indépendante des diverses applications dans lesquelles pourra être utilisée l'ontologie. En outre, un ordinateur ne manipulant que des symboles, il n'est qu'un médiateur de connaissances, à l'instar d'un livre, et la sémantique des représentations symboliques manipulées n'est construite que par les utilisateurs de l'ordinateur [46]. Cette sémantique est cependant fortement contrainte par la façon dont les symboles sont utilisés dans la machine.

Au niveau ontologique, les primitives utilisées pour représenter les connaissances ne sont plus des mots du langage naturel, ou des primitives conceptuelles, et pas encore des prédicats logiques, mais des énoncés qui donnent le sens des connaissances, avec une interprétation contrainte.

Le niveau ontologique apparaît donc comme un pont entre la sémantique interprétative au travers de laquelle l'utilisateur interprète les termes fournis par la machine et la sémantique opérationnelle au travers de laquelle la machine manipule les symboles. Fortement liée à la sémantique interprétative, la sémantique représentée dans l'ontologie est, idéalement, indépendante de toute sémantique opérationnelle sur le domaine, mais

peut cependant être partiellement contrainte par cette dernière. Les ontologies sont donc des représentations de connaissances, contenant des termes et des énoncés qui spécifient la sémantique d'un domaine de connaissance donné, dans un cadre applicatif donné [47].

4.2. Construction et opérationnalisation des ontologies

Une ontologie ne peut être construite que dans le cadre d'un domaine précis de connaissance [48], ne serait-ce que parce que beaucoup de termes n'ont pas le même sens d'un domaine à l'autre, et qu'une sémantique non ambiguë doit être intégrée à l'ontologie. Un domaine de connaissance est donc constitué par les objets du domaine et leur sémantique dans un contexte d'usage donné.

Délimiter rigoureusement un domaine de connaissance peut cependant se révéler ardu, du fait de la nature holistique de la connaissance. Certaines connaissances, qui peuvent constituer en elles-mêmes un domaine, sont utilisées dans tous les autres domaines. C'est le cas des notions générales liées à la causalité, au temps, à l'espace, etc. De plus, les connaissances humaines se déploient suivant plusieurs dimensions : des connaissances peuvent être développées non seulement sur la réalité mais également sur un domaine particulier. On parle alors de méta-connaissances, ou connaissances sur les connaissances [49].

D'autre part, dans le domaine de l'ingénierie des connaissances, le terme de connaissance possède un sens forcément restreint : ne sont considérées que les connaissances (au sens large) susceptibles d'être formalisées, c'est-à-dire les connaissances peu ou prou techniques [49]. En outre, la manipulation automatique de connaissances ne paraît pertinente que dans le cas des connaissances objectives, c'est à dire dont le sens est l'objet d'un consensus large. Plus précisément, on peut considérer qu'il n'y a connaissance que quand l'information présente dans la machine prend un sens pour l'utilisateur, c'est-à-dire qu'il peut établir un lien entre cette information et celles qu'il possède déjà, et ce sens doit être le même pour tous les utilisateurs. Cette notion de lien sémantique explique d'ailleurs le développement des modèles de représentation de type réseaux sémantiques. En conclusion, la construction d'une ontologie doit se faire à partir d'un champ de connaissances bien délimité, et portant sur des connaissances objectives dont la sémantique puisse être exprimée rigoureusement et formellement.

4.2.1 Le Cycle de vie des ontologies

Les ontologies étant destinées à être utilisées comme des composants logiciels dans des systèmes répondant à des objectifs opérationnels différents, leur développement doit

s'appuyer sur les mêmes principes que ceux appliqués en génie logiciel. En particulier, les ontologies doivent être considérées comme des objets techniques évolutifs et possédants un cycle de vie qui nécessite d'être spécifié. Les activités liées aux ontologies sont, d'une part, des activités de gestion de projet (planification, contrôle, assurance qualité), et, d'autre part, des activités de développement (spécification, conceptualisation, formalisation) ; s'y ajoutent des activités transversales de support telles que l'évaluation, la documentation, la gestion de la configuration. Un cycle de vie inspiré du génie logiciel est proposé [50]. Il comprend une étape initiale d'évaluation des besoins, une étape de construction, une étape de diffusion et une étape d'utilisation. Après chaque utilisation significative, l'ontologie et les besoins sont réévalués et l'ontologie peut être étendue et, si nécessaire, en partie reconstruite.

Les ontologies sont des objets vivants. Leur cycle de vie rassemble sept activités (figure 9) : détection des besoins, conception, gestion et planification, évolution, diffusion, utilisation, évaluation.

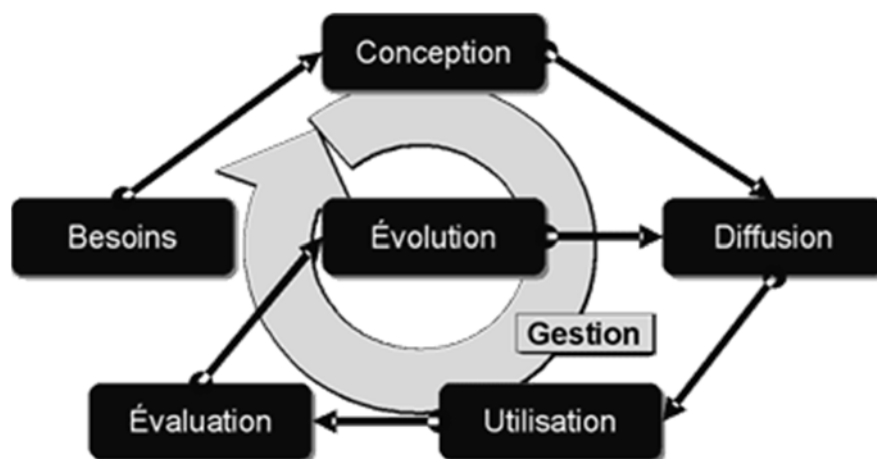


Figure 9: Cycle de vie d'une ontologie informatique

Besoins et évaluation

L'activité de détection des besoins, préalable à la conception, et l'activité d'évaluation, lorsqu'une ontologie est utilisée, posent des problèmes méthodologiques de recueil (analyse d'entretiens, questionnaires et sondages, étude de l'ergonomie et des usages) et d'identification (par exemple, modélisation par scénarios). En complément, la phase de détection des besoins demande un état des lieux initial approfondi, car elle ne peut reposer sur des études précédentes ou des retours d'utilisation, comme c'est le cas pour l'évaluation.

Conception et évolution

La phase de conception initiale et la phase d'évolution ont elles aussi en commun un certain nombre de problèmes [51] :

- Spécification des solutions (conception participative, maquettage, prototypage) ;
- Acquisition des connaissances nécessaires (analyse de textes, traitement automatique de la langue naturelle, plateformes collaboratives) ;
- Conceptualisation et modélisation (design pattern ontologiques, méta-ontologies, entretien avec les experts) ;
- Formalisation (méthodes et outils de l'ontologie formelle, logiques de description et algorithmes de tableaux, analyse formelle de concepts, graphes conceptuels, formalismes du web sémantique RDF/S et OWL) ;
- Intégration de ressources existantes (alignement automatique d'ontologies, traduction) ;
- Implantation (graphes conceptuels, logiques de description, formalismes objets).
- Un autre problème de conception et d'évolution est l'obtention et le maintien d'un consensus sur les choix de représentation et de conceptualisation faits dans l'ontologie. Suivant les usages, ce problème appelle des « collecticiels » et des outils de gestion des points de vue, des terminologies, des langues et des jargons différents.

Notons aussi que l'évolution pose le problème de la maintenance de ce qui repose déjà sur l'ontologie. En effet, une ontologie est à la fois un objet vivant intéressant en soi et un ensemble de « primitives » pour décrire des faits du monde et des algorithmes sur ces faits. Lorsque l'ontologie change, ses changements ont un impact sur tout ce qui a été construit au-dessus. Le maintien de la cohérence dans une ontologie et au-dessus d'une ontologie, l'historique et la gestion des versions, la réingénierie et la propagation des changements après modification, sont des questions de recherche encore largement ouvertes. La maintenance de l'ontologie soulève donc des problèmes d'intégration technique et des problèmes d'intégration aux usages.

Diffusion

La phase de diffusion s'intéresse au déploiement et à la mise en place de l'ontologie. Les problèmes de cette phase sont fortement contraints par l'architecture des solutions. Dans un contexte d'application web, on reposera sur des technologies idoines. Pour le partage de fichiers, des architectures paires à pair ou autres architectures distribuées peuvent être

utilisées. Pour l'intégration d'applications, des architectures de services web peuvent être une solution. Dans toutes ces architectures (serveurs web, services web, pair à pair, agents, etc.) la distribution des ressources (données, modèles, applications et utilisateurs) et leur hétérogénéité (syntaxes, sémantiques, protocoles, contextes, etc.) posent des problèmes de recherche sur l'interopérabilité (alignement et médiation) et le passage à l'échelle (larges bases, optimisation d'inférences, propagation de requêtes, syndication de données, composition de services, etc.).

Utilisation

La phase d'utilisation regroupe toutes les activités reposant plus ou moins directement sur la disponibilité de l'ontologie, par exemple, l'annotation de ressources (traitement de la langue, rétroingénierie de base de données, etc.), la résolution de requête (algorithme de projection de graphes avec contraintes), la déduction de connaissances et l'aide à la décision (moteurs d'inférence à base de règles), la navigation assistée et les services contextuels (analyse de contexte, identification et composition de services), l'analyse de gros volumes de connaissances (clustering, recherche de motifs récurrents, veille).

Toutes ces activités ont en commun de poser le problème de la conception des interactions avec l'utilisateur et de leur ergonomie (interfaces dynamiques, lien sémiotique-sémantique, profils et contextes d'utilisation). Sur ce point, l'ontologie apporte à la fois de nouvelles solutions (par exemple, les inférences exploitent les ontologies pour la génération dynamique d'éléments d'interfaces) et de nouveaux problèmes (par exemple, la complexification des modèles de données engendre des problèmes pour leur représentation et l'interaction avec ces représentations).

Gestion

L'activité permanente de gestion et planification souligne qu'il est important d'avoir un travail de suivi et une politique globale pour détecter ou déclencher, préparer et évaluer les itérations du cycle et s'assurer que l'on reste dans le cercle vertueux des systèmes d'information (où se succèdent contribution, utilisation, création).

Le processus général de construction d'ontologies opérationnelles peut donc être découpé en 3 phases (**figure 10**) :

La conceptualisation : identification des connaissances contenues dans un corpus représentatif du domaine considéré. Ce travail doit être mené par un expert du domaine

(ou un groupe d'experts), assisté par un ingénieur de la connaissance, apportant son expertise des paradigmes de représentation des connaissances en machine pour aider à la structuration des connaissances [52] ;

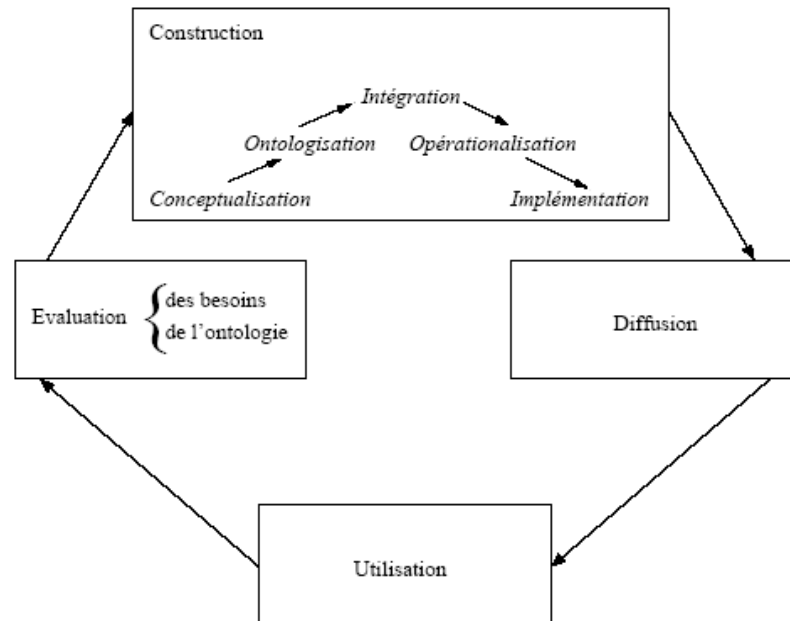


Figure 10: Le processus général de construction d'ontologies

L'ontologisation : formalisation, autant que possible, du modèle conceptuel obtenu à l'étape précédente. Une part des connaissances du domaine peut, à ce niveau, être abandonnée, du fait de l'impossibilité de lever certaines ambiguïtés, ou du fait des limitations de l'expressivité du langage de représentation d'ontologie utilisé. Ce travail doit être mené par l'ingénieur de la connaissance, expert du modèle formel de représentation de l'ontologie, assisté de l'expert du domaine ;

L'opérationnalisation : transcription de l'ontologie dans un langage formel et opérationnel de représentation de connaissances. Ce travail doit être mené par l'ingénieur de la connaissance [53].

Intégrer une ontologie dans un système d'information permet de déclarer formellement un certain nombre de connaissances utilisées pour caractériser les informations gérées par le système et de se baser sur ces caractérisations et la formalisation de leur signification pour automatiser certaines tâches de traitement de l'information. Or l'utilisation d'une représentation conceptuelle dans un système informatique n'est possible que si le système peut exploiter les concepts à travers des opérations qui leur sont associées.

Utiliser une ontologie dans une machine à des fins de raisonnement nécessite donc que lui soit attachée une sémantique opérationnelle qui précise les opérations que le système va appliquer aux connaissances, opérations qui doivent être conformes à la sémantique formelle déjà spécifiée dans l'ontologie. Cette sémantique opérationnelle est bien distincte de la sémantique formelle qui ne fait que contraindre les usages possibles des primitives conceptuelles, sans pour autant spécifier la façon dont les connaissances attachées à ces primitives vont être mises en œuvre dans un système opérationnel [54].

En outre, la sémantique formelle est déterminée à partir d'un corpus à l'issue des processus de conceptualisation et d'ontologisation. La sémantique opérationnelle, elle, bien que reposant sur les représentations conceptuelles contenues dans l'ontologie, ne dépend pas seulement des connaissances du domaine, mais également de l'usage opérationnel qui va être fait de l'ontologie considérée.

De plus, l'utilisation opérationnelle d'une ontologie suppose sa représentation dans un langage non seulement formel mais aussi opérationnel, c'est-à-dire offrant des mécanismes de raisonnements adaptés aux manipulations de connaissances envisagées. Il apparaît donc nécessaire de transcrire l'ontologie, du langage formel dans lequel elle est exprimée, dans le langage opérationnel à travers lequel le système manipulera effectivement les connaissances.

On appelle donc ontologie opérationnelle une ontologie exprimée dans un langage opérationnel et dotée d'une sémantique qualifiée d'opérationnelle ou computationnelle [54]. Ainsi, l'opérationnalisation d'une ontologie consiste à spécifier la sémantique opérationnelle qu'on ajoute à l'ontologie et qui permet de décrire les mécanismes de raisonnement qui vont être mis en œuvre dans le système projeté, et ensuite à transcrire la représentation conceptuelle de l'ontologie dans un langage opérationnel, cette transcription étant contrainte et dirigée par la sémantique opérationnelle spécifiée.

D'après Fürst [54], le scénario d'usage consiste en la description des fins auxquelles seront utilisées les connaissances spécifiées dans l'ontologie, deux cas extrêmes de scénario d'usage peuvent être distingués :

- Les scénarii de pure validation, où les connaissances ontologiques sont utilisées pour valider une base de connaissances par rapport à la sémantique d'un domaine ;
- Les scénarii inférentiels automatiques, ou quasi-automatiques, où les connaissances ontologiques sont utilisées pour produire ou aider à produire de nouvelles connaissances sur un cas donné.

Les ontologies trouvent leur utilisation essentiellement dans le domaine des Systèmes à Base de Connaissance (SBC), elles ouvrent des perspectives très diverses en matière d'applications cibles. Celles-ci peuvent être classées selon les objectifs d'utilisation des ontologies en plusieurs catégories ; la recherche par concept dans les bases documentaires, la consultation et navigation, indexation et classification (gestion de contenu) et la résolution de problèmes.

4.3. L'ontologie de l'APC

L'introduction d'une ontologie dans un système d'information vise à réduire, voire éliminer, la confusion conceptuelle et terminologique et à tendre vers une compréhension partagée pour améliorer la communication, le partage, l'interopérabilité et le degré de réutilisation possible. Une ontologie informatique offre un cadre unificateur et fournit des « primitives », des éléments de base pour améliorer la communication entre les personnes, entre les personnes et les systèmes.

Intégrer une ontologie à un système d'information permet donc de déclarer formellement un certain nombre de connaissances utilisées pour caractériser les informations gérées par le système et de se baser sur ces caractérisations et la formalisation de leur signification pour automatiser des tâches de traitement de l'information.

4.3.1 Exemples d'ontologie autour du concept « Compétence »

Il existe plusieurs propositions de représentation des compétences parmi lesquelles le modèle orienté compétences de Paquette [55] (Figure 11), celui-ci est issue de l'étude d'un ensemble de travaux faits en éducation et elle est orientée ingénierie, c'est-à-dire qu'elle a été élaborée en vue de créer des systèmes d'apprentissage performants. Il fournit une description du concept de compétence définit comme *"la relation entre une habileté générique appliquée à une connaissance à un certain niveau de performance"*.

Une compétence dispose d'un contexte d'utilisation (compétence pré-requise, compétence actuelle ou compétence cible), elle a un énoncé en langage naturel et elle peut permettre d'annoter une ressource (ressource dans son sens large, incluant les matériels pédagogiques mais aussi les acteurs). La compétence est aussi liée à une connaissance tirée d'une ontologie de domaine ainsi qu'à une habileté générique qui elle-même est liée à des indicateurs de performance.

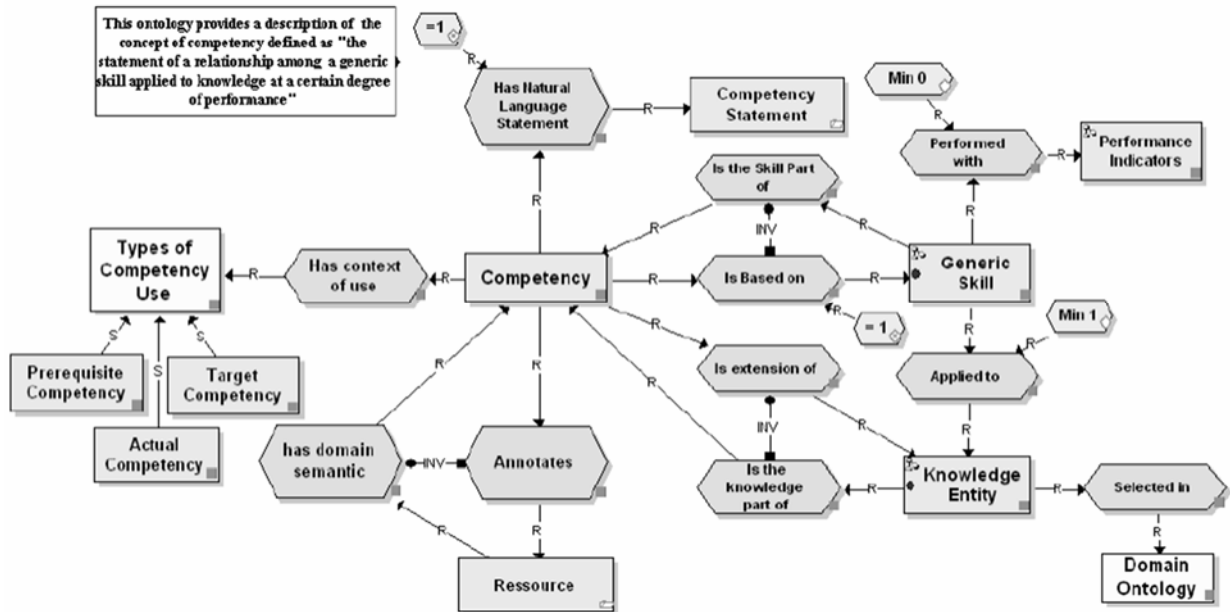


Figure 11: Ontologie du concept de compétence [55]

Paquette [58] propose aussi une ontologie d'habiletés génériques et une représentation des indicateurs de performance. La figure 12 présente la taxonomie d'habiletés génériques sur laquelle est fondée l'ontologie proposée.

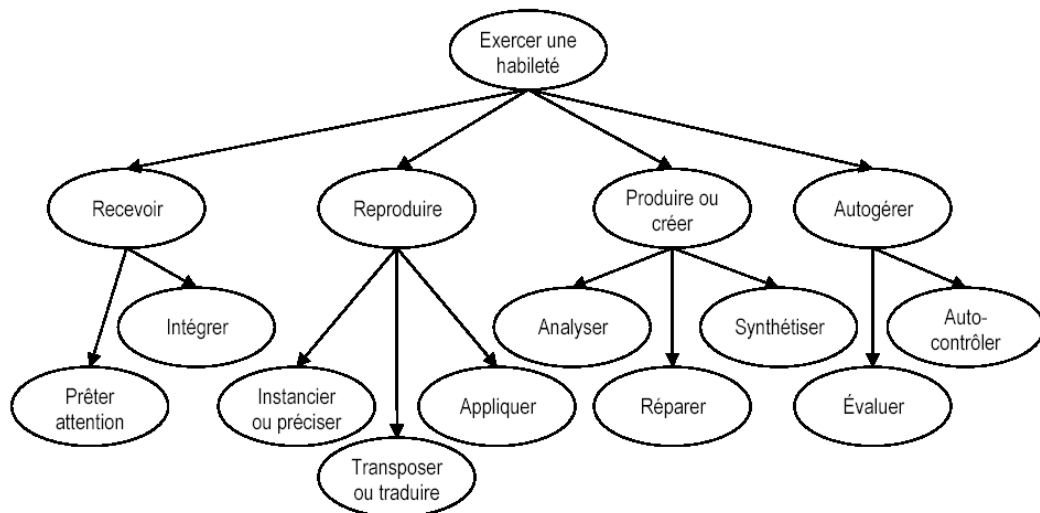


Figure 12: Taxonomie d'habiletés génériques [58]

Cette taxonomie d'habiletés comporte trois couches de plus en plus spécifiques d'habiletés génériques qui peuvent être appliquées à différents domaines de connaissance. Une habileté générique possède un degré de complexité. La taxonomie proposée permet donc de classer les habiletés selon leur degré de difficulté cognitive.

Paquette [55] propose cinq indicateurs de performance (figure 13) qui permettent de préciser l'habileté, ceux-ci sont définis selon que l'habileté s'exerce sur la connaissance :

(1) de façon épisodique ou persistante (la fréquence), (2) de façon partielle ou globale (l'étendue), (3) de façon dirigée ou autonome (l'autonomie), (4) dans des situations simples, moyennes ou complexes (la complexité) et (5) dans des situations familières ou nouvelles (le contexte). Comme pour la taxonomie des habiletés, ces indicateurs de performance pourraient être remplacés par d'autres indicateurs.

Ces dernières années, plusieurs autres ontologies ont été proposées pour décrire les compétences et leurs attributs [56-57-58-59-60-61-62-63]. Cependant, toutes ces ontologies se concentrent sur le concept de compétence et ses attributs sans le relier aux concepts de « connaissances », de « ressources », de « situation » et de « contexte » de la pratique des compétences.

Notre ambition est de construire une ontologie qui couvrirait l'ensemble des aspects de l'Approche par compétence et ses pratiques, en l'occurrence la pédagogie de l'intégration, et permettrait de l'adopter facilement voir développer des EIAH adapté à cette approche.

4.3.2 Démarche de construction de notre ontologie

Après avoir amplement étudié l'APC et ses contraintes d'adoption et de mise en application ainsi que les contraintes que présente le système éducatif marocain, nous avons pensé à formaliser cette approche comme première étape pour une solution globale pour les problèmes d'adoption de l'APC. Pour ce faire nous avons opté pour la construction d'une ontologie du domaine, qui nous semble la solution appropriée pour réduire, voire éliminer, la confusion conceptuelle et terminologique et assurer une compréhension partagée permettant d'améliorer la communication, le partage, l'interopérabilité et les réutilisations possibles.

Pour construire notre ontologie de domaine, nous avons en premier lieu procédé à l'identification, au sein d'un corpus de connaissances, des primitives conceptuelles (concepts et relations) ainsi que la sémantique du domaine (propriétés conceptuelles des primitives). Nous nous sommes basés sur l'ensemble des documents qui ont servi pour établir l'étude bibliographique de l'approche par compétence. En deuxième lieu, nous avons structuré et formalisé la description conceptuelle ainsi constituée. Le corpus que nous avons analysé est un ensemble de documents exprimés en langage naturel, et de ce fait informel, qui couvre l'ensemble du domaine de connaissances sur l'APC, en vue de permettre de lever les ambiguïtés sémantiques éventuelles. Les connaissances

spécifiques au domaine ont été identifiées en termes de primitives conceptuelles et d'axiomes.

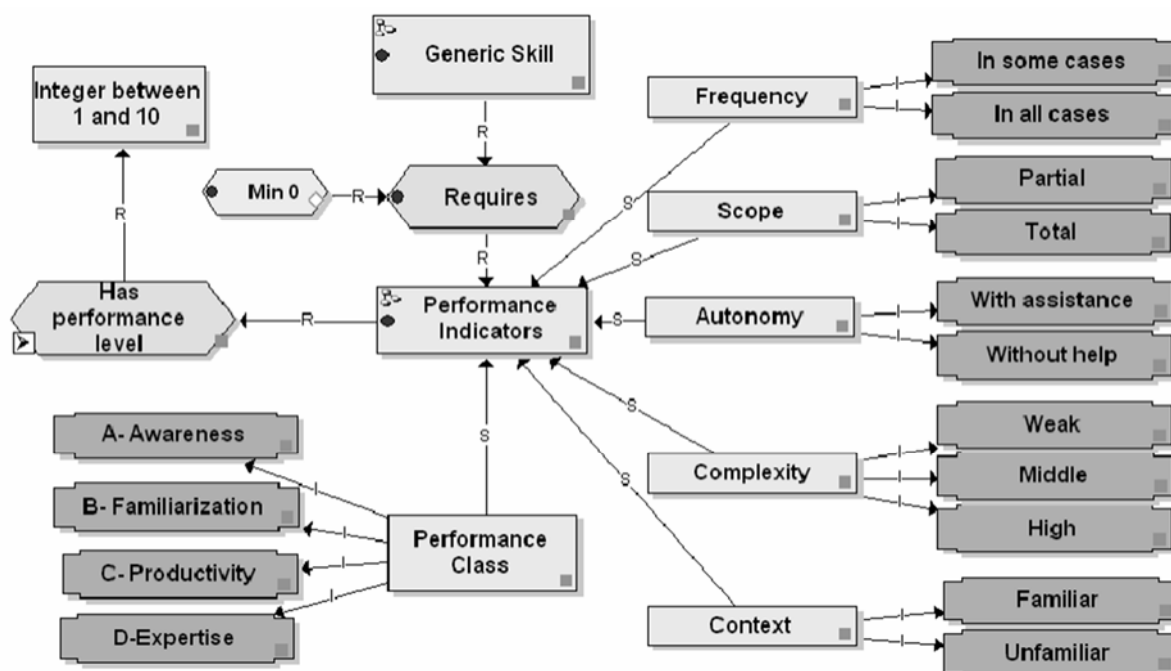


Figure 13: Extension de la taxonomie de compétences aux indicateurs de performance [55]

4.3.3 Présentation de notre ontologie de l'APC

Notre ontologie (figure 15 et 17) est une organisation hiérarchisée (tableau 9) des concepts et relations (tableau 8) que nous avons pu ressortir de l'analyse formelle de la littérature du domaine de l'APC et les pédagogies qui ont été développées autour de cette approche, en particulier la pédagogie de l'intégration. Plusieurs itérations du cycle de conception de l'ontologie ont été nécessaires pour aboutir à la version actuelle. Ci-après, nous définissons les classes (concepts) et associations de notre ontologie.

Classe A	Association	Classe B
Capacité	Se baser sur	Habilitété
Compétence prescriptive	Convoquer	Capacité
	Requière	Compétence prescriptive
	Se compose de	Compétence prescriptive
Habilitété	Utiliser	Savoir
Mobilisation	De	Performance
		Ressource Interne
		Ressource externe
		Ressource contextuelle
		Compétence prescriptive

	Nécessiter	Situation
	Se fait par	Personne
Personne	Disposer de	Ressource Interne
	Avoir	Profil
Situation d'apprentissage	Contient	Tâche complexe
		Activité d'apprentissage
Situation d'intégration	Contient	Tâche complexe
Situation	Avoir	Outil d'évaluation
	Contenir	Tâche
	Fournir	Ressource externe
	Nécessiter	Mobilisation
	Prescrire	Compétence prescriptive

Tableau 8: Concepts et associations de l'ontologie de l'APC

Une **situation (ou une classe de situation)** présente des *problèmes* à résoudre, des *défis* à relever, des *contraintes* à dépasser, elle appartient à un *domaine* de vie ou une *discipline* scientifique, elle pose des *questions* auxquelles il faut répondre et vise une ou plusieurs *finalités* à atteindre.

Une situation peut être, de point de vue didactique, décortiquée en tâches avec un degré de complexité et des processus à exécuter et des produits à réaliser. Une situation a un contexte qui peut être réel avec toute sa complexité ou didactique d'apprentissage (ou cible) ; un simple champ d'exercice d'une compétence ou d'intégration (figure 14).

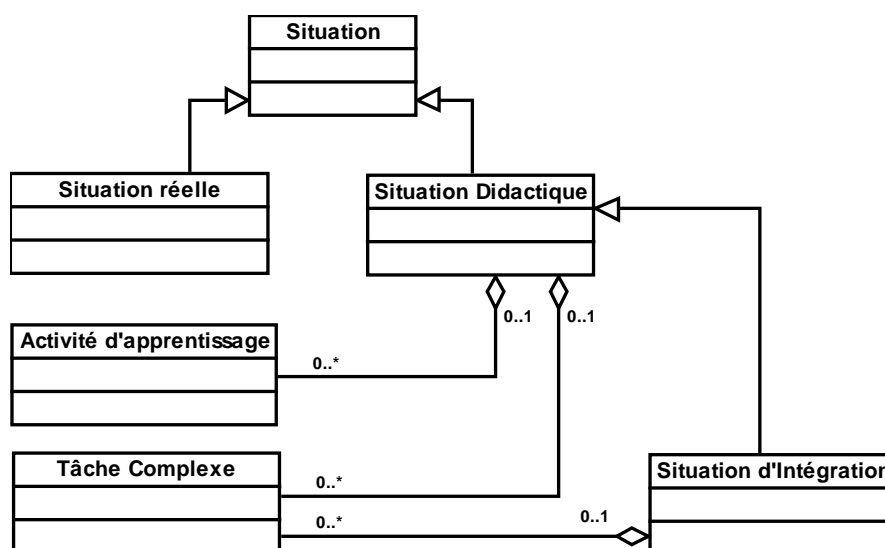


Figure 15: La hiérarchie des SAE

Mobilisation : c'est plus qu'une application ou utilisation routinière, c'est une **capacité** métacognitive d'identification, de sélection, d'activation, de coordination, et

d'intégration des différentes ressources pour traiter les situations de la classe de situations qui a appelé cette mobilisation.

La mobilisation est le concept central de notre ontologie, ce concept associe la situation, les compétences, la personne, la performance et les différentes ressources.

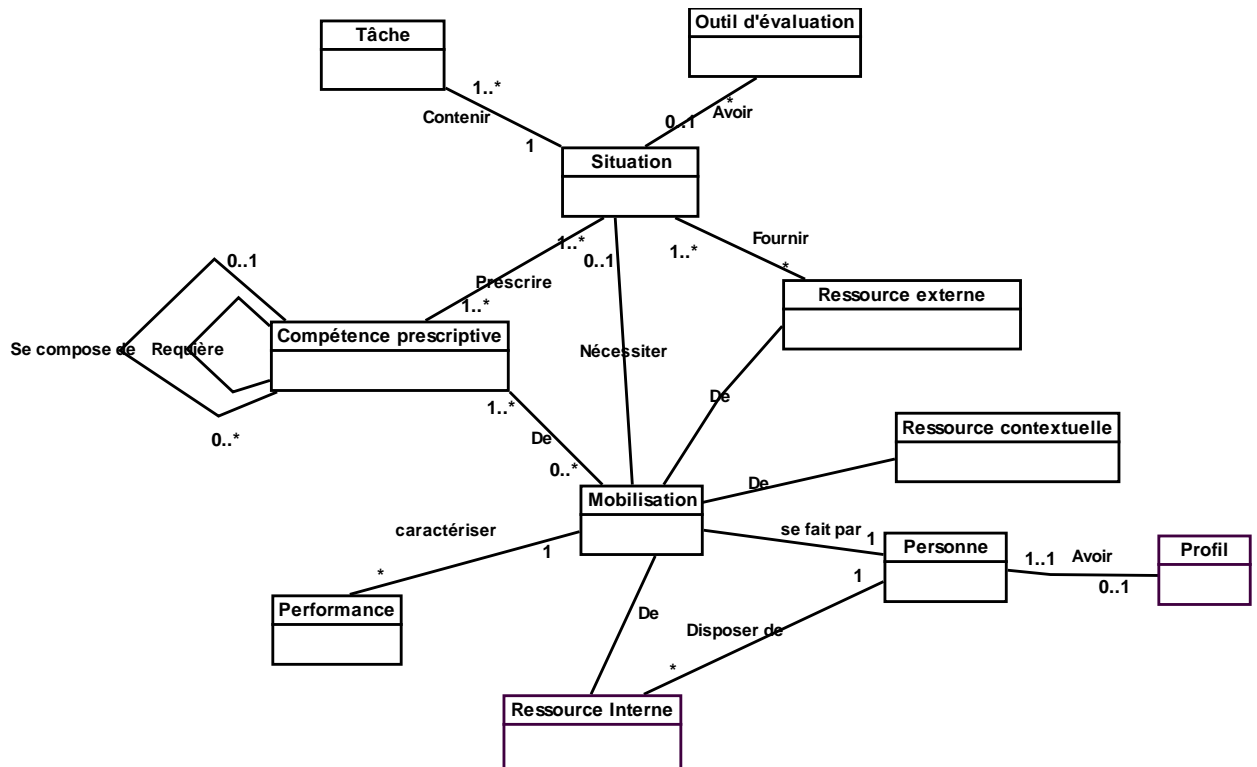


Figure 16: l'ontologie de l'APC (sans les sous classes)

La compétence prescriptive (ou requise) c'est un simple découpage présumé de la compétence effective qui devrait avoir lieu, elle est conçue comme une structure organisatrice d'un programme d'études, selon l'architecture en cascade (tableau 2) de Jonnaert [7]. La compétence Transversale (ou étendue) : c'est une compétence commune à plusieurs disciplines. La compétence Disciplinaire (ou spécifique) : c'est une compétence associée à un domaine de spécialité bien déterminé.

Capacité : unité sur laquelle repose la compétence. La compétence est la résultante d'une coordination efficace de capacités de la personne avec des catégories de ressources. C'est une structure cognitive stabilisée au même titre que le *schème* opératoire.

Habilité : c'est un processus métacognitif interne et conscient de la personne, elle est spécifique à une classe de tâches ou situations bien précise, elle repose sur des **contenus** bien déterminés.

Les **contenus** peuvent se présenter sous différentes formes :

-des **savoirs codifiés** dans des livres par le langage naturel, ils sont *théoriques* et *conceptuels*.

-des **savoir-être** (ou savoir-vivre), ils sont *comportementaux* ou *relationnels*.

-des **savoir-faire procéduraux** ou *opératoires*.

L'assimilation par la personne de ces contenus devrait être *évaluable*.

Les **Ressources** auxquelles fait appelle la mobilisation sur une situation dépassent de loin ceux qui sont déterminées dans les compétences prescrites pour la résolution de la situation. En effet elles sont de différentes natures et de diverses provenances (figure 16) :

Ressources Internes de la personne :

- Compétence incorporée : implicite, innée.

- Compétence réfléchie : c'est une compétence acquise, explicite, consciente et conceptualisable par la personne de ce fait, elle peut être adaptable et transférable à une classe de situation proche de la classe de base de la compétence ou une classe présentant des exceptions.

- Cognitive : connaissance incorporée par la personne

- Conative : d'expérience de vie ou professionnelle

- Aptitude : prédispositions corporelles et mentales innées

Ressources Externe de la situation :

Matérielle ; outils de prolongement de la perception et l'action de la personne.

Temporelle ; le temps accordé, occasion propice.

Humaine ; support, aide, assistance, guidage, surveillance, encadrement.

Ressources Contextuelles : Sociales (préjugés, étiques) ou culturelles (préjugés religieux, patrimoine, savoir pluriel, mémoire partagée).

Personne : acteur de la situation, il dispose d'un certain nombre de ressources internes, il fait partie du contexte de la situation.

Intelligence : Jérôme S. Bruner [64] considère le discours sur les compétences comme étant un discours sur l'intelligence, celle-ci prend plusieurs formes selon Howard Gardner (1983) :

L'intelligence verbale, l'intelligence logico-mathématique, l'intelligence spatiale, l'intelligence musicale, l'intelligence corporelle et kinesthésique, l'intelligence interpersonnelle, et l'intelligence intrapersonnelle. Ces intelligences représentent les compétences maximales ou absolues.

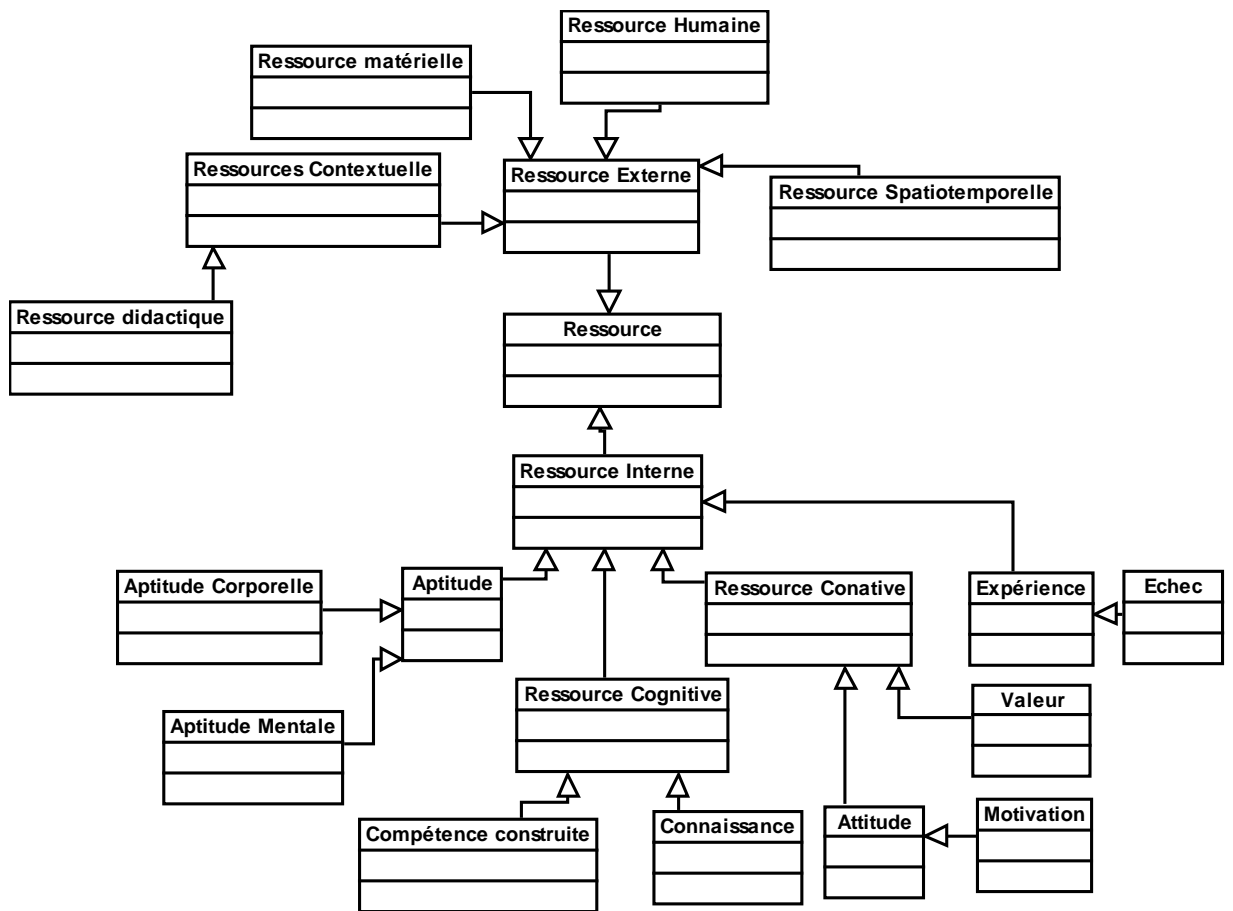


Figure 17: Détails ontologie de l'APC (Organisation des ressources)

Moyen d'évaluation : la situation définit les moyens d'évaluation de la performance réalisée dans le cadre de la situation.

Notre ontologie ne présente pas **la compétence effective** (ou réelle) : cette compétence ne peut être formalisé ni représenté, par ce qu'elle s'inscrit dans la durée, c'est l'œuvre (ou la performance) de la personne acteur de la situation-problème dans le temps, celle que la personne construit en situation, et la compétence prescriptive est supposé être la représentation décontextualisée de la compétence effective.

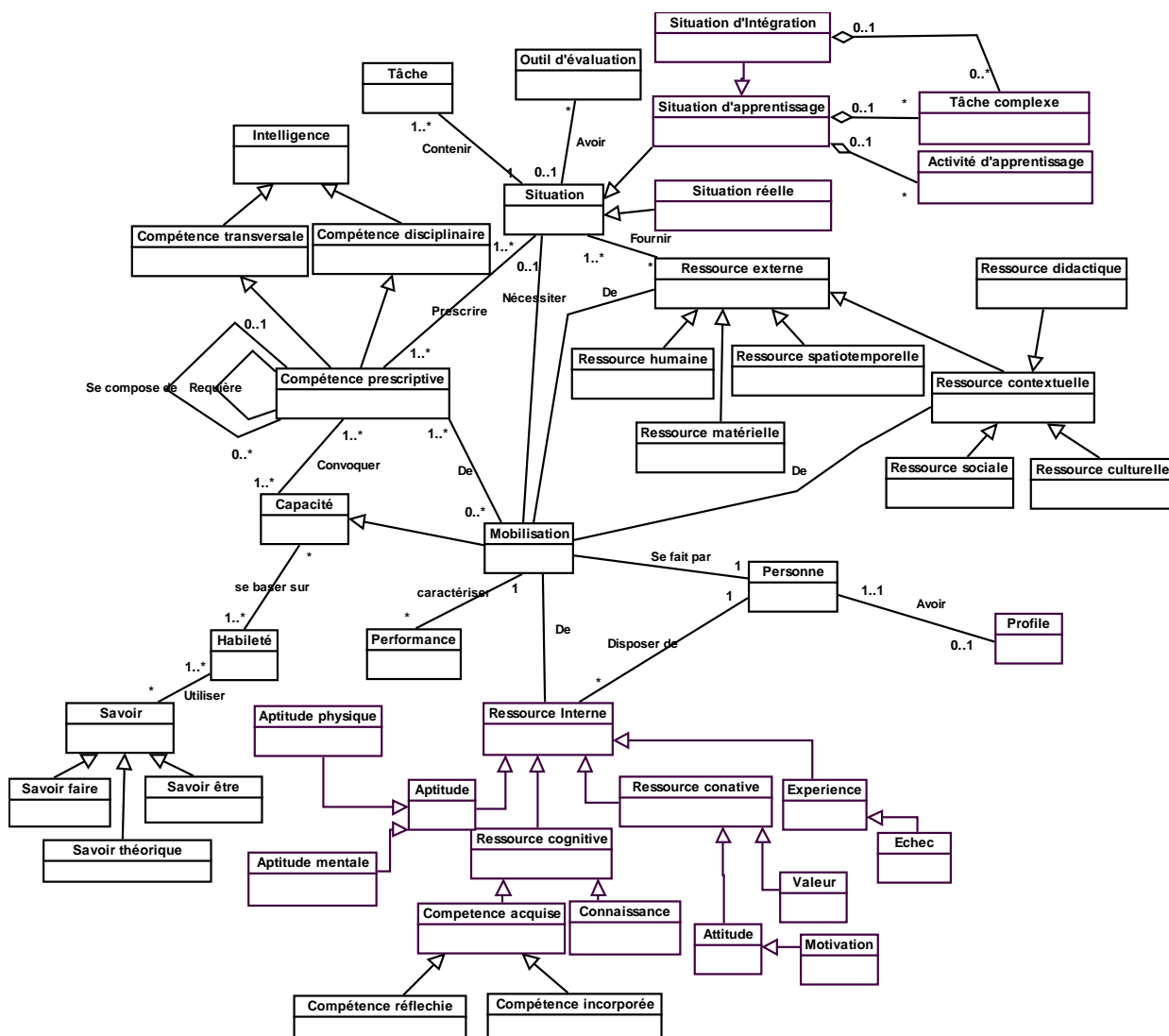


Figure 18: Ontologie proposée pour l'approche par les compétences

Classe mère	Classe fille
Aptitude	Aptitude physique
	Aptitude mentale
	Motivation
Capacité	Mobilisation
Compétence acquise	Compétence réfléchie
	Compétence incorporée
Compétence disciplinaire	Compétence prescriptive
	Compétence transversale
Compétence prescriptive	Compétence transversale
	Compétence disciplinaire
Compétence transversale	Compétence prescriptive
Expérience	Echec
Ressource externe	Ressource humaine
	Ressource matérielle

	Ressource spatiotemporelle
	Ressource contextuelle
Intelligence	Compétence prescriptive
	Compétence transversale
	Compétence disciplinaire
Ressource cognitive	Connaissance
	Compétence acquise
Ressource conative	Attitude
	Valeur
Ressource contextuelle	Ressource sociale
	Ressource culturelle
	Ressource didactique
Ressource Interne	Ressource cognitive
	Expérience
	Aptitude
	Ressource conative
Savoir	Savoir théorique
	Savoir faire
	Savoir être
Situation	Situation réelle
	Situation d'apprentissage
Situation d'apprentissage	Situation d'Intégration

Tableau 9: Hiérarchie des concepts de l'ontologie de l'APC

Conclusion

Après la construction de l'ontologie, l'obtention et le maintien d'un consensus sur les choix de représentation et de conceptualisation faits dans cette ontologie est primordial. Néanmoins, cela ne devrait pas nous empêcher d'aborder l'étape d'opérationnalisation et de préparer la mise en œuvre.

CHAPITRE V

Proposition d'une Architecture d'EIAH adapté à l'APC

Etat de l'art des EIAH

L'ingénierie des EIAH

L'architecture d'un EIAH pour l'APC

Introduction

Le présent chapitre sera consacré à la présentation dans notre contribution dans le domaine d'EIAH, en premier lieu nous allons réaliser un état de l'art très sommaire pour rappeler les axes de de recherche dans ce domaine, ensuite nous allons énumérer les difficultés inhérentes à la conception et la réalisation d'un EIAH. En fin nous allons exposer ce que nous avons pu apporter comme innovation dans ce domaine pour permettre à l'APC de trouver sa place dans les EIAH.

5.1 Etat de l'art des EIAH

Les EIAH sont des artefacts conçus pour susciter ou accompagner un apprentissage. Ils sont liés à une intention didactique ou pédagogique [65]. Un EIAH peut être vu comme un logiciel spécifiquement conçu dans le but d'amener un apprenant à développer une activité favorable à l'atteinte des objectifs de la Situation pédagogique informatisée considérée. Le champ scientifique des EIAH a pour objet d'étudier les questions scientifiques liées aux Situations pédagogiques informatisées.

5.1.1 Objectifs [65], [66] :

- Favoriser et Personnaliser l'apprentissage
- Guider l'apprenant dans un parcours pédagogique
- Assister le tuteur dans le suivi des apprenants
- Favoriser une situation d'apprentissage collaboratif à distance
- Interopérabilité des plateformes pour une réutilisabilité et une mutualisation des ressources
- Assistance aux acteurs humains dans l'exploitation de ressources pédagogiques

5.1.2 Différents types d'EIAH [67] :

- Outil de présentation de l'information (hypermédia)
- Outil de communication (plateforme Formations Ouvertes et à Distance (FOAD))
- Environnement d'aide à la réalisation d'une activité pédagogique
- Environnements exploratoires (Micromonde)
- Tuteur intelligent automatisé

5.1.3 Modèle général d'un EIAH :

Nous présentons dans ce qui suit une synthèse des caractéristiques et fonctionnalités attendues des modules composants un EIAH [67] :

Modèle de domaine :

- Posséder une connaissance du domaine du système pour faire des déductions ou résoudre des problèmes ;
- Fournir des explications sur les solutions aux problèmes ;
- Donner des explications alternatives du même concept ;
- Répondre aux questions arbitraires de l'étudiant ;
- Incorporer des connaissances sur les idées fausses et les concepts manquants.

Modèle de tutorat (modèle pédagogique) :

- Posséder des objectifs et des plans d'enseignement du système ;
- Fournir des stratégies d'enseignement alternatives ;
- Être guidé par une théorie pédagogique sous-jacente ;
- Adapter les stratégies pédagogiques du système aux besoins de l'élève ;
- Permettre à l'élève d'initier des activités pédagogiques ;
- Fournir des activités d'apprentissage contextualisées, pertinentes et engageantes ;
- Diagnostiquer les idées fausses et les besoins d'apprentissage ;
- Intervenir si l'élève semble avoir des difficultés.
- Relier une erreur diagnostiquée à une idée fausse ou à un concept manquant ;
- Incorporer des stratégies de rattrapage afin de proposer d'autres styles d'enseignement de rattrapage.

Modèle de l'apprenant

- Conserver des informations sur les connaissances et les compétences de l'élève (actuelles et futures) dans le modèle de l'élève ;
- Stocker des informations sur les processus cognitifs de l'élève ;
- Stocker des informations sur les préférences d'apprentissage et / ou les expériences d'apprentissage antérieures de l'élève dans son modèle ;
- Surveiller et évaluer les performances des élèves et mettre à jour leur modèle.

Système de Contrôle

- Fournir des feedbacks utiles sur les commentaires des étudiants ;
- Traiter toutes les erreurs détectées ;
- Intervenir pour remédier à une idée fausse ou à un concept manquant ;

- S'adapter au niveau d'avancement de l'élève ;
- S'adapter aux besoins et préférences de l'élève.

Interface d'utilisation

- Favoriser la facilité d'utilisation ;
- Incorporer des dialogues et des interaction naturelles ;
- Veiller à ce que le dialogue soit axé sur les tâches ;
- Posséder un design d'écran efficace ;
- Permettre une variété de styles d'interaction.

5.1.4 Classification des EIAH selon la fonction pédagogique

Le tableau 10 présente le résumé des huit fonctions de la typologie des EIAH et leurs caractéristiques, il regroupe les logiciels décrits dans la littérature depuis le début de l'enseignement assisté par ordinateur [68].

Fonction Pédagogique	Type de logiciel	Théorie	Tâche	Connaissances
Présenter de l'information	Tutoriel	Cognitiviste	Lire	Présentation ordonnée
Dispenser des exercices	Exercices répétés	Behavioriste	Faire des exercices	Association
Véritablement enseigner	Tuteur intelligent	Cognitiviste	Dialoguer	Représentation
Captiver l'attention et la motivation de l'élève	Jeu éducatif	Principalement behavioriste	Jouer	
Fournir un espace d'exploitation	Hypermédia	Cognitiviste constructiviste	Explorer	Présentation en accès libre
Fournir un environnement pour la découverte de lois naturelles	Simulation	Constructiviste cognition située	Manipuler, observer	Modélisation
Fournir un environnement pour la découverte de domaines abstraits	Micromonde	Constructiviste	Construire	Matérialisation
Fournir un espace d'échange entre élèves	Apprentissage collaboratif	Socio-Constructiviste	Discuter	Construction de l'élève

Tableau 10: Classification des EIAH selon la fonction pédagogique

5.2 L'ingénierie des EIAH

5.2.1 Ingénierie vs Recherche

L'ingénierie des EIAH est le domaine de recherche dont l'objet est d'élaborer des connaissances relatives à la conception et la réalisation des EIAH. De façon plus précise, le terme « ingénierie des EIAH » renvoie aux travaux dont l'objet est d'étudier les questions scientifiques liées aux concepts, méthodes, théories, techniques et technologies utiles à la conception des EIAH et des logiciels supports à la gestion des situations pédagogiques informatisées [69].

La notion d'ingénierie se définit traditionnellement comme l'ensemble des activités nécessaires à la définition, la conception et la réalisation de projets centrés sur la conception d'artefacts [70].

Dans une certaine acception, la notion d'ingénierie se définit par opposition à la recherche : la recherche a vocation à comprendre les phénomènes, l'ingénierie a vocation à appliquer cette compréhension des phénomènes à la réalisation de projets.

Concevoir et construire un EIAH amène à considérer les dimensions informatiques de la conception et la réalisation de logiciels (concepts, principes, processus, préceptes, méthodes, techniques, technologies, expériences, etc.) et les dimensions de Sciences Humaines Sociologique qui doivent être prises en compte lors de cette conception en raison de la finalité pédagogique de ces logiciels et de leur caractère d'objets utilisés par des humains (phénomènes spécifiques de l'apprentissage, de l'enseignement et des usages).

Les EIAH sont des objets artificiels complexes. Ce sont des artefacts créés par l'homme, pour l'homme (ce ne sont pas des objets « naturels »). Ils sont contingents aux finalités et contextes pour lesquels ils ont été conçus. Ils créent des situations qui n'existent en tant que telles que par l'artefact créé. Ils sont complexes en raison, notamment, de leur nature : ce sont des objets sociotechniques [70].

Les problèmes que posent la conception et la construction des EIAH ne relèvent pas simplement de l'ingénierie au sens « traditionnel » du terme, i.e., construire une solution à partir de connaissances préexistantes. L'histoire du domaine a montré qu'aborder la construction des EIAH en ne faisant qu'exploiter des connaissances élaborées par ailleurs (d'un côté, des connaissances en psychologie ou en éducation et, d'un autre côté, des connaissances en informatique) ne conduit pas à des résultats satisfaisants.

Le fait de construire un EIAH dans le cadre d'un projet de recherche est différent d'un travail d'ingénieur au sens classique, i.e., construire une solution (ici, un EIAH) [71].

Une première différence tient à la raison d'être des travaux. Du point de vue de la recherche, la conception d'un EIAH est un moyen pour étudier des problématiques scientifiques. La réalisation de l'EIAH n'est pas une fin en soi. Une seconde différence tient au regard porté. Du point de vue de l'ingénieur, il s'agit de trouver une solution au problème consistant à disposer d'un EIAH répondant aux spécifications posées. Du point de vue du chercheur, il s'agit d'isoler et de définir des problèmes scientifiques, (le cas échéant) de spécifier un EIAH qui pose et permet d'étudier ces problèmes, d'élaborer des connaissances liées à ce problème, d'évaluer ces propositions, de les analyser et de les comparer à d'autres propositions, de définir leur spectre de validité, et de s'interroger sur leur place au sein de la connaissance scientifique du domaine et sur leur impact.

Ces différences conduisent de fait à des activités différentes : la raison d'être, la motivation, les processus de contrôle, de validation et de diffusion sont différents. Cette distinction n'est pas toujours facile à établir, notamment en raison de la multiplicité des considérations et niveaux impliqués. Dans un projet de recherche impliquant la conception d'un EIAH, certains éléments vont relever de la recherche, d'autres pas. Ainsi, développer des composants techniques (travail d'ingénieur) est souvent le prix à payer pour pouvoir étudier, par ailleurs, des questions scientifiques importantes. Inversement, aborder un problème externe apparaissant *a priori* comme un problème d'ingénieur peut amener à des problèmes de recherche [72].

Cette distinction recherche/application ne s'applique donc pas sur tous les objets et à tout instant, et ne doit pas être considérée comme une opposition, sous peine de la rendre stérilisante. En revanche, à tout moment, un chercheur doit pouvoir expliquer en quoi son activité relève d'une activité de recherche, i.e., mettre en évidence les éléments qui en font une activité de recherche.

5.2.2 Les EIAH et l'informatique

L'informatique contribue sous différentes formes au domaine des EIAH dont, en particulier :

- L'innovation technologique ;
- La construction d'abstractions et de modèles pour définir et conceptualiser les situations pédagogiques considérées et les spécifications des EIAH à construire ;

- L'opérationnalisation des modèles et des spécifications élaborés, i.e., la construction effective d'EIAH.

La construction d'un EIAH ne prend sens que s'il est associé à des situations pédagogiques cibles. Les constructions relatives à ces situations (théories, modèles, préceptes, discours) forment le contexte et/ou le fondement des travaux spécifiquement informatiques de développement de l'innovation technologique ou de construction et d'opérationnalisation d'un modèle donné.

5.2.3 Difficultés inhérentes à la construction des EIAH

Dans un champ expérimental comme la conception des EIAH, le fait de chercher à concevoir et construire des EIAH agit par ailleurs comme un générateur de problèmes, ces problèmes pouvant relever de questionnements de différentes natures :

- Problème fondamental relevant d'une discipline donnée. Le fait de construire l'EIAH est alors un vecteur d'avancement potentiel de ces disciplines. Par exemple, la construction d'un EIAH peut proposer un angle d'analyse ou des données utiles à l'examen de tel problème de didactique, ou encore de tel problème de modélisation informatique des connaissances.

- Problème fondamental relevant de l'EIAH en tant que domaine transdisciplinaire. C'est le cas, par exemple, de questions fondamentales comme la perception et la compréhension de l'activité de l'apprenant plongé au sein d'une situation pédagogique informatisée, de l'instrumentation de l'apprenant ou encore du calcul et de la mise en œuvre de rétroactions par un EIAH.

- Problème relevant spécifiquement de la dimension d'ingénierie, i.e., problème consistant en la construction d'une solution à un problème précis. De ce point de vue, la validité d'une solution est liée à son adéquation au problème considéré. Son caractère de solution (ou son caractère de « bonne » ou de « meilleure » solution) va être établi par rapport à des critères externes, par exemple pour un EIAH les notions d'utilité, d'utilisabilité et d'acceptabilité. L'une des difficultés est alors de faire la part de la contingence des travaux (et donc des résultats).

La construction d'un environnement EIAH comporte des difficultés liées à la nature de l'activité qu'il prétend supporter. Nous jugeons que ces difficultés sont à regrouper dans deux clusters majeurs : difficultés de concrétisation des intentions didactiques et difficultés d'opérationnalisation des artefacts conçus.

La finalité d'un EIAH est d'offrir un environnement informatique qui véhicule une intention didactique. D'après Tchounikine [72], la modélisation d'une telle intention didactique est jugée comme étant une difficulté principale. En effet il s'agit de modéliser une composante statique (un ensemble de connaissances propres à un domaine donné) et une composante dynamique (une pédagogie déclinée en un ensemble d'interactions que l'apprenant est susceptible d'avoir avec son environnement). Cette difficulté est accentuée par l'aspect polymorphe de l'environnement (changement du comportement, Interventions concurrentes de plusieurs acteurs, apparition de connaissances implicites résultant du processus même d'apprentissage, etc.).

Le deuxième type de difficultés concerne la mise en œuvre d'une modélisation pédagogique et sa traduction en éléments opérationnels sur des environnements d'exécution. Cette opérationnalisation se heurte au fait que les plateformes et les outils associés privilégient souvent un type de production pédagogique spécifique (documentaire, activité ou autres), alors que le déroulement d'une situation d'apprentissage fait souvent appel à une multitude d'approches psychologiques, pédagogiques.

5.3 L'architecture conceptuelle d'un EIAH adapté à l'APC

5.3.1 Notre proposition d'architecture d'EIAH

Dans notre cas, l'ontologie que nous avons conçue pour supporter l'APC dans le système éducatif marocain n'avait pas pour seule objectif de faire de cette approche un objet de consensus communément partagé entre les différents intervenants dans le processus de l'enseignement pour faciliter l'action, mais nos objectifs étaient beaucoup plus ambitieux que cela. En effet, parmi les objectifs de construction des ontologies est d'assurer une compréhension partagée, entre humain, des savoirs d'un domaine de connaissance et d'explicitier ce qui est considéré implicite, mais également de permettre à des agents logiciels de manipuler des informations d'un niveau sémantique intéressant et d'assister les humains à produire des connaissances.

L'ontologie de l'APC pourrait se trouver des applications dans un contexte purement logiciel, notamment l'application dans le domaine de l'enseignement [73], e-learning et probablement dans le domaine de la formation professionnelle et la gestion des ressources humaines.

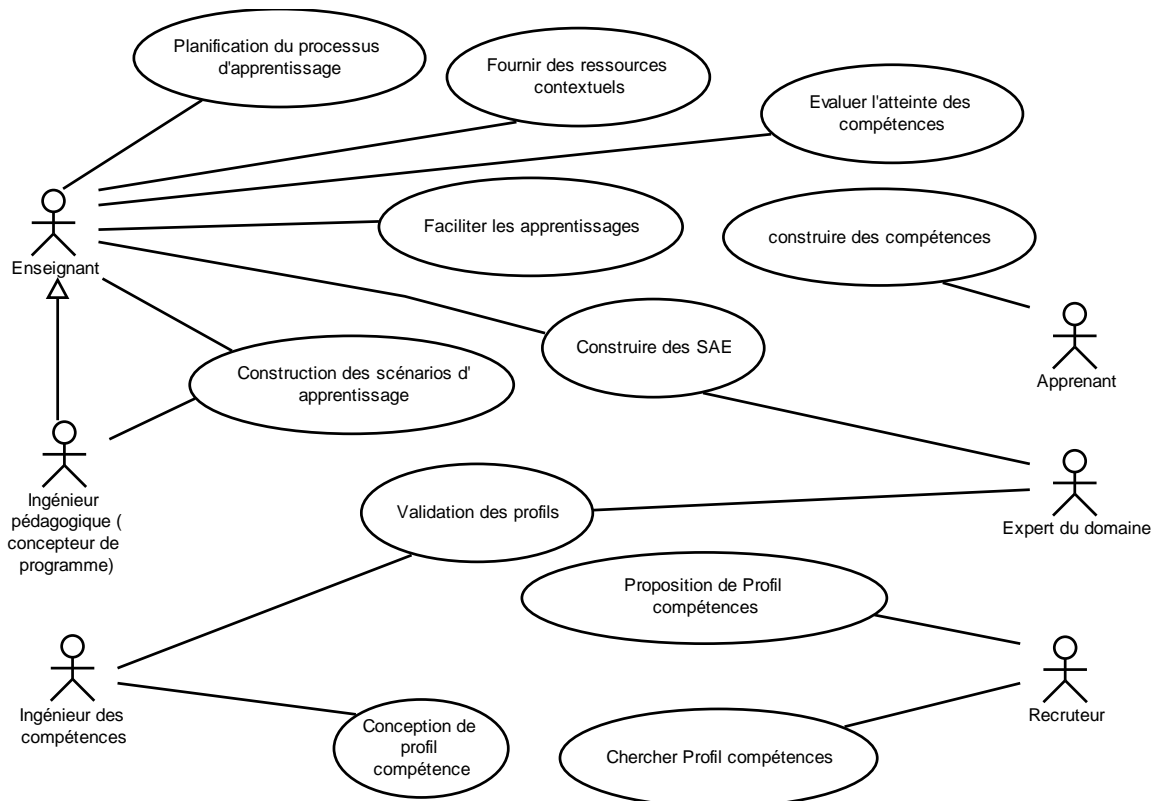


Figure 19: Les cas d'utilisation du futur EIAH

L'objectif principal de ce projet de thèse étant de concevoir une architecture d'EIAH supportant l'APC. La (figure 18) et le (tableau 11) présentent les spécifications de besoin fonctionnelles de l'EIAH qui va supporter l'APC, il devrait permettre aux différents acteurs prenant part au processus d'apprentissage d'intervenir, et favoriser l'adaptation de l'apprentissage aux besoins et attentes de l'apprenant dans le cadre d'environnement de formation en ligne ou en présentiel.

Les objectifs attendus d'un tel système tendent tous vers l'implémentation des divers aspects fondamentaux de l'APC à savoir :

- **Construire un référentiel de l'ensemble des compétences dispensées dans les programmes d'étude** : La base de compétences devrait être organisée en référentiel de compétences qui sera commun, standard, normalisé et partagé, le garant de l'intégrité de ce référentiel est bien évidemment l'ontologie APC, il sera le noyau de tout système se basant sur l'APC, tous les programmes et les diplômes seront reformulés en termes de ce référentiel. Il va de soi qu'il va falloir concevoir et réaliser des outils d'alimentation, de mise à jour et de consultation de cette base.

- **Assister la conception des programmes dans le cadre de l'APC** : Un système d'aide à l'élaboration de programmes de formation sera destiné à la création de nouveaux

programmes et diplômes (profils prescriptifs) validés par rapport à des spécifications ou bien aux exigences du marché de l'emploi. Les experts du domaine, les recruteurs ainsi que les ingénieurs de compétences y trouveront leur compte.

- ***Assister et valider toute production par rapport aux spécifications de l'APC*** : Un système d'aide à la construction de situations d'apprentissage et d'évaluation (SAE) sera dédié à assister aussi bien l'auteur des contenus que l'enseignant à construire des SAE en concordance avec les compétences ciblées et en respectant les consignes régissant l'élaboration des SAE (que nous avons bien évidemment explicités dans notre ontologie). Ces SAE seront rattachées à des compétences sur le référentiel de base des compétences.

- ***Permettre la capitalisation des ressources de l'APC*** : Le référencement sémantique des ressources pédagogiques de l'APC en l'occurrence les SAE, ressources fondamentales du déroulement de l'apprentissage selon l'APC, permettrait de capitaliser ces ressources dans un entrepôt structuré selon plusieurs dimensions sémantiques, entre autres, les compétences qu'elles mobilisent, le niveau de difficulté, les finalités etc.

Un système de recherche par concepts multicritères dans les bases de ressources pour associer les ressources pédagogiques et contenus aux SAE et également pouvoir retrouver et réutiliser des SAE déjà existantes dans des contextes qui peuvent être différents de celui pour lequel elles ont été prévues à l'origine, ceci en opérant éventuellement de simples translations.

- ***Faire de l'apprenant le centre et l'acteur du processus d'apprentissage*** : Un apprenant est caractérisé par un profil, exprimé en termes de compétences, certifié par des diplômes acquis, profil prétendu, et un profil effectif. Un système en interaction directe avec l'apprenant sera capable de broser un profil estimatif de celui-ci grâce au système d'évaluation.

- ***Aider à l'évaluation des acquis en termes de compétences*** : Un système d'évaluation (ou pré évaluation) globale sera destiné à faire le calcul de proximité de profils, et l'élaboration de plan éventuel de rapprochement de profils pour la personnalisation de parcours de formation, cela consisterait à définir une métrique permettant d'évaluer la distance entre le profil courant et le profil cible (correspondant à un diplôme par exemple). En effet, une mise en correspondance du profil courant de l'apprenant avec le profil cible est nécessaire afin de mesurer la faisabilité de la formation. Le cas échéant, un objectif alternatif est proposé (étape intermédiaire plus raisonnable). Cette métrique doit évaluer la distance entre deux niveaux (par exemple de « faible » à « élevé ») lorsque la compétence est présente dans le profil courant de

l'apprenant et dans le profil cible, et la distance entre une compétence non présente dans le profil courant de l'apprenant et une compétence présente dans le profil cible.

Acteur	Cas d'utilisation
Apprenant	Construire des compétences
Enseignant	Faciliter les apprentissages
	Construire des SAE
	Evaluer l'atteinte des compétences
	Fournir des ressources contextuels
	Planification du processus d'apprentissage
	Construction des scénarios d'apprentissage
Expert du domaine	Construire des SAE
	Validation des profils
Ingénieur des compétences	Conception de profil compétence
	Validation des profils
Ingénieur pédagogique (concepteur de programme)	Construction des scénarios d'apprentissage
Recruteur	Chercher Profil compétences
	Proposition de Profil compétences

Tableau 11: Les cas d'utilisation de notre EIAH en association avec les acteurs

Il ressort de l'étude, que nous avons faite des fonctionnalités attendues du système qui va implémenter l'ontologie APC que celui-ci va faire appel aux deux scénarii d'usage des ontologies aussi bien la validation que la production, mais également que l'opérationnalisation va mettre l'accent sur les aspects prescriptif de l'APC plutôt que les aspects effectifs qui ne peuvent hélas être représentés que de façon approximative.

5.3.2 Les composants de notre EIAH (Figure 19) :

A. Module d'Acquisition et Évaluation des Compétences

A1. Module de Conception et Exécution des scénarios de formation par l'évaluation

Le but de ce module est de faire une évaluation sommaire du nouvel apprenant pour tenter de donner un profil de compétences approximatif. Ce profil sera constamment comparé au profil ciblé par l'apprenant. Sur la base de cette comparaison, le système proposera des scénarios d'apprentissage personnalisés via l'évaluation de l'apprenant. Les résultats de l'apprenant seront utilisés pour mettre à jour le profil de l'apprenant et pour ajuster les scénarios proposés. En fonction des progrès de l'apprenant, plusieurs itérations seront nécessaires pour atteindre le profil cible et compléter la formation. À la fin de la

formation, des situations d'évaluation seront fournies à l'apprenant afin de certifier ses réalisations et d'attester de sa réussite.

Système de pré-évaluation : Il s'agit d'un système destiné principalement à certifier les acquis de l'apprenant, toujours en termes de compétences, afin de préparer les entrées de la plateforme pour une éventuelle personnalisation de l'enseignement fourni aux différents profils d'apprenant. Il devrait également être en mesure de créer un profil de compétences potentiel pour toute personne postulant à une formation, de deux manières :

- Compétences certifiées : confirmer les acquis en termes de compétences.
- Pas de compétences certifiées : exprimer les acquis en termes de compétences.

Évaluation des compétences acquises : Un système d'évaluation global sera utilisé pour calculer la similarité des profils et pour élaborer un plan de correspondance des profils pour la personnalisation du parcours de formation. Il s'agirait de définir une métrique permettant d'évaluer l'écart entre le profil actuel et le profil cible (correspondant à un diplôme, par exemple). En effet, une cartographie du profil actuel avec le profil cible est nécessaire pour mesurer la faisabilité de la formation. Le cas échéant, un objectif alternatif est proposé (étape intermédiaire plus raisonnable).

Cette métrique devrait évaluer l'écart entre deux niveaux (par exemple, « faible » à « élevé ») lorsque la compétence est présente dans le profil actuel de l'apprenant et dans le profil cible, et l'écart entre une compétence non présente dans le profil de l'apprenant et compétence présente dans le profil cible.

A2. Module de Collecte et Analyse des Activités et des traces

Il est essentiel de disposer d'un système de suivi permettant de retracer chaque traitement d'une situation problème :

- Garder une trace des progrès de l'apprenant
- Personnaliser et optimiser les progrès des apprenants
- Capitaliser les expériences des utilisateurs pour améliorer le système
- Consigner les activités à des fins de réglementation et d'audit.

A3. Module de Gestion des Profils Compétence

L'apprenant est caractérisé par un profil, exprimé en termes de compétences, certifié par les diplômes acquis, dit profil, et un profil effectif. Un système en interaction avec l'apprenant sera en mesure de fournir un profil estimé de l'apprenant par le biais du système d'évaluation. Ce profil sera stocké dans la base des Profils apprenant et sera mis

à jour chaque fois que l'apprenant progressera. Ce module devrait pouvoir comparer le profil de l'apprenant et le profil cible pour calculer la différence entre les deux qui sera utilisé pour personnaliser le parcours de l'apprenant.

A4. Base des Profils Apprenant

Profil de l'apprenant : L'apprenant est vu du point de vue « compétence », l'APC fait de l'apprenant le centre du processus d'apprentissage, ce qui nécessite une modélisation prenant en compte tous les aspects de l'apprenant et son évolution dans le temps. C'est un modèle évolutif et adaptatif qui contient des informations personnelles et professionnelles et des compétences acquises, ainsi que des réalisations, des expériences et des antécédents.

B. Module de Conception et Production des SAE

B1. Module de gestion des SAE

Ce module aidera et validera toutes les productions en rapport avec les spécifications de l'APC : Un système d'aide à la construction des SAE sera dédié à assister à la fois l'auteur du contenu et l'enseignant, afin de construire les SAE conformément aux compétences ciblées et en respect des directives pour le développement des SAE.

B2. Banque des SAE

La base des compétences représente l'équivalent d'un méta-modèle (ou la structure) qu'il faut respecter lors de l'élaboration des programmes et l'alimentation de la base, les situations d'apprentissage et d'évaluation (SAE) représentent les ressources de l'APC qu'il faut produire et actualiser et partager pour enrichir l'environnement. En effet le domaine professionnel ne cesse pas d'évoluer et de poser de nouveaux problèmes qu'il faut reporter sur la base des SAE pour maintenir sa conformité avec le monde réel.

La capitalisation des SAE et leur référencement sémantique se fera dans un entrepôt structuré selon plusieurs dimensions notamment les compétences mobilisées, le niveau de difficulté, les finalités.

B3. Spécification des Ressources requises par les SAE

Il est difficile d'identifier et de définir à l'avance toutes les ressources nécessaires pour gérer le SAE. Il est donc nécessaire de permettre à l'apprenant d'accéder aux différents types de ressources cognitives fournies par d'autres EIAH, les MOOC ou toute autres plateformes d'apprentissage en ligne. Ce module servira de passerelle entre notre système et les autres systèmes basés sur le contenu. En effet, lorsqu'un apprenant

proposera de nouvelles ressources et justifiera leur utilisation avec succès dans le traitement de ce dernier, les ressources prescrites pour le traitement de ce dernier seront automatiquement mises à jour.

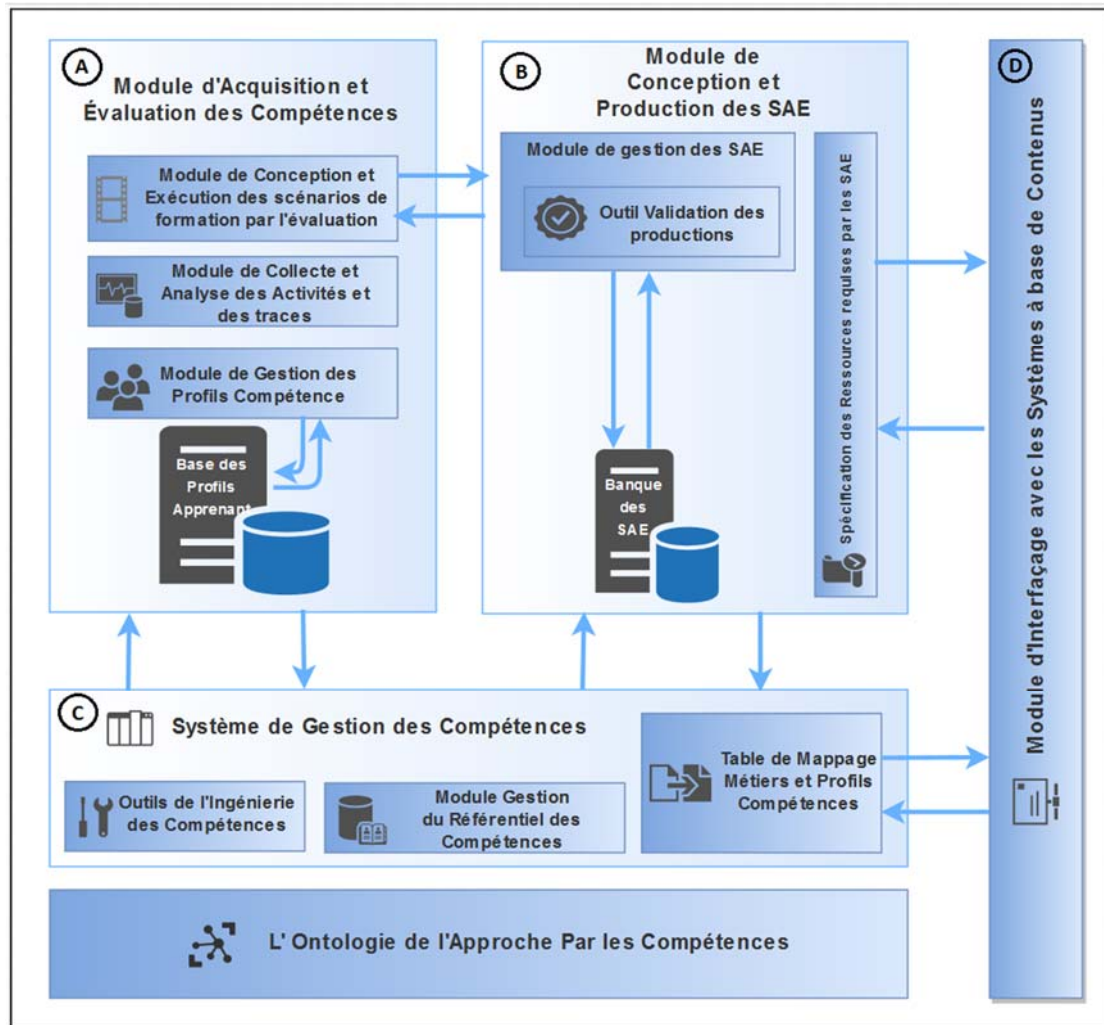


Figure 20 : Architecture d'EIAH adapté à l'APC

C. Système de Gestion des Compétences

Ce Module va contenir un ensemble d'outils pour :

- Définir les compétences et construire l'ontologie.
- Alimentation de la base de compétences.
- Interroger la base de compétence (description, relation, prérequis, ressources - pédagogique, recherche sémantique, canevas...).
- Collaborer avec les bases de connaissance et outils de recherche documentaire.

C1. Outils de l'Ingénierie des Compétences

Il est important de doter cette architecture d'un ensemble approprié d'outils d'ingénierie

des compétences inspirés des outils de gestion des ressources humaines :

- La construction de profilés en adéquation avec les besoins réels du marché du travail et dans le respect des réglementations en vigueur,
- La proposition de cours de recyclage pour adapter les profils existants à l'évolution des besoins.
- Optimisation des parcours de formation.
- Gestion efficace des affectations des ressources humaines sur les postes de travail.
- La cartographie des compétences collectives.

C2. Module Gestion du Référentiel des Compétences

La base de compétences est au cœur de la plate-forme, dont la conception est basée sur l'ontologie et la taxonomie des compétences. L'architecture de la base de compétences permettra d'organiser et de référencer les différentes ressources pédagogiques. Il contiendra la description et la composition des programmes en termes de compétences, autour desquelles seront construites les bases de données de la SAE.

Construire un référentiel de toutes les compétences proposées dans les curriculums : La base de compétences doit être organisée comme un dictionnaire de compétences normalisé, commun et partagé, le garant de l'intégrité de ce référentiel est l'ontologie de l'APC, tous les programmes et diplômes seront reformulés en fonction de ce référentiel. Il va sans dire qu'il sera nécessaire de concevoir et de mettre en œuvre des outils d'alimentation, de mise à jour et de consultation de la base de compétences.

C3. Table de Mappage Métiers et Profils Compétences

Il est important que ce système puisse établir un profil estimé des compétences de l'apprenant, destiné aux apprenants issus du monde professionnel. Pour ce faire, il est nécessaire d'établir une correspondance entre les diplômes (professions, e-portfolio, badges, expériences, CV, etc.) et les profils de compétences.

D. Module d'Interfaçage avec les Systèmes à base de Contenus

Comme l'APC n'exclut pas les autres approches pédagogiques et comme toutes les compétences s'appuient sur des contenus (savoir, savoir-faire,) il est impératif d'assurer l'interopérabilité de notre plateforme avec les systèmes à base de contenu.

En effet, les apprenants auront besoin d'acquérir les ressources cognitives nécessaires pour la résolution des SAE, avant de pouvoir retourner à la plateforme de l'APC pour

mobiliser les ressources cognitives acquises. Pour ce faire, il faudra analyser les différentes phases d'acquisition de la compétence afin de décider des moments appropriés pour l'acquisition de connaissances. Sur la base de la description SAE, ce module établira les passerelles appropriées pour compléter les ressources requises pour la résolution des SAE.

Conclusion

L'architecture que nous avons proposée nous permettra d'isoler, de définir et d'étudier les problèmes qui entravent l'adoption de l'APC et son intégration dans les EIAH, d'élaborer des connaissances formalisées liées à cette problématique, de proposer des solutions et d'évaluer ces propositions.

En outre, grâce à la modularité et l'organisation de l'architecture proposée nous allons pouvoir structurer les réflexions autour de l'APC. En effet, dans la suite de ce rapport nous allons mettre en œuvre une implémentation de la couche persistance de données de cette architecture.

CHAPITRE VI

Mise en œuvre d'un Système de Gestion des Bases de Ressources de l'APC

Analyse fonctionnelle et spécification de besoins

Conception et Implémentation

Présentation des fonctionnalités du Système

Introduction

Dans ce chapitre nous allons décrire le processus de conception, implémentation et utilisation de notre Système de Gestion des Bases de Ressources de l'APC.

Pour les besoins de persistance des données de notre architecture d'EIAH, nous allons concevoir et réaliser système pour la gestion (Création, Edition, Organisation, Indexation, Recherche) de l'ensemble des concepts et ressources de l'APC.

6.1. Analyse fonctionnelle et spécification de besoins

Avant de pouvoir préciser les spécifications de besoins du futur système, plusieurs questions se posent :

- Dans quels Modules de l'architecture nous aurons besoin d'assurer la persistance des données ?
- Quels types de données nous aurons besoin d'enregistrer ?
- Quel est le processus de validation auquel seront soumises les données avant leur enregistrement dans la mémoire de notre système ?
- Quelles seront les modes d'interaction avec une tel système pour garantir une facilité d'utilisation, un partage étendu et une meilleur expérience utilisateur ?

Il ressort de l'analyse des fonctions de notre architecture d'EIAH que les modules qui auront besoin d'assurer la persistance de données (enregistrer sur la mémoire permanente ou à long terme) sont les suivant :

Au niveau du **référentiel des compétences** nous aurons besoin de :

- Ajouter et indexer et organiser hiérarchiquement les métadonnées des compétences, établir des liens entre ces compétences (prescriptives).
- Créer des profils (métiers) en utilisant des compétences
- Effectuer des recherches des compétences selon plusieurs critères (attributs) croisés avec les opérateurs logiques (et, ou)

Au niveau de **La Banque des SAE** nous aurons besoin de :

- Gérer les SAE (Ajout, Modification, Suppression, Archivage)
- Associer les SAE à des compétences sur le référentiel
- Associer les SAE à des ressources locales ou sur d'autres plateformes

- Soumettre les SAE à un processus de validation avant leur publication et utilisation
- Chercher des SAE selon plusieurs critères (attributs)
- Gérer les versions des SAE
- Gérer les ressources des SAE (documents, médias, liens, ...)

Au niveau de la **Base des Profils Apprenant** nous aurons besoin de :

- Créer et Mettre à jour des profils
- Tenir un journal des modifications apportés aux profils
- Associer des profils à des apprenants
- Chercher des profils selon plusieurs critères (les compétences qu'ils contiennent, niveau de maîtrise)
- Gérer les ressources documentaires de l'apprenant (attestations, diplômes, ...)

Le Workflow de validation :

L'application doit disposer d'un moteur workflow permettant la gestion de la chaîne d'édition des ressources (figure 21) depuis leur création (ou importation) jusqu'à leur archivage ou destruction :

- Création (ou acquisition)
- Indexation (ou référencement)
- Contrôle (ou validation)
- Publication (ou diffusion, ou partage)
- Archivage
- Destruction

Permettre la configuration de chaque étape du processus workflow :

- Préciser les acteurs ou les groupes d'acteurs
- Mode de notification des acteurs
- Mode d'affectation des tâches (automatique ou ad hoc)
- Préciser les échéances de réalisation des tâches

Notification des acteurs intervenants dans le processus workflow par mail et/ou par des alertes affichées en temps réel sur l'application lorsque l'utilisateur concerné est connecté.

Offrir un tableau de bord pour la supervision de l'état d'avancement des différentes tâches.

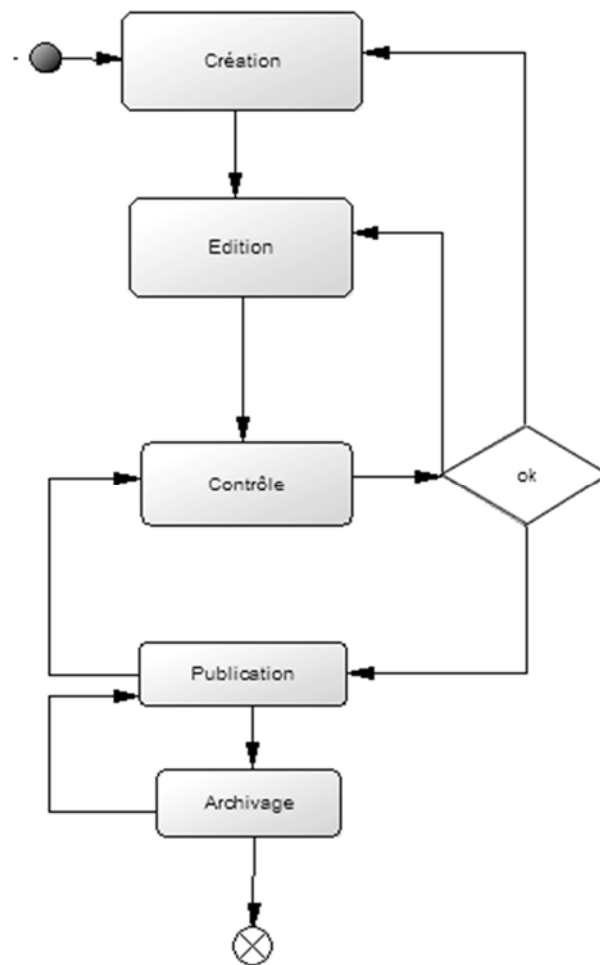


Figure 21: Le processus "type" de production, validation et Exploitation des ressources

Indexation :

L'application doit offrir une interface conviviale et intuitive pour l'implémentation de n'importe quel modèle d'indexation de données hiérarchiques.

La fiche d'indexation peut être composée de champs et propriétés de tout type (Texte libre, numérique, date, liste déroulante, liste de valeurs dépendantes, cases à cocher) avec la possibilité d'appliquer les masques de saisie (contrôle de la validité de données) côté client pour garantir l'intégrité des données.

Recherche

Pouvoir effectuer des recherches sur une ou plusieurs bases de ressources simultanément avec plusieurs modes de recherche :

- Recherche multicritère guidée avec les opérateurs de comparaison applicables selon le type de données (égal à, différent de, supérieur à, inférieur à, contient, est vide, ...) ;
- Recherche libre sur tous les champs d'indexes ;
- Recherche rapide avec positionnement dans l'arborescence.
- Combiner plusieurs critères de recherche en utilisant les opérateurs logiques et les parenthèses.
- La Recherche et la consultation doivent se faire en respect des droits d'accès associés aux utilisateurs ou leurs groupes d'affectation.
- Possibilité de création et sauvegarde de formulaires (ou filtres) de recherche multicritère.

6.2. Conception et Implémentation

Les cas d'utilisation sont présentés dans le diagramme (figure 21).

Acteur	Cas d'utilisation
Acteur privilégié	Consulter une ressource
	Gérer les ressources
	Hiérarchiser les ressources
	Indexer les ressources
	Partager une ressource
Administrateur	Gérer les bases de ressources
	Consulter le journal des opérations
	Gérer les paramètres de l'application
	Gérer les utilisateurs
	Gérer les privilèges
	Gérer les modèles d'indexation
	Gérer les groupes
	Alimentation en masse
	Administrer le Workflow
Utilisateur	Créer une ressource
	Rechercher une ressource

Tableau 12: Cas d'utilisation et Acteurs de l'application

Le tableau 12 explicite les associations entre les Acteurs et les cas d'utilisation du diagramme cas d'utilisation de l'application (figure 20)



Figure 22: Diagramme Cas d'utilisations de l'application

Pour implémenter la dimension « Données » de notre système de gestion des bases de ressources de l'APC, nous avons opté pour base de données relationnelles dont nous présentons le Modèle Conceptuel de Données (MCD) (figure 22). Les règles de gestion implémentées ce modèle :

Pour une ressource :

- Une ressource est créée par un et un seul utilisateur.
- Une ressource est contenue dans un seul dossier (par défaut il est contenu dans le dossier de son créateur).

- Une ressource peut être indexé selon un modèle.
- Une ressource a plusieurs valeurs d'index
- Une ressource peut être créé (copiée) à partir un autre document.

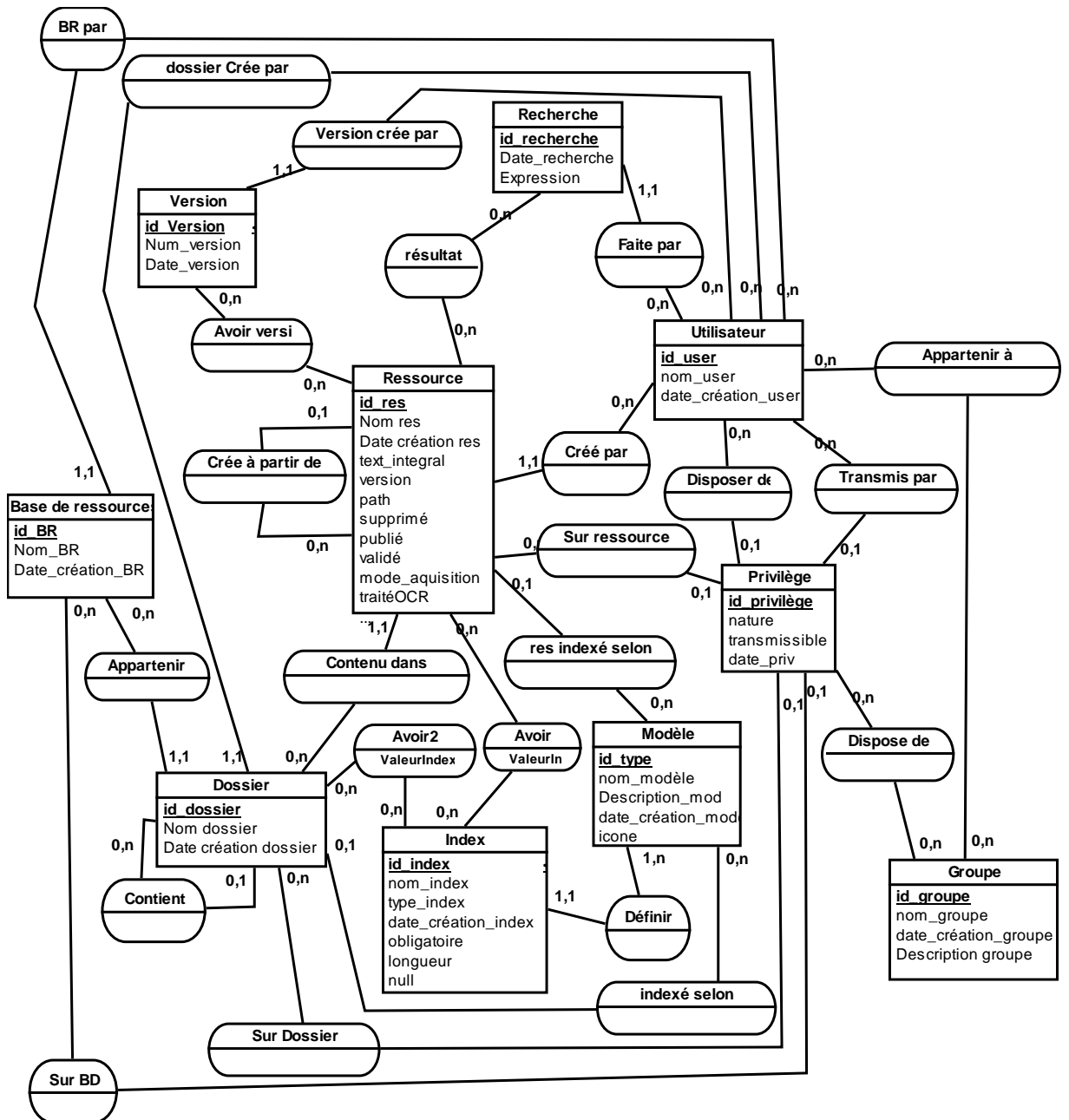


Figure 23: Le Modèle Conceptuel de Données de l'application

Pour un utilisateur :

- Un utilisateur peut disposer de plusieurs privilèges
- Un utilisateur peut appartenir à plusieurs groupes

Les règles d'associations des tables :

- Une RESSOURCE est associée à un MODELE.

- Un DOSSIER est associé à un MODELE.
- Un MODELE a plusieurs INDEX
- Un INDEX peut avoir plusieurs VALEUR_INDEX (s'il est de type liste)
- Une RESSOURCE (ou un DOSSIER) peut avoir des valeurs pour les indexes de leur modèle (ces valeurs peuvent être des VALEUR_INDEX (cas des indexes de type liste))

Pour un groupe :

- Un groupe peut avoir plusieurs privilèges
- Un groupe peut contenir plusieurs utilisateurs

Pour un privilège :

- Un privilège peut concerner un document, un dossier ou une base de données (il dit privilège objet), comme il peut être un privilège global concernant tous les objets (exemple : modification, modification de documents, suppression, consultation).
- Un privilège peut être transmis par un utilisateur à un autre qui peut le transmettre à son tour s'il l'a reçu avec l'option transmissible.

Pour un dossier :

- Un dossier appartient à une et une seule base de ressource.
- Un dossier peut contenir plusieurs sous dossiers et des ressources.
- Un dossier peut être indexé selon un modèle.
- Un dossier peut avoir plusieurs valeurs d'index

Pour les résultats de recherche :

- Une recherche est effectuée par un utilisateur et a plusieurs ressources ou dossiers comme résultat.

Organisation de données du moteur Workflow

Afin de pouvoir soumettre les différents types de ressources à des processus de validation différents, nous proposons de permettre à l'utilisateur de configurer un processus workflow de validation pour chaque modèle de base de ressource.

L'utilisateur peut configurer les différentes étapes du processus workflow (Diagramme d'activités (figure 20)), grâce à l'instanciation des étapes du workflow, à chaque étape est associé une ou plusieurs tâches et chaque processus est composé de plusieurs étapes, la réalisation d'une tâche est confiée à utilisateur selon plusieurs critères d'affectation, avec la possibilité de choisir les modes de notification et de spécifier les délais de réalisation et la priorité.

Architecture technique

Le système réalisé est une application Full Web (figure 24) développée par les technologies ; C#, ASP.NET, jQuery, Ajax, HTML5, CSS3, Microsoft SQL Server. Elle peut être déployé sur les serveurs Web IIS6 et plus disponibles sur les systèmes d'exploitation Microsoft Windows Server.

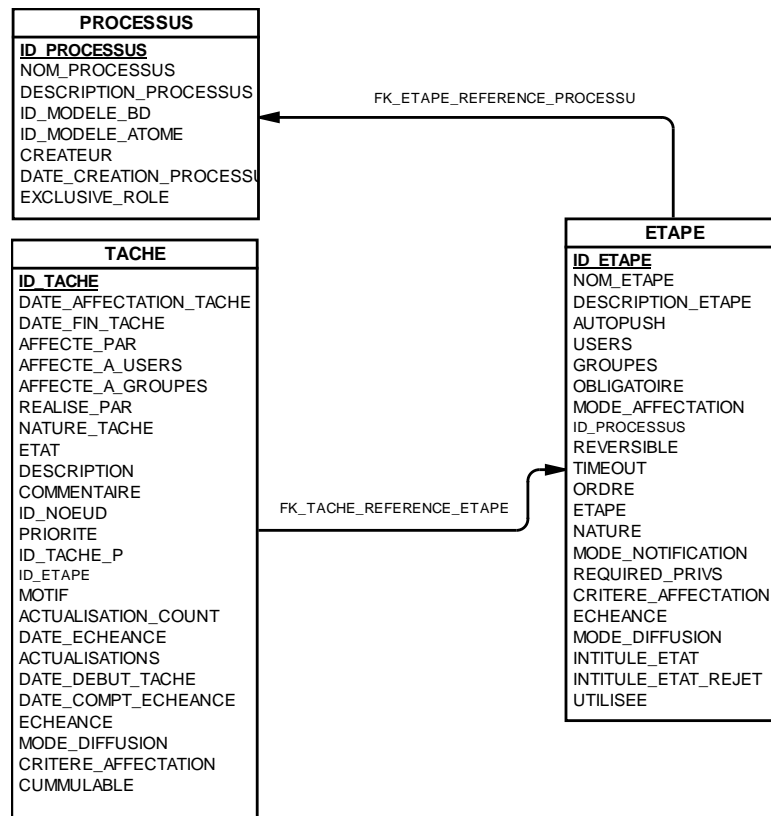


Figure 24: Modèle Logique de Données qui implémente le Workflow

L'application est composée d'un **Module d'Exploitation** et un autre **Module d'Administration**. Pour le stockage des métadonnées (les valeurs des indexes, les données de paramétrage) nous avons utilisé une base de données relationnelles implémentée sur le SGBD SQL Server (figure 22), pour le stockage des ressources de type documentaires et multimédia nous utilisons le système de fichier Windows, le lien entre ces deux types de données est assuré par l'application et leur intégrité est garantie par un ensemble de mesures de sécurités (cryptage, signature numérique, horodatage) imposés par l'application.

Il est tout à fait possible de choisir de stocker les données documentaire et multimédia dans le SGBD moyennant le type de données BLOB (ou *varbinary(MAX)*), pour ce faire il faudrait changer le paramètre correspondant dans l'application.

Le choix de l'application Full Web n'est fortuit, un ensemble critères ont été à l'origine de ce choix :

Diffusion : Aucune installation n'exigée pour les postes clients, les utilisateurs peuvent utiliser leur navigateur web habituel pour accéder à l'application.

Utilisabilité (facilité d'utilisation) : L'application est de type SPA (Single-Page Application) pour une meilleur expérience utilisateur, une seule page pour présenter les trois éléments majeurs de l'application à savoir l'Arborescence, l'explorateur des ressources et la fiche des indexes (figure 30).

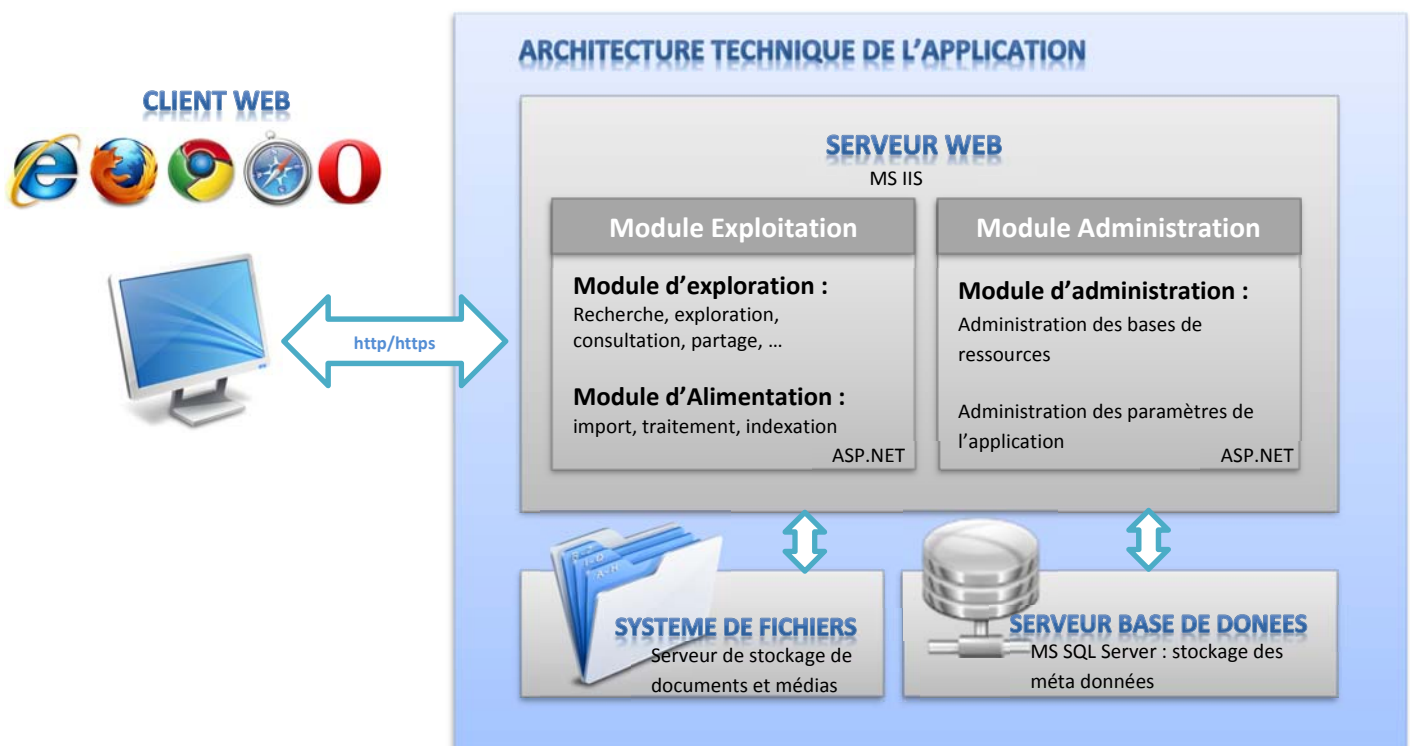


Figure 25: Architecture Technique de l'application réalisée

Les trois modes de recherche, recherche rapide, recherche avancée, recherche multicritère, (Figure 37) se font sur la même page, aucune fenêtre flottante ni changement de page n'est nécessaire, les résultats de la recherche sont affichés également sur la même interface avec la possibilité de se positionner facilement sur l'arborescence.

Nous nous sommes inspirés de l'ergonomie de l'explorateur de Windows souvent familière aux utilisateurs des produits Microsoft car cela va nous dispenser de

consacrer beaucoup d'effort à la formation des futurs utilisateurs et faciliter leur adhésion à l'application

Gestion de la sécurité

L'application dispose d'un module natif pour l'authentification forte des utilisateurs, ces derniers peuvent également être authentifiés par une source externe type Lightweight Directory Access Protocol (LDAP) (figure 25).

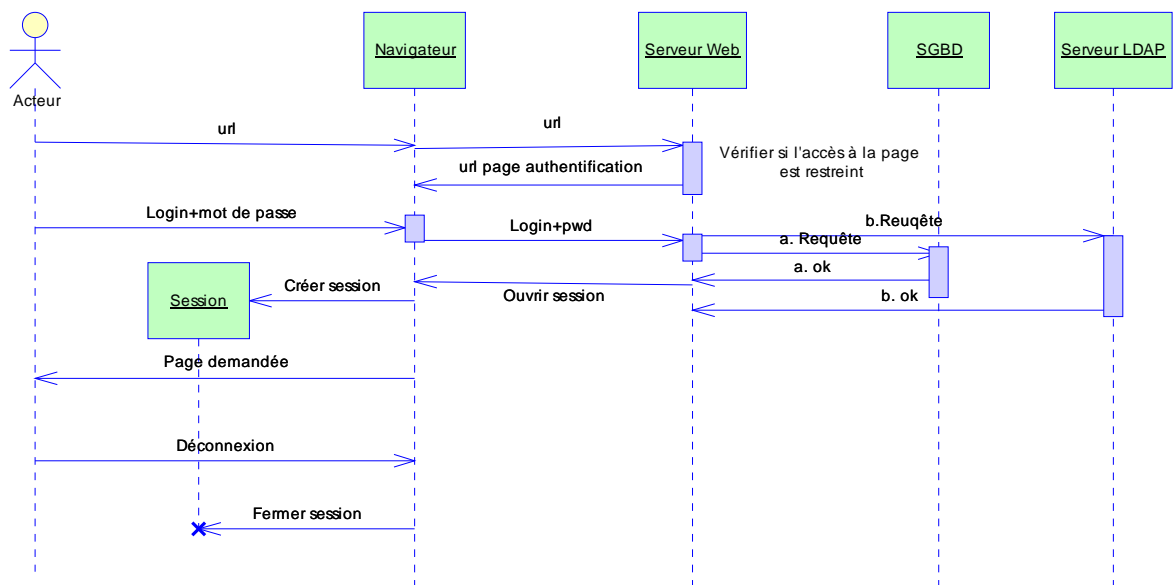


Figure 26: Procédure d'authentification Mixte sur l'application

L'application dispose de trois niveaux pour la gestion des privilèges et droit d'accès (figure 38) :

- Privilèges systèmes qui sont attribués aux utilisateurs directement ou qui sont hérités à partir de leurs groupes d'appartenance
- Privilèges objets qui sont accordés aux utilisateurs ou aux groupes au niveau de chaque base de ressources.
- Les objets peuvent faire l'objet de restrictions afin de limiter l'accès à certains utilisateurs
- Les privilèges constituent des droits d'accès aux fonctionnalités offertes par l'application.

6.3 Présentation de quelques fonctionnalités du système réalisé

Nous présentons dans ce qui suit un aperçu de quelques fonctionnalités réalisées, et ce à travers des exemples d'utilisation dans le contexte de notre EIAH.

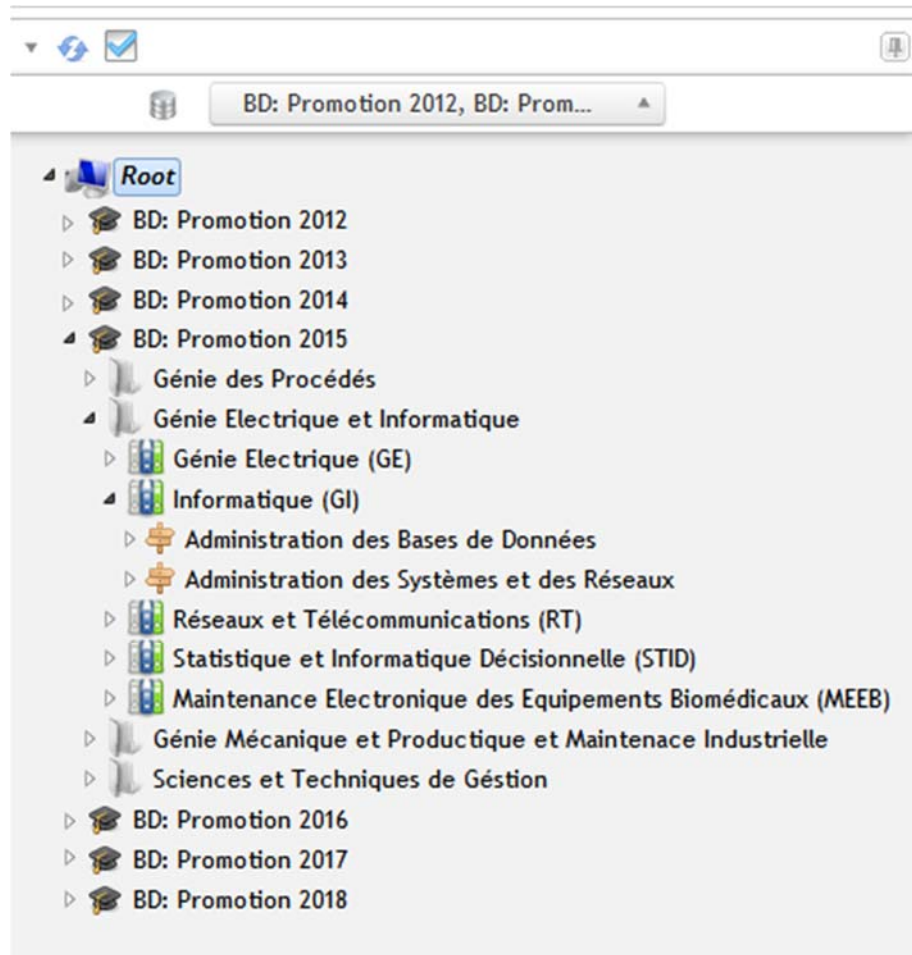


Figure 27: Arborescence des Bases de Ressources

Le système réalisé permet d'organiser les ressources dans des « base de ressources », ces bases sont des structures organisées hiérarchiquement (sous forme d'arborescence) (figure 26).

Les bases de ressources sont organisées sous forme d'arborescences auxquelles l'utilisateur autorisé peut ajouter des branches spécifiques (figure 30) et des ressources. L'arborescence offre des fonctionnalités similaires à celles offertes par l'explorateur de fichiers des systèmes d'exploitation Windows (menu contextuel (figure 27), glisser-déplacer (figure 28)).

Les ressources sont indexées selon des modèles « Paramétrables » au niveau de l'application, en effet, il est possible de concevoir implémenter n'importe quel modèle d'indexation via une interface faisant partie du Module d'Administration (figure 35). Nous avons tenu à ce que l'interface soit intuitive et facile d'utilisation, en particulier pour les utilisateurs habitués des outils de conception et implémentation des bases de données relationnelles.

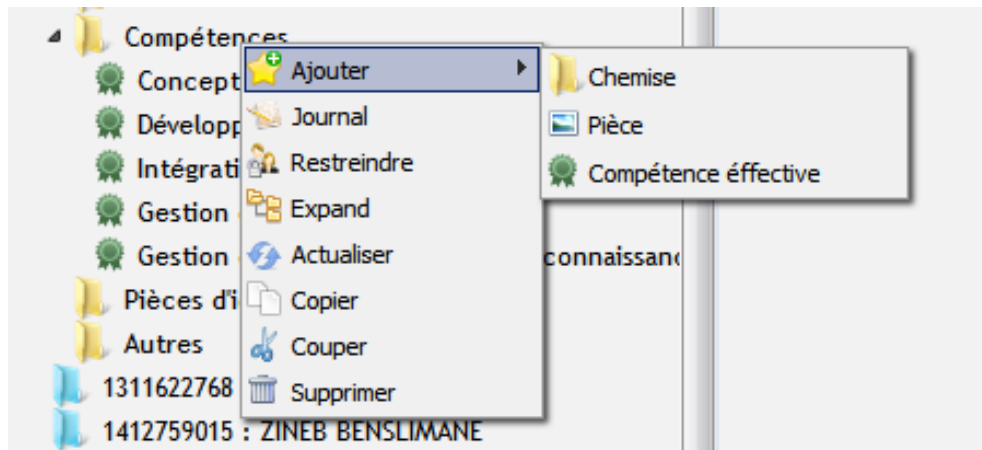


Figure 28: Menu Contextuel de l'Arborescence

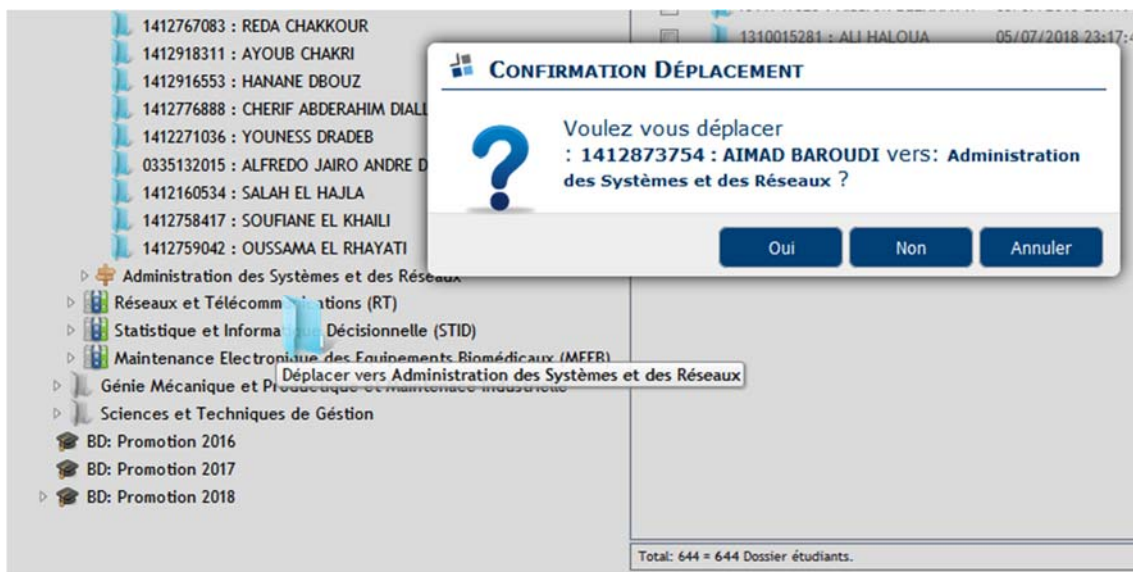


Figure 29: Fonctionnalité "Glisser-Déplacer"

Comme exemple de démonstration et pour les besoins de notre EIAH adapté à l'APC, nous avons implémenté deux modèles de base de ressources et chaque base de ressources peut accueillir d'autres modèles :

- Modèle pour Référentiels des compétences (figure 31) :

- Modèle « Métier »
- Modèle « Compétence Prescriptive »
- Modèle « SAE »
- Modèle « Document »
- Modèle « Lien »
- Modèle pour les portefeuilles des apprenants et leurs dossiers administratifs appelé « Promotion » (Figure 29) :
 - Modèle « Département »
 - Modèle « Filière »
 - Modèle « Option »
 - Modèle « Pièce » (document)
 - Modèle « Compétence effective »

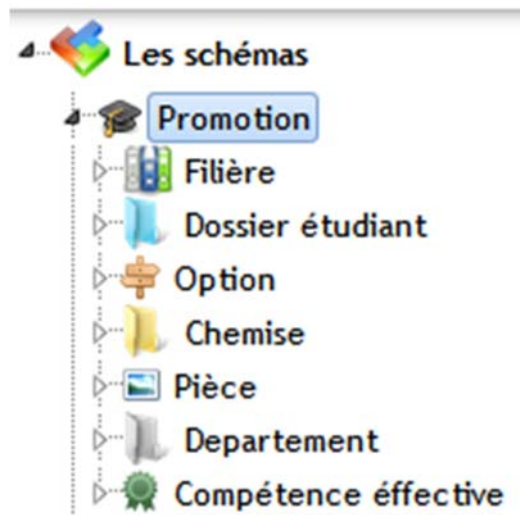


Figure 30: Modèle indexation "Promotion"

Lors de la conception des modèles d'indexation, il est possible d'implémenter toutes les contraintes d'intégrité de type (string, text, int, numérique, date, liste) avec les valeurs par défaut et les valeurs min et max, il est également possible d'imposer l'unicité (UNIQUE) des valeurs ainsi que l'indispensabilité d'une valeur (NOT NULL).

L'application de ces contraintes d'intégrité se concrétise par des masques de saisie selon le type de données (Calendrier pour les dates, Liste de propositions pour les listes de valeur).

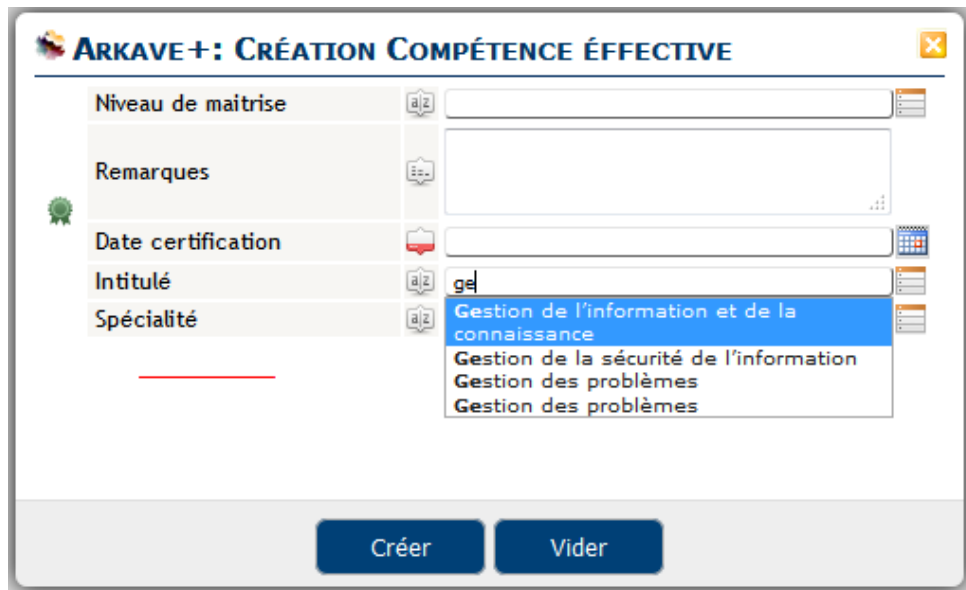


Figure 31: Interface d'ajout d'une ressource

L'application permet l'affichage du contenu des dossiers sous formes de miniature ou sous forme de liste avec des détails sur les objets de la même manière que cela est fait dans les systèmes d'exploitation Windows, ce qui permet de ne pas perturber les habitudes des utilisateurs de Windows, déjà familiarisés avec ce mode d'exploration de contenu des dossiers (figure 32).

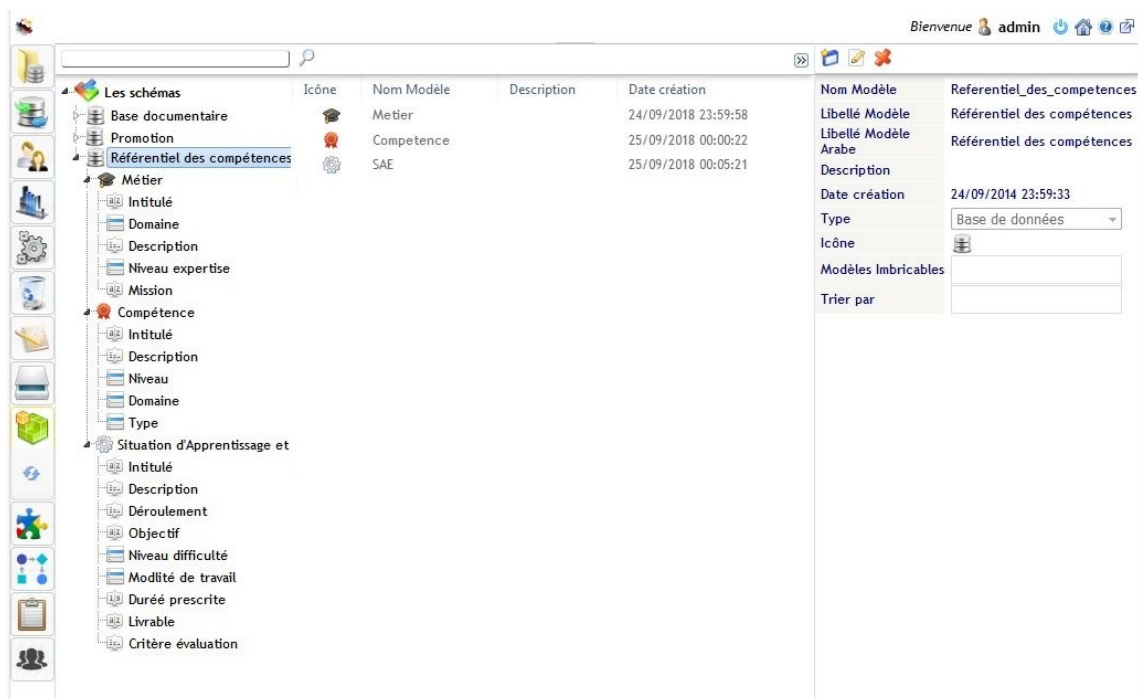


Figure 32: Implémentation du Modèle d'indexation des Métiers, du référentiel des compétences et des SAE

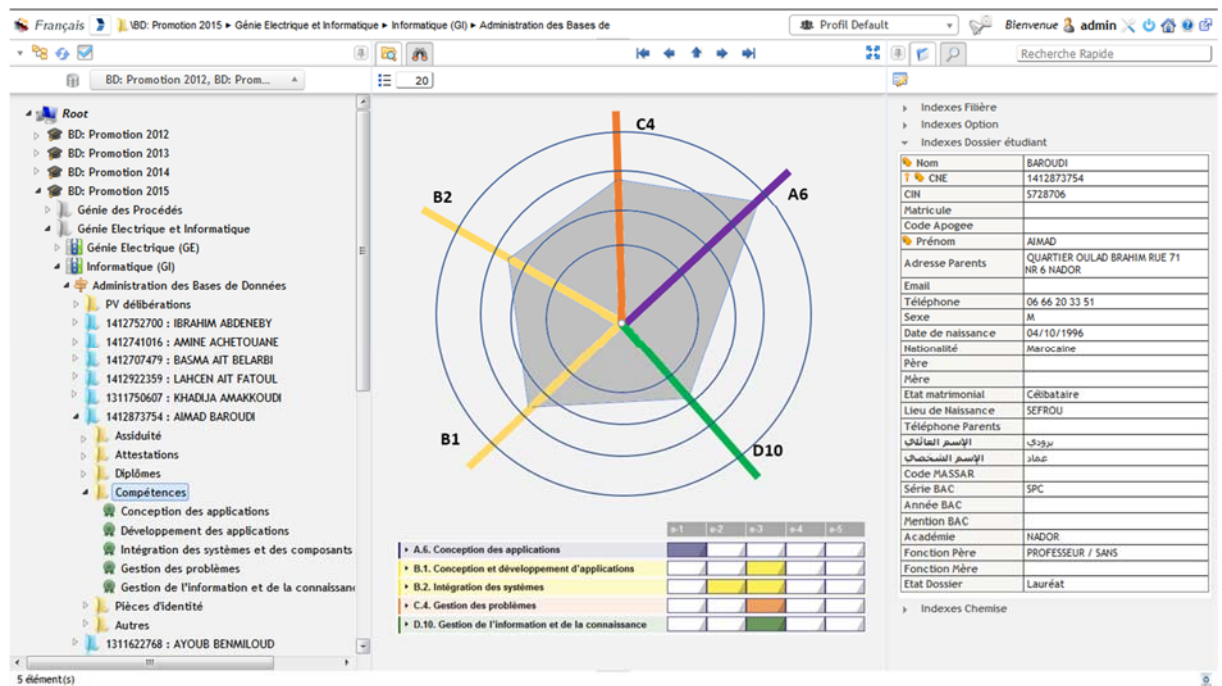


Figure 33: Le profil « compétences » de l'étudiant affiché sur l'arborescence de l'application



Figure 34: Interface d'authentification, Inscription, réinitialisation et récupération de mot de passe

La configuration d'un processus workflow (figure 34) consiste à déterminer est ce qu'une étape est obligatoire ou optionnelle, si elle est réversible son échéance, préciser le mode d'affectation des tâches (ad hoc ou automatique), mode de distribution des tâches, critères

d'affectation (équitablement ou le moins chargé) et le mode de notification des utilisateurs chargés des tâches.

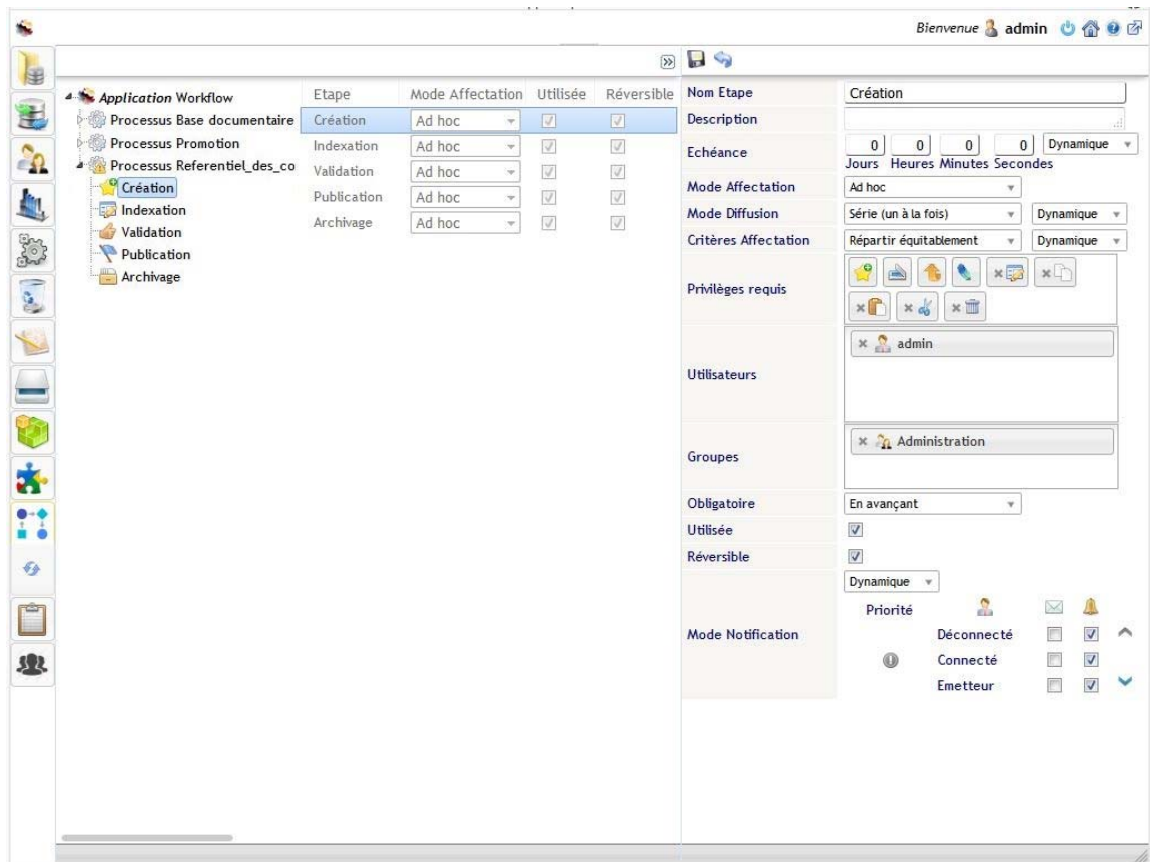


Figure 35: Configuration du processus de production des ressources

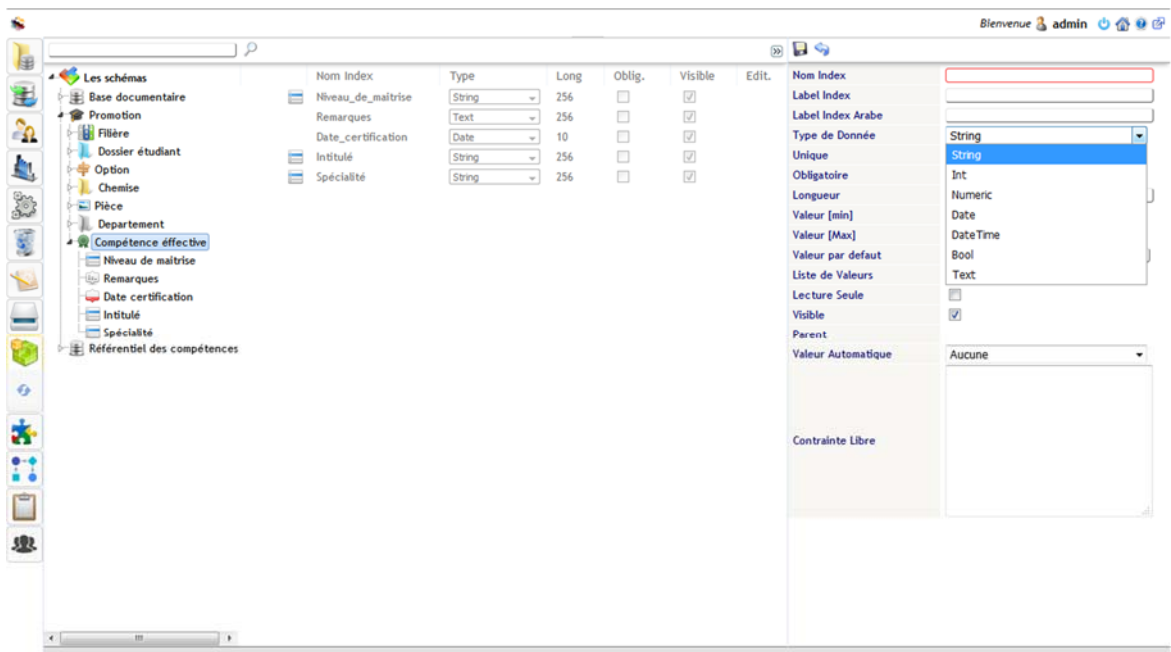


Figure 36: Interface édition des indexes d'un modèle

Sur l'interface de gestion des bases de ressources (figure 37), il est possible de créer une nouvelle base, modifier ou supprimer une base comme il est possible de mettre une base hors ligne ou bien déterminer les privilèges d'accès à une base par un utilisateur ou un groupe d'utilisateurs.

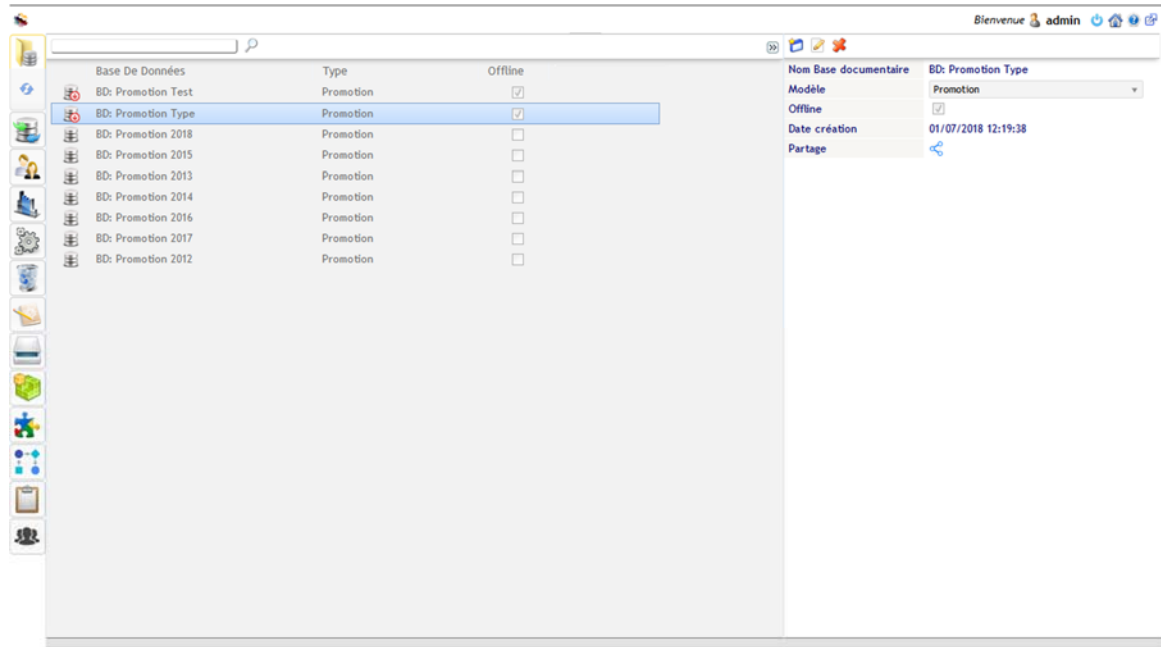


Figure 38: Interface de gestion des Bases de ressources

La recherche multicritère (figure 37) permet la formulation de requêtes multicritères personnalisées et le croisement des critères de recherche par des opérateurs logiques. La recherche texte-intégral permet d'affiner la recherche en cherchant dans le contenu des documents lorsqu'une recherche des métadonnées n'est pas suffisante. Pour une recherche plus exhaustive il est possible de faire des recherches multibases.

Après l'exécution d'une recherche, le pointeur se positionne sur le premier objet (dossier par exemple) de l'arborescence, et il pointera successivement les objets suivants. Les résultats de recherche peuvent être triés et exporter sur un fichier Excel. Pour atteindre des nœuds rapidement, la recherche rapide est personnalisable. Ainsi l'utilisateur pourrait utiliser les clés pour procéder à la recherche sur les éléments clés des modèles d'indexation, comme il pourrait utiliser l'opérateur « like » pour modérer la précision de la recherche.

Il est possible de sauvegarder les résultats de recherche en créant des filtres nommés (qui peuvent être réutilisés sans devoir reprendre la formulation des requêtes).

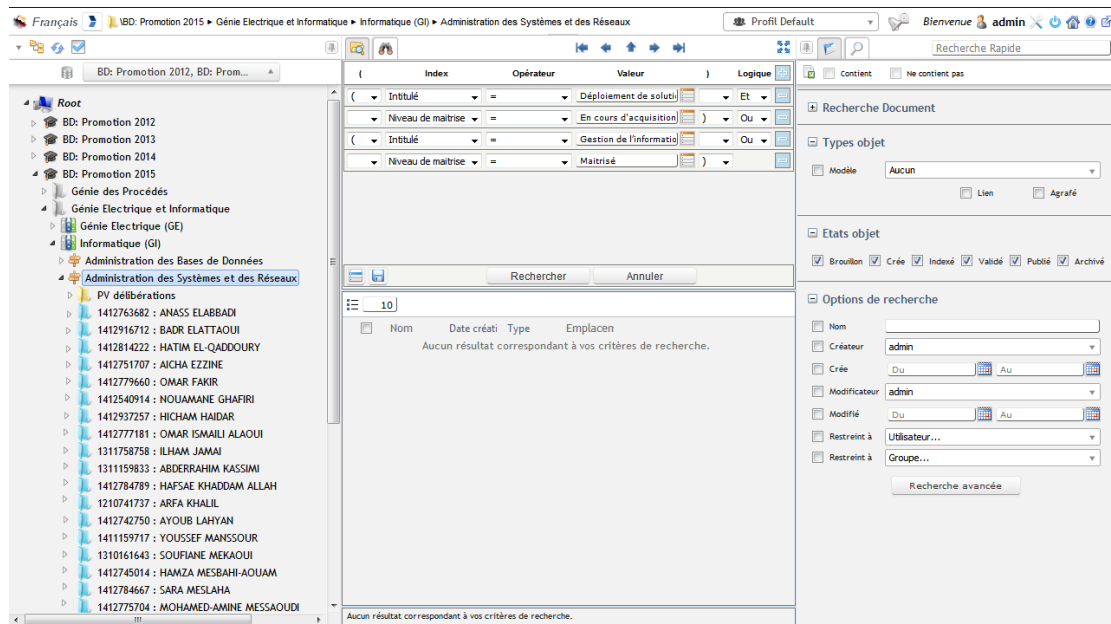


Figure 39: Interface de recherche multicritères

En plus des mesures classiques de sécurité (authentification figure 33) l'application dispose d'un mécanisme de double authentification par e-mail pour renforcer la sécurité. En outre, il possible de procéder à une gestion fine des privilèges fonctionnels de l'application (figure 38). L'application dispose également d'une fonctionnalité de journalisation pour tracer les accès aux ressources et leur mise à jour.

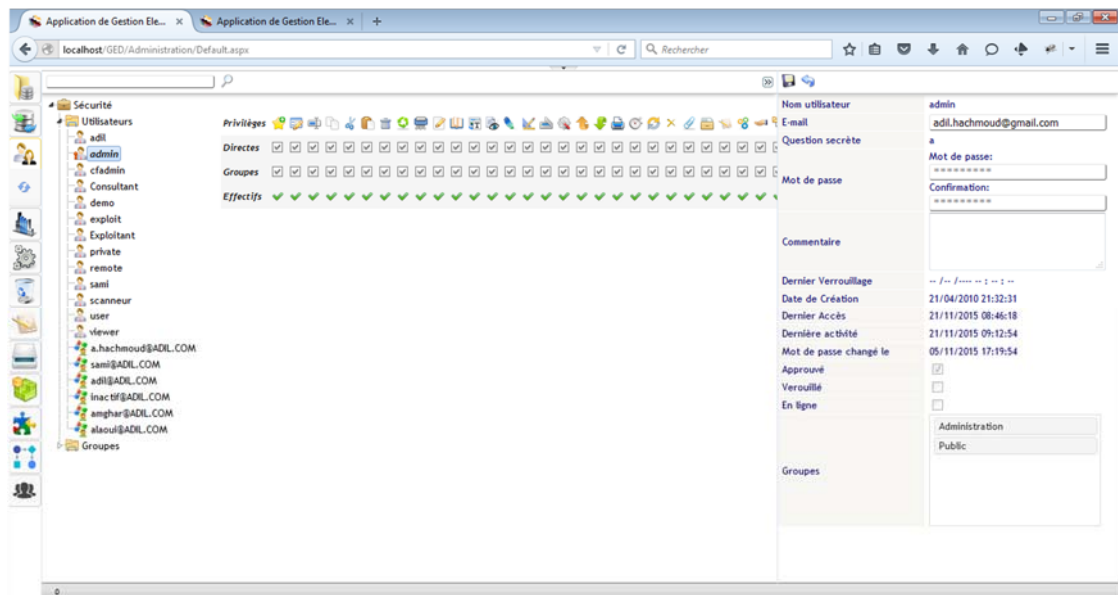


Figure 40: Interface d'attribution des privilèges système

L'interface de configuration des paramètres (figure 39) permettre de choisir entre plusieurs options de :

Authentification, Journalisation, Affichage, chargement et téléchargement de ressources.

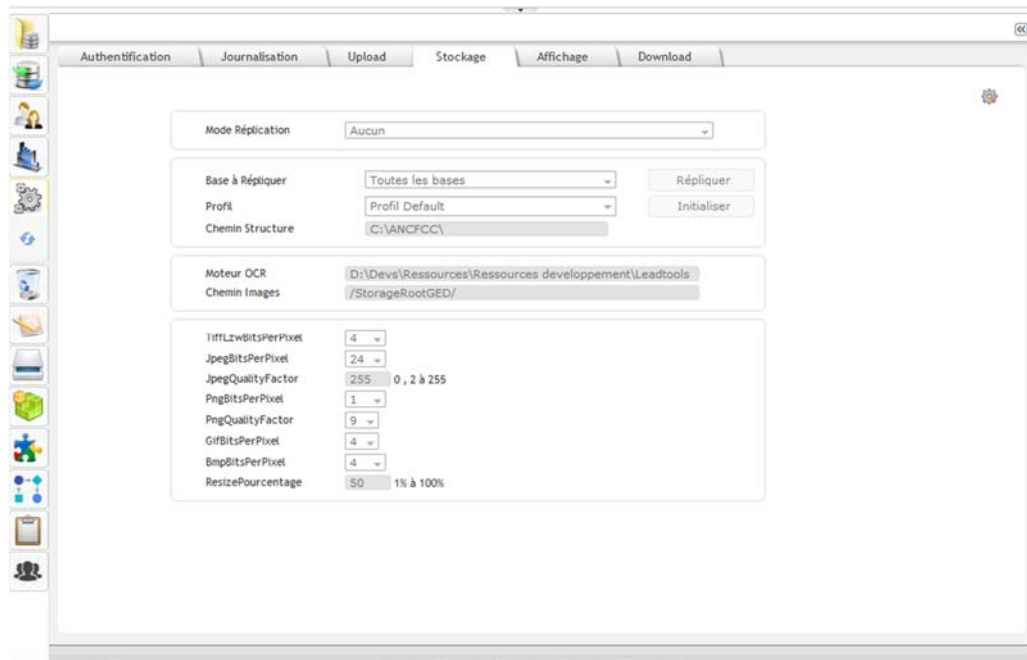


Figure 41: Interface de configuration de l'application

L'application dispose d'un tableau de bord (figure 40) pour suivre de près l'état d'avancement des différentes tâches en cours, relancer les tâches « en souffrance » ou en retard, réaffecter certaines tâches ou tout simple prendre connaissance des différentes statistiques de rendement.

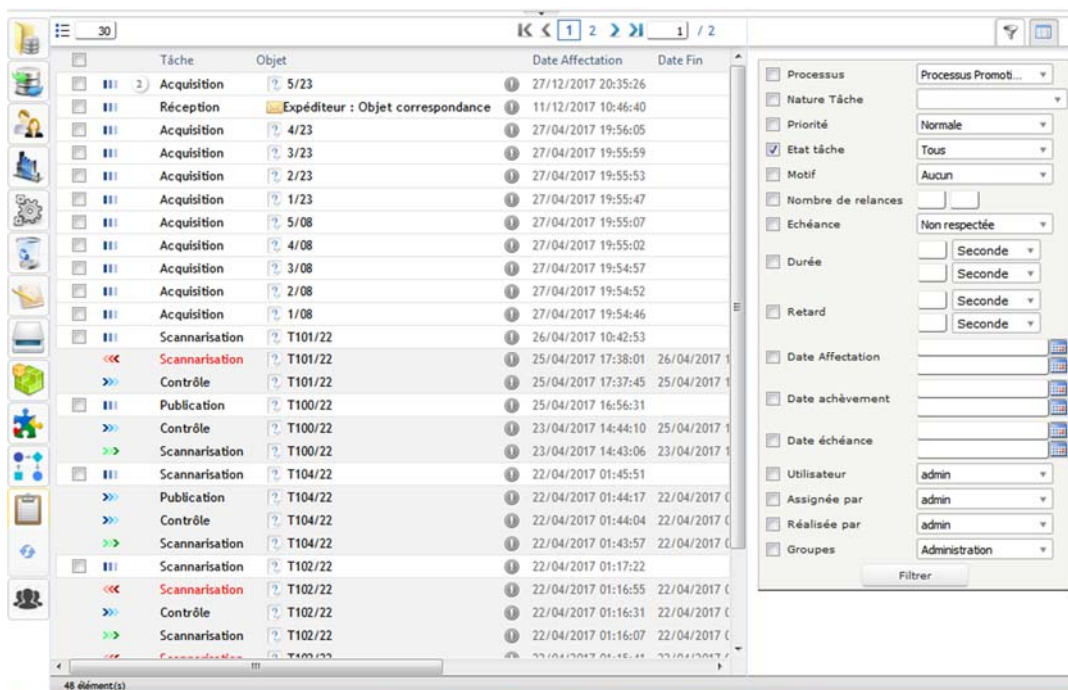


Figure 42: Tableau de bord du workflow

Conclusions et Perspectives

Contribution originale du projet

Il a été question dans ce rapport de thèse de présenter l'APC et de mettre en évidence ses avantages pour le rapprochement du milieu universitaire et le marché du travail. Nous avons analysé en profondeur les pratiques de cette approche afin de mettre en exergue ses particularités par rapport aux approches classiques basées exclusivement sur l'étude et l'acquisition des contenus (savoirs). Par la suite, nous avons rapporté les résultats de notre expérience dans l'adoption de l'APC dans le contexte particulier de l'EST de Fès, et ce dans l'objectif de montrer que malgré la complexité qu'a induite cette approche dans l'organisation de l'enseignement, les contraintes d'adoption, les difficultés pratiques rencontrées par les enseignants et l'effet sur les matières enseignées. Il ressort néanmoins que l'APC, avec un encadrement approprié, des programmes bien faits et pratiques à utiliser, des ressources suffisantes, des enseignants formés à cette approche, peut certainement apporter un plus à l'enseignement supérieur en tant qu'elle incite à une pédagogie plus active où l'étudiant participe au processus d'apprentissage et n'en est pas un simple réceptacle, et contribue au rapprochement de l'université et son environnement socio-économique en mettant l'accent sur le développement des compétences professionnelles à côté des savoirs académiques.

Convaincu de l'apport indéniable de la technologie pour toutes les méthodes pédagogiques, nous avons conçu une ontologie informatique qui couvre l'ensemble des pratiques de l'APC et non seulement le concept de compétence. Autour de cette ontologie nous avons proposé une architecture d'EIAH adapté à l'APC. Cette architecture nous a permis, en premier lieu, de diviser le problème global (introduire l'APC dans les EIAH) en sous problèmes plus abordables, en deuxième lieu, d'organiser les solutions que nous proposons pour assister technologiquement les acteurs de l'APC et en fin d'ouvrir des voix d'interopérabilité avec les EIAH classique déjà existant.

Comme première étape de la mise en œuvre de l'architecture proposée, nous avons réalisé un Système de Gestion des Bases de Ressources pour implémenter l'aspect persistance dans les différents modules de notre architecture et ce afin de permettre :

- La mise en œuvre d'un référentiel dynamique des métiers et des compétences
- La capitalisation et le partage des SAE
- La gestion du portefeuille compétences et documentaire de l'apprenant

Perspectives

L'architecture que nous avons proposée nous permettra d'isoler, de définir et d'étudier les problèmes qui entravent l'adoption de l'APC et son intégration dans les EIAH, d'élaborer et structurer des connaissances formalisées liées à cette problématique, de proposer des solutions et d'évaluer ces propositions.

En effet, un premier chantier est déjà ouvert, c'est celui de la modélisation de l'apprenant en termes de compétences effectives avec tout ce qui s'en suit, à savoir un e-portefolio dynamique et évolutif, des passerelles avec les systèmes classiques de diplomation, une métrique des compétences, etc.

Un autre chantier en cours est celui de l'étude des possibilités d'intégration immédiate des pratiques de l'APC dans les plateformes d'apprentissage mixte (*Blended Learning*). Il serait intéressant de pouvoir consacrer plus de « temps présentiel » à la mobilisation des ressources cognitives dans des SAE, car en effet, l'acquisition des savoirs pourrait bien se faire à distance grâce aux multitudes de MOOC et EIAH disponible en ligne. Pour ce faire, il va falloir, innover dans le domaine de la scénarisation pédagogique pour trouver des moyens permettant d'implémenter ce mode particulier d'apprentissage qui requière un basculement entre deux environnements hétérogènes et deux méthodes pédagogiques différentes, peut-être que notre module d'interfaçage avec les Systèmes les systèmes à base de contenus serait d'une grande utilité.

En fin, il est fort probable que d'autres itérations dans le cycle vie de notre ontologie soient nécessaires pour aboutir un consensus et couvrir davantage d'aspects de l'APC, d'où l'intérêt de notre module d'indexation dynamique des concepts et ressources de l'APC. Cela dit, l'objectif ultime d'une telle ontologie est d'introduire un niveau sémantique plus intéressant dans les systèmes d'information éducatif et de permettre ainsi à l'outil informatique d'aider les acteurs pédagogiques dans le transfert et l'évaluation des compétences et assister les apprenants dans la construction des compétences.

Peut-être que dans un avenir proche les machines pourraient bien développer des « compétences artificielles » grâce aux algorithmes d'apprentissage machine, aux traces et l'expertise capitalisées que l'on aura implémentées et cumulées sur ce genre d'EIAH.

Bibliographie

- [1] Conseil Supérieur de l'Enseignement • Rapport Annuel 2008, Première partie : le système d'éducation et de formation aujourd'hui : état des lieux, 2008.
- [2] Jonnaert P., « La notion de compétence : une réflexion toujours inachevée », *Éthique publique* [En ligne], vol. 19, n° 1 | 2017, mis en ligne le 17 juillet 2017, consulté le 27 septembre 2018. URL : <http://journals.openedition.org/ethiquepublique/2932> ;
- [3] Hirtt, Nico (2009), « L'approche par compétences, une mystification pédagogique », *L'école démocratique*, n° 39, [en ligne], http://www.sauvonsluniversite.com/IMG/pdf/APC_Mystification.pdf, (18 mai 2017).
- [4] Crahay, Marcel (2006), « Dangers, incertitudes et incomplétude de la logique de compétence en éducation », *Revue française d'éducation*, n° 154, p. 97-110.
- [5] Bronkard, Jean-Paul et Joaquim Dolz (2002), « La notion de compétence : quelle pertinence pour l'étude de l'apprentissage des actions langagières ? », dans Joaquim Dolz et Edmée Ollagnier, *L'énigme de la compétence en éducation*, Louvain-La-Neuve, De Boeck Supérieur, p. 25-44.
- [6] Boutin, Gérald et Louis Julien (2000), *L'obsession des compétences. Son impact sur l'école et la formation des enseignants*, Montréal, Éditions Nouvelles.
- [7] Jonnaert P., 2002. *Compétences et socioconstructivisme. Un cadre théorique*. De Boeck, Bruxelles.
- [8] P. Boahin and W. A. Hofman, "Perceived effects of competency-based training on the acquisition of professional skills," *International Journal of Educational Development*, vol. 36, pp. 81–89, 2014.
- [9] Lasnier F., 2000. *Réussir la formation par compétences*. Guérin, Montréal.
- [10] [Paquette, G., *L'ingénierie pédagogique. Pour construire l'apprentissage en réseau*, Sainte-Foy, Presses de l'université du Québec 2002.
- [11] Jonnaert P. et al, 2004. Contribution critique au développement des programmes d'études : compétences, constructivisme et interdisciplinarité, *Revue des sciences de l'éducation*, Volume 30, No 3, p. 667-696.
- [12] Benjamin BLOOM, dans son livre « Taxonomie des objectifs pédagogiques », Editions Nouvelles, MONTREAL, 1969.

- [13] Krathwohl, D.R., Bloom, B.S., Masia, B.B. (1969). Taxonomie des objectifs pédagogiques. Tome 2: Domaine affectif (traduit par M. Lavallée). Montréal: Éducation nouvelle.
- [14] Scallon, G. (2004). L'évaluation des apprentissages dans une approche par compétences. Saint-Laurent : Éditions du renouveau pédagogique.
- [15] Roegiers X., 2000. *Une pédagogie de l'intégration : compétences et intégration des acquis dans l'enseignement*. De Boeck, Bruxelles.
- [16] Perrenoud P., *Compétences et transfert de connaissances*, 2005.
- [17] Roegiers X., 2004. *Compétence, compétence ou compétence ? Quels sont les termes les plus efficaces dans la communication pédagogique ?* Inédit, BIEF.
- [18] Perrenoud P., 2000. *L'approche par les compétences une réponse à l'échec scolaire ?* Université de Genève, Montréal, Québec.
- [19] Jonnaert P., 2007. *Logique de compétences et logique de la pédagogie par objectifs: Pourquoi ces deux logiques ne se rencontrent pas?* ORE/UQÀM, Montréal, Québec, pp.1-4.
- [20] Mager, R.F. 1971. Comment définir des objectifs pédagogiques . Paris : Éd. Bordas
- [21] Pelpel, P. 2002. Se former pour enseigner, Paris : Dunod.
- [22] Tardif, J. (2006). L'évaluation des compétences. *Documenter le parcours de développement*. Montréal: Chenelière Éducation.
- [23] Perrenoud, P. (2004). L'université entre transmission de savoirs et développement de compétences. Congrès de l'enseignement universitaire et de l'innovation.
- [24] Boutin, G. (2004). L'approche par compétences en éducation: un amalgame paradigmatique. *Connexions*, (1), 25-41.
- [25] Chauvigné, C., & Coulet, J. C. (2010). L'approche par compétences: un nouveau paradigme pour la pédagogie universitaire?. *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation*, (172), 15-28.
- [26] M. Williams, "Competency-based learning: Proof of professionalism," Editorial Board 4, p. 10, 2013.
- [27] Henrich, J. (2016). Competency-based education: The employers' perspective of higher education. *The Journal of Competency-Based Education*, 1(3), 122-129.
- [28] Perrenoud, P. (1995). Des savoirs aux compétences : de quoi parle-t-on en parlant de compétences. *Pédagogie collégiale*, 9(1), 20-24.
- [29] Tardif, J. (2003). Développer un programme par compétences: de l'intention à la mise en œuvre. *Pédagogie collégiale*, 16(3), 36-44.

- [30] Perrenoud, P. (2000). L'approche par compétences, une réponse à l'échec scolaire?. *Faculté de Psychologie et de Sciences de l'Éducation. Université de Genève.*
- [31] Jonnaert, P., Ettayebi, M., Defise, R. (2009). Curriculum et compétences : un cadre opérationnel. Bruxelles : De Boeck Université.
- [32] B. Sornson, Over-tested and under-prepared: Using competency based learning to transform our schools. Routledge, 2015.
- [33] Sally M. Johnstone & Louis Soares (2014) Principles for Developing Competency-Based Education Programs, *Change: The Magazine of Higher Learning*, 46:2
- [34] D. J. Camacho and J. M. Legare, "Shifting gears in the class-room—movement toward personalized learning and competency-based education," *The Journal of Competency-Based Education*, vol. 1, no. 4, pp. 151–156, 2016.
- [35] HOC Jean-Michel « L'extraction Des Connaissances Et L'aide A L'activité Humaine » *Intellectica*, 1991/2, 12, pp. 33-64
- [36] Henrich, J. (2016). Competency-based education: The employers' perspective of higher education. *The Journal of Competency-Based Education*, 1(3), 122-129
- [37] Jonnaert, P., Ayotte-Beudet, J. P., Benazo, S., Joëlle, S., & Furtuna, C. D. (2015). Vers une reproblématisation de la notion de compétence.
- [38] Gerard, F-M. (2007). La complexité d'une évaluation des compétences à travers des situations complexes nécessités théoriques et exigences du terrain. <http://www.fmgerard.be/textes/complexeval.html> (visité 28/09/2018)
- [39] Jonnaert, P. (2011). Sur quels objets évaluer des compétences ? *Éducation & formation*, (e-296), 31-43.
- [40] Watkins, V. (2016). Modeling and Measuring Competencies in Higher Education: Tasks and Challenges. *Journal of Professional, Continuing, and Online Education*.
- [41] "Conscious competence learning model matrix - unconscious incompetence to unconscious competence". *Business Balls* <http://www.businessballs.com/consciouscompetencelearningmodel.htm> (visité 30/10/2018)
- [42] Jonnaert, P., « La notion de compétence : une réflexion toujours inachevée », *Éthique publique* [En ligne], vol. 19, n° 1 | 2017, mis en ligne le 17 juillet 2017, consulté le 27 septembre 2018. URL : <http://journals.openedition.org/ethiquepublique/2932> ;
- [43] L. Soares, "A 'disruptive' look at competency-based education: How the innovative use of technology will transform the college experience," *Center for American Progress*,

- [44] Jean-Louis Le Moigne, La modélisation des systèmes complexes, 1990/2012.
- [45] Sowa John F., 2005. *Guided Tour of Ontology*. [Online]
<http://www.jfsowa.com/ontology/guided.htm>
- [46] Fernández-López M., Gómez-Pérez A., 2002. Overview and analysis of methodologies for building ontologies, *The Knowledge Engineering Review*, Cambridge University Press, New York, Volume 17, No 2, USA, pp. 129 - 156
- [47] B. Bachimont. Engagement sémantique et engagement ontologique : conception et réalisation d'ontologies en ingénierie des connaissances. In *Ingénierie des connaissances : évolutions récentes et nouveaux défis*, pages 305–323. Eyrolles, 2000.
- [48] Gomez Perez, (1999). "Ontological Engineering: a State of the Art", Expert Update. British Computer Society. Vol. 2. n° 3. (1999), pp. 33 – 43
- [49] Jean-Paul HATON, Marie-Christine HATON « Systèmes à bases de connaissances » : Techniques de l'Ingénieur 2012
- [50] Noy, N. F., McGuinness, D. L. (2007) Développement d'une ontologie 101 : Guide pour la création de votre première ontologie (Anila Angjeli trad.), Stanford : <http://protege.stanford.edu/>.
- [51] Staab, S., Studer, R. (ed.) (2004). Handbook on Ontologies. Berlin : Springer-Verlag
- [52] Blazquez M., Fernandez M., Garcia-Pinar J. M. & Gomez-Perez A., Building Ontology's at the Knowledge Level using the Ontology Design Environment, in Proceedings of the Banff Workshop on Knowledge Acquisition for Knowledge-based Systems, 1998.
- [53] Maedche A., Schnurr H.-P., Staab S. & Studer R., Representation Language-Neutral Modelling of Ontology's, in Proceedings of the German Workshop Modellierung, 2000.
- [54] Fürst F., « Opérationnalisation d'ontologies : une méthode et un outil », Actes de la conférence Ingénierie des connaissances (IC'2004), 5-7 mai 2004, Lyon.
- [55] Paquette, G. (2007). An Ontology and a Software Framework for Competency Modeling and Management. *Educational Technology & Society*, 10 (3), 1-21.
- [56] Sicilia, M. A. (2005). Ontology-based competency management: infrastructures for the knowledge intensive learning organization. In *Intelligent learning infrastructure for knowledge intensive organizations: A semantic Web Perspective* (pp. 302-324). IGI Global.

- [57] Schmidt, A., & Kunzmann, C. (2006, October). Towards a human resource development ontology for combining competency management and technology-enhanced workplace learning. In *OTM Confederated International Conferences "On the Move to Meaningful Internet Systems"* (pp. 1078-1087). Springer Berlin Heidelberg.
- [58] Paquette G., *Modélisation des connaissances et des compétences: Un langage graphique pour concevoir et apprendre*, 2002.
- [59] Ng, A., & Hatala, M. (2007). Ontology-based approach to formalization of competencies. In *Competencies in Organizational E-learning: Concepts and Tools* (pp. 185-206). IGI Global.
- [60] Rogushina, J., & Gladun, A. (2012). Ontology-based competency analyses in new research domains. *CIT. Journal of Computing and Information Technology*, 20(4), 277-291.
- [61] Malzahn, N., Ziebarth, S., & Hoppe, H. U. (2013). *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal*.
- [62] Sitthisak, O., Gilbert, L., & Soonklang, T. (2013). Integrating competency models with knowledge space theory for assessment. In *16th CAA International Computer Assisted Assessment Conference*.
- [63] Rezgui, K., Mhiri, H., & Ghédira, K. (2014). An ontology-based approach to competency modeling and management in learning networks. In *Agent and Multi-Agent Systems: Technologies and Applications* (pp. 257-266). Springer International Publishing.
- [64] Bruner (Jérôme S.). *Le Développement de l'enfant : savoir faire, savoir dire* 1985.
- [65] Sleeman, D., Brown, J.S.: *Intelligent tutoring systems*. Academic Press, Inc., London (1982)
- [66] Polson, M.C., Richardson, J.J.: *Foundations of Intelligent Tutoring Systems*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers, Hillsdale (1988)
- [67] Murray, T.: *Authoring Intelligent Tutoring Systems: An Analysis of the State of the Art*. *Int'l J. Artificial Intelligence Education* 10, 98–129 (1999)
- [68] De Vries E. (2001), *Les logiciels d'apprentissage : panoplie ou éventail ?* *Revue Française de Pédagogie*, n° 137
- [69] Tchounikine P., Tricot A. (2011) *Environnements informatiques et apprentissages humains*. In C. Garbay & D. Kayser (eds), « *Informatique et Sciences Cognitives : influences ou confluences ?* », collection « *cogniprisme* », Ophrys/MSH, 153-186.

- [70] Cottier P., Choquet C., Tchounikine P. (2008). Repenser l'ingénierie des EIAH pour des enseignants concepteurs. In: J. Dinet (ed.) « Usages, usagers et compétences informationnelles au XXIème siècle », p159-193, édité par Hermès-Lavoisier.
- [71] Tchounikine P. (2002), Pour une ingénierie des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain. In: Revue I3 Information Interaction Intelligence Vol. 2, n°1, p. 59-95.
- [72] Tchounikine P., « Précis de recherche en ingénierie des EIAH », 2009 (en ligne sur le Web).
- [73] Psyché V. (2007). « Rôle des ontologies en ingénierie des EIAH : Cas d'un système d'assistance au design pédagogique ». Thèse présentée comme exigence partielle du doctorat en informatique cognitive. Université du Québec à Montréal.

Annexes

I. Travaux scientifiques réalisés

I.1. Articles publiés

Publication I: A. *Hachmoud*, A. *Khartoch*, L. *Oughdir*, S. *Kammouri Alami*

“Bridging the gap between Competency Based Approach and Intelligent Tutoring Systems”

(Publié dans: *International Journal of Applied Engineering Research (IJAER)*, Volume 12, Number 19 (2017) pp. 9099-9111, October 2017)

Résumé :

The Competency Based Approach (CBA) represents a real opportunity for the development of higher education in Morocco, combined with the advantages of Intelligent Tutoring Systems (ITS), this approach could well solve many problems, particularly the inadequacy between school teaching and labor market needs, the professional achievements enhancing, overcrowded classrooms, etc.

Convinced by the undeniable contribution of technology to all teaching methods and based on our experience of CBA adoption, we propose an ontology and a conceptual technological architecture to allow the CBA to take benefit from the technological advances of ITS. To justify the interest of designing a new ITS architecture supporting the CBA, we will highlight the changes resulting from CBA adoption, in understanding, reasoning and competency modeling, also in learner modeling, learner pathway management and pedagogical engineering.

Publication II: A. *Hachmoud*, A. *Khartoch*, L. *Oughdir*, S. *Kammouri Alami*

“The ontology of the competency-based approach and the perspectives of implementation”

(Publié dans: *International Journal of Computer Science and Information Security (IJCSIS, Vol. 15 No. 8 AUGUST 2017)*)

Résumé:

This article is a continuation of our researches on the competency-based approach (CBA). It presents the ways that can facilitate and generalize the understanding of CBA, its adoption and its implementation in the educational system of Morocco. The work described in this paper aims of the final stages of an ontology’s development, when consensus is reached. More precisely, the stage of operationalization: the process that allows the transforming from the conceptual representation of knowledge in an ontology regardless of use, to one operational representation appropriate to its use. This article gives an overview of the constraints that characterize this stage and opportunities that can be offered by the ontology’s implementation. It outlines a functional draft of a learning platform architecture based on CBA, in order to guide the choices made in the operationalization phase of CBA ontology.

I.2. Communications

- **Communication 1** : *A.Hachmoud, A. Khartoch, L. Oughdir, S. Kammouri Alami,* L'ontologie de l'approche par les compétences : entre les contraintes de l'opérationnalisation et les perspectives de mise en œuvre, WITS'2014 communiqué le 9 Avril 2014.
- **Communication 2** : *A.Hachmoud, A.Khartoch, L. Oughdir, S. Kammouri Alami,*. L'ontologie de l'approche par les compétences : un pas pour appréhender les concepts et les pratiques de l'APC, Workshop International IUE'3 – 2014, communiqué le 4 Juin 2014.
- **Communication 3** : *A. Hachmoud,* Animation de la Conférence inaugurale du WoISA'2015 sous le thème : Quel modèle d'enseignement pour un rapprochement de l'Université et le marché de l'emploi ? WoISA'2015 : Workshop sur l'Imagerie, Systèmes et Applications, présenté le 31 Octobre 2015.
- **Communication 4** : *A. Hachmoud, A. Khartoch, L. Oughdir, S. Kammouri Alami,* Vers l'utilisation de l'ontologie de l'Approche par compétence (APC) comme noyau d'un système d'aide à la production des Situations d'apprentissage et d'évaluation (SAE), WoISA'2015 : Workshop sur l'Imagerie, Systèmes et Applications, présenté le 31 Octobre 2015.
- **Communication 5** : *A. Hachmoud, A. Khartoch, L. Oughdir, S. Kammouri Alami* L'ontologie de l'APC vers un référentiel des compétences pour rapprocher l'université de l'entreprise APEL'2015 : Workshop International sur les Approches Pédagogiques & E-Learning, communiqué le 26 Novembre.

II. Le profil compétence Administrateur Base de données

Database Administrator

Summary statement

Designs, implements, or monitors and maintains databases.

Mission

Ensures the design and the implementation (Developer) or ensures the maintenance and repair of an organization's database (Administrator) to support information system solutions that meet business information needs. Verifies the development and design of database strategies, monitoring and improving database performance and capacity, and planning for future expansion requirements. Plans, co-ordinates and implements security measures to safeguard the database.

Main task/s

- Define/ build/optimize database models and schemas
- Apply standards methods and tools for measuring and reporting on wide set of relevant performance indicators (response time, availability, safety, integrity ...)
- Produce database procedures and instructions for other analysts or administrators
- Monitor and maintain databases
- Identify, investigate and correct problems or incidents related to databases
- Provide training, support, advice and guidance on database issues to other information system practitioner

KPI area : Database in operation

A - Plan

A.6. Application Design

Analyses, specifies, updates and makes available a model to implement applications in accordance with IS policy and user/customer needs. Selects appropriate technical options for application design, optimising the balance between cost and quality. Designs data structures and builds system structure models according to analysis results through modeling languages. Ensures that all aspects take account of interoperability, usability and security. Identifies a common reference framework to validate the models with representative users, based upon development models (e.g. iterative approach).

Proficiency Levels

Proficiency Level 1 - Contributes to the design and general functional specification and interfaces.

B - Build

B.1. Application Development

Interprets the application design to develop a suitable application in accordance with customer needs. Adapts existing solutions by e.g. porting an application to another operating system. Codes, debugs, tests and documents and communicates product development stages. Selects appropriate technical options for development such as reusing, improving or reconfiguration of existing components. Optimises efficiency, cost and quality. Validates results with user representatives, integrates and commissions the overall solution.

Proficiency Levels

Proficiency Level 3 - Acts creatively to develop applications and to select appropriate technical options. Accounts for others development activities. Optimizes application development, maintenance and performance by employing design patterns and by reusing proved solutions.

B.2. Component Integration

Integrates hardware, software or sub system components into an existing or a new system. Complies with established processes and procedures such as, configuration management and package maintenance. Takes into account the compatibility of existing and new modules to ensure system integrity, system interoperability and information security. Verifies and tests system capacity and performance and documentation of successful integration.

Proficiency Levels

Proficiency Level 2 - Acts systematically to identify compatibility of software and hardware specifications. Documents all activities during installation and records deviations and remedial activities.

Proficiency Level 3 - Accounts for own and other actions in the integration process. Complies with appropriate standards and change control procedures to maintain integrity of the overall system functionality and reliability.

C - Run

C.4. Problem Management

Identifies and resolves the root cause of incidents. Takes a proactive approach to avoidance or identification of root cause of ICT problems. Deploys a knowledge system based on recurrence of common errors. Resolves or escalates incidents. Optimises system or component performance.

Proficiency Levels

Proficiency Level 3 - Exploits specialist knowledge and in-depth understanding of the ICT infrastructure and problem management process to identify failures and resolve with minimum outage. Makes sound decisions in emotionally charged environments on appropriate action required to minimise business impact. Rapidly identifies failing component, selects alternatives such as repair, replace or reconfigure.

D - Enable

D.10. Information and Knowledge Management

Identifies and manages structured and unstructured information and considers information distribution policies. Creates information structure to enable exploitation

and optimisation of information. Understands appropriate tools to be deployed to create, extract, maintain, renew and propagate business knowledge in order to capitalise from the information asset.

Proficiency Levels

Proficiency Level 3 - Analyses business processes and associated information requirements and provides the most appropriate information structure.

III. Le profil compétence Administrateur Système

Systems Administrator

Summary statement

Administers ICT System components to meet service requirements.

Mission

Installs software, configures and upgrades ICT systems. Administers day-to-day operations to satisfy continuity of service, recovery, security and performance needs.

Main task/s

- Investigate, diagnose and solve system related problems
- Install and upgrades software
- Schedule installation work, liaising with all concerned to ensure that installation priorities are met and disruption to the organization is minimized.
- Diagnose and solve problems and faults occurring in the operation of hardware and software
- Comply with organization procedures to ensure integrity of the system

KPI area : Systems in operation

B - Build

B.2. Component Integration

Integrates hardware, software or sub system components into an existing or a new system. Complies with established processes and procedures such as, configuration management and package maintenance. Takes into account the compatibility of existing and new modules to ensure system integrity, system interoperability and information security. Verifies and tests system capacity and performance and documentation of successful integration.

Proficiency Levels

Proficiency Level 2 - Acts systematically to identify compatibility of software and hardware specifications. Documents all activities during installation and records deviations and remedial activities.

B.3. Testing

Constructs and executes systematic test procedures for ICT systems or customer usability requirements to establish compliance with design specifications. Ensures that new or revised components or systems perform to expectation. Ensures meeting of internal, external, national and international standards; including health and safety, usability, performance, reliability or compatibility. Produces documents and reports to evidence certification requirements.

Proficiency Levels

Proficiency Level 2 - Organises test programmes and builds scripts to stress test potential vulnerabilities. Records and reports outcomes providing analysis of results.

C - Run

C.1. User Support

Responds to user requests and issues, recording relevant information. Assures resolution or escalates incidents and optimises system performance in accordance with predefined service level agreements (SLAs). Understands how to monitor solution outcome and resultant customer satisfaction.

Proficiency Levels

Proficiency Level 2 - Systematically interprets user problems and identifies solutions and possible side effects. Uses experience to address user problems and interrogates database for potential solutions. Escalates complex or unresolved incidents. Records and tracks issues from outset to conclusion.

Proficiency Level 3 - Manages the support process and accountable for agreed SLA. Plans resource allocation to meet defined service level. Acts creatively and applies continuous service improvement. Manages the support function budget.

C.4. Problem Management

Identifies and resolves the root cause of incidents. Takes a proactive approach to avoidance or identification of root cause of ICT problems. Deploys a knowledge system based on recurrence of common errors. Resolves or escalates incidents. Optimises system or component performance.

Proficiency Levels

Proficiency Level 2 - Identifies and classifies incident types and service interruptions. Records incidents cataloguing them by symptom and resolution.

E - Manage

E.8. Information Security Management

Implements information security policy. Monitors and takes action against intrusion, fraud and security breaches or leaks. Ensures that security risks are analysed and managed with respect to enterprise data and information. Reviews security incidents makes recommendations for security policy and strategy to ensure continuous improvement of security provision.

Proficiency Levels

Proficiency Level 2 - Systematically scans the environment to identify and define vulnerabilities and threats. Records and escalates non-compliance