

*République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique*

*Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou
Faculté de Génie Electrique & d'Informatique
Département d'Informatique*



MEMOIRE

De Fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en informatique

Option : Conduite de Projets Informatique

Thème

*Conception et réalisation d'une ontologie de
Domaine de compétences pour les
hypermédias adaptatifs Educatifs*

Proposé et dirigé par :

M^m BERKANE Tassadit

Réalisé par :

M^{lle} OUTOUATI Sonia

Promotion 2012/2013

Dédicaces

À la mémoire de Mon père,

*À la personne la plus chère au monde :
Ma mère à qui je dois tous mes succès,*

*À mes très chers frères et sœurs que j'aime :
Mouhand, Toufik, Amar,
Fatma, Hayat.*

Sonia

Remerciements

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à ma promotrice, Madame Berkane Tassadit pour m'avoir proposé ce sujet, m'avoir encadrées durant cette année, ainsi que pour ses conseils judicieux,

Mes plus vifs remerciements pour les membres du jury d'avoir accepté d'honorer par leur jugement notre travail..

Enfin, je remercie tous ceux qui ont contribué pour la réalisation de ce travail: nos enseignants, nos chères familles et nos amis(es).

Sonia.

Sommaire

Sommaire

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

CHAPITRE I :Les hypermédias éducatifs

Introduction	3
I.1. Evolution des systèmes hypermédias.....	3
I.1.1. Les hypermédias classiques	3
I.1.1.1.Définitions des termes hypertexte et hypermédia.....	4
I.1.1.2. Concepts de base	4
I.1.1.3. Recherche et Navigation dans un Hypermédia	5
I.1.1.4. Problèmes soulevés par les hypermédias	5
I.1.2. Les hypermédias adaptatifs statiques.....	6
I.1.2.1. Les type d'adaptation	7
I.1.2.1.1. Adaptation du contenu	7
I.1.2.1.2. adaptation de la navigation	7
I.1.2.1.3. Le support de Navigation Adaptative	8
I.1.3. Hypermédias Adaptatifs Dynamiques	9
I.1.4. Hypermédias Adaptatifs Educatifs	10
I.2. L'approche pédagogique par objectifs.....	10
I.2.1.1. Objectifs pédagogiques.....	10
I.2.1.2. Pédagogiques à la pédagogie par objectifs	11
I.2.1.2.1. Apport du behaviorisme.....	11
I.2.1.3. Limites de la pédagogie par objectifs	12
I.3. Approche pédagogique par les compétences	13
I.3.1. Notion et définition.....	14
I.3.2. Eléments constitutifs de la notion de compétence.....	14
I.3.3. Caractéristiques d'une compétence	15
I.3.4. Typologie des compétences	15
I.3.5. Le constructivisme et socioconstructivisme	16
Conclusion	17

CHAPITRE II : Les ontologies

Introduction	17
II.1. Origine et définitions des ontologies	17
II.2. Composants d'une ontologie	18
II.3. Classification des ontologies	18
II.3.1. L'objet de conceptualisation	19
II.3.2. Niveau de détail de l'ontologie	20
II.3.3. Niveau de complétude.....	20
II.3.4. Formalisme de représentation	21
II.3.5. Complexité de l'ontologie	21
II.4. Cycle de vie d'une ontologie	22
II.5. Méthodologies de construction d'une ontologie.....	23

II.6. Représentation et stockage pour les ontologies	23
Conclusion	24

CHAPITRE III : Développement de l'ontologie

Introduction	26
III.1. Phases de développement de l'ontologie.....	26
III.1.1. La spécification	26
III.1.2. La conceptualisation	26
III.1.2.1. Concepts de base	26
III.1.2.2. Concepts de notre ontologie	28
III.1.2.3. Les liens / relations	29
III.1.3. Formalisation de l'ontologie	29
III.1.4. Opérationnalisation (implémentation)	30
III.1.4.1. Architecture de notre système	30
III.1.4.2. Les serveurs utilisés	31
III.1.4.3. Outils et langages.....	32
III.1.4.3.1. Langages utilisés	32
III.1.4.3.2. Outils de développement.....	33
III.1.4.4. Stockage de l'ontologie.....	34
III.2. Description des interfaces	35
Conclusion	45
Conclusion générale	46
Annexe Le standard UML	47
Bibliographie.....	53

Liste des figures

Chapitre I :

Figure I.1 Architecture d'un Hypermédia Adaptatif Statique	7
Figure I.2 :Architecture d'un système hypermédia dynamique.....	10

Chapitre II :

Figure II.1Schéma de classification des ontologies.....	19
Figure II.2Le cycle de vie d'une ontologie.....	22

Chapitre III :

Figure III.1 situation problèmes et les consignes	27
Figure III.2 situation problèmes et les critères d'évaluation	27
Figure III.3 Obstacle, situation problème SP	27
Figure III.4 Compétence disciplinaire Obstacle, Consigne, situation problème SP.....	27
Figure III.5 Les compétences disciplinaires	28
Figure III.6 Diagramme de classes du domaine de compétences.....	30
Figure III.7 l'architecture client/serveur.....	31
Figure III.8 page d'accueil.....	35
Figure III.9formulaire d'authentification des auteurs.....	35
Figure III.10 formulaire d'inscription des auteurs.....	36
Figure III.11 Interface auteur.....	36
Figure III.12 Liste des commandes de menu ajout.....	37
Figure III.13 Formulaire d'ajout d'une compétence	37
Figure III.14 Formulaire d'ajout d'une situation problème.....	38
Figure III.15Formulaire d'ajout d'une consigne	38
Figure III.16 Formulaire d'ajout d'un obstacle	39
Figure III.17 Formulaire d'ajout d'un critère	39
Figure III.18 Formulaire de suppression d'une compétence	40
Figure III.19 Formulaire de suppression d'une situation problème	40
Figure III.20 Formulaire de consultation d'une compétence	41
Figure III.21 Formulaire de consultation d'une compétence	41
Figure III.22 Formulaire de modification d'une compétence.....	42
Figure III.23espace apprenant	42
Figure III.24interface testé les compétences	25
Figure III.25Afficher énoncé situation problème	25
Figure III.26navigation dans l'ontologie	44
Figure III.27détails de la situation problème.....	44

Liste des tableaux

Chapitre I :

Tableau I.1 Les six niveaux de connaissances de Bloom.....	12
--	----

Chapitre III :

Tableau III.1 concepts et attributs.	28
Tableau.III.2 Liens et attributs	29
Tableau.III.3schéma des concepts	34
Tableau.III.4schéma des liens	34

Introduction générale

Les avancées de la technologie rendent de plus en plus disponibles et accessibles des matériels et logiciels de plus en plus puissants. Ceci a favorisé le développement des systèmes d'enseignement par ordinateur dont les premiers sont apparus au début des années 60 sous le nom « Enseignement Assisté par Ordinateur (EAO) ».

Dans les années 90, les travaux menés dans le domaine de la représentation de connaissances ont intégré à l'EAO des domaines tels que la pédagogie, la psychologie et l'intelligence artificielle ; d'où l'avènement de l'enseignement intelligemment assisté par ordinateur (EIAO). Le système d'EIAO propose de définir une méthodologie pour la conception de système d'enseignement possédant une expertise approfondie dans les domaines enseignés, appliquant des stratégies tutorielles explicitement définies capables de suivre, de critiquer, d'aider l'apprenant durant son apprentissage en détectant ses erreurs et pouvoir évaluer les connaissances et les aptitudes de l'apprenant. Plus tard, on assiste à l'émergence d'autres systèmes qui favorisent l'interactivité entre l'apprenant et le système. Ces systèmes se nomment « Environnement Interactif pour l'Apprentissage par Ordinateur (EIAO) ». Du sigle EIAO pour des systèmes intelligents, on est passé au même pour des systèmes dits interactifs. Les francophones préfèrent le sigle EIAH pour un environnement informatique pour l'apprentissage humain. Dans ce dernier cas, l'interactivité peut concerner aussi les humains (apprenant-apprenant et apprenant formateur, etc.). Cependant, les recherches ne s'arrêtent pas là puisque l'on prend en considération les apprenants avec leurs caractéristiques hétérogènes. Est, c'est la naissance de systèmes dits adaptatifs dont font parties les hypermédias adaptatifs pour lesquels nous proposons une ontologie du domaine de l'application.

Dans la cadre des ontologies, de grands efforts ont été fournis dans les laboratoires de recherche en Intelligence Artificielle (IA), visant l'établissement de représentations à travers lesquelles les machines puissent manipuler la sémantique des informations.

Le champ d'application des ontologies ne cesse de s'élargir et couvre de plus en plus plusieurs domaines. Grâce aux ontologies, des agents humains ou logiciels peuvent partager la même compréhension des informations relevant d'un domaine considéré, comme elles peuvent, permettre la réutilisation et l'analyse des connaissances d'un domaine donné.

Notre travail consiste à développer une ontologie de domaine des compétences disciplinaires pour un hypermédia adaptatif éducatif. Ce travail est scindé en trois chapitres :

- Le premier chapitre présente les hypermédias adaptatifs éducatifs. Pour ce faire, nous avons donné un aperçu sur l'évolution des hypermédias, leur usage dans le cadre éducatif en adoptons l'approche pédagogique par les objectifs (PPO) et actuellement l'approche par les compétences (APC) .
- Le deuxième chapitre est consacré aux généralités sur les ontologies,
- Le troisième chapitre est consacré au développement de l'ontologie.

Nous terminons par une conclusion générale et une annexe A où nous présentons le langage UML.

Chapitre I

Les hypermédias éducatifs

Introduction

Les systèmes hypermédias sont des outils destinés initialement à la présentation et la transmission d'informations. Aujourd'hui leur utilisation se retrouve dans plusieurs domaines, notamment l'enseignement et l'apprentissage. Dans ce domaine, les systèmes hypermédias qualifiés d'adaptatifs offrent une meilleure souplesse à l'apprenant lors de l'acquisition de savoir et/ou de compétences dans une discipline donnée.

Dans ce chapitre, nous donnons un bref aperçu sur l'évolution des systèmes hypermédias vers les systèmes hypermédias adaptatifs dynamiques notamment éducatif.

I.1. Evolution des Systèmes Hypermédias

On distingue trois types d'hypermédias : les hypermédias classiques, les hypermédias adaptatifs statiques et les hypermédias adaptatifs dynamiques.

I.1.1. Hypermédias Classiques

L'idée de créer des systèmes capables de reproduire la pensée associative des êtres humains, revient à Vannevar Bush ex-conseiller du président américain F.D Roosevelt. Dans son article nommé «*As we way think*» (dans la revue «*Atlantic Monthly*») [Bush, 1945], Bush décrit son projet «*MEMEX*» (pour *MEM*ory *in*DEX) dans lequel il imagina une machine multimédia à base de micro films où un individu peut stocker ses livres, ses enregistrements ou autres documents et qui lui permet de scanner des documents qui l'intéressent. Malheureusement son idée ne se concrétisa pas vu que la technologie de l'époque ne le permettait pas.

L'arrivée des ordinateurs a permis grâce à d'autres pionniers, de rendre disponibles la plupart des fonctionnalités de MEMEX, mais avec des technologies différentes de celle imaginée par Bush. Ainsi Théodor Nelson est le premier à avoir inventé le terme «*hypertexte*» vers les années 60 et, à décrit son premier projet nommé «*Xanadu*» où il imagina un réseau de machines coopérantes qui donnent accès à un immense ensemble de connaissances réparties, une sorte de bibliothèque universelle qui réunit des ouvrages où chacun pouvait accéder. L'ingénieur Douglas Engelbart a quant à lui songé construire de vrais environnements hypertextes. Il est le premier à avoir implanté les idées hypertextes vers les années 68 en créant un hypertexte fonctionnel et, un environnement réseau multi-utilisateurs permettant de lier entre eux des segments de fichiers et de travailler en collaboration.

Le monde informatique fait la connaissance du concept hypertexte seulement vers les années 87, grâce aux séries de conférences consacrées su ce terme et depuis grâce à Internet et sa toile qu'est le Web.

I.1.1.1. Définitions des Termes Hypertexte et Hypermédias

Dans la littérature on distingue plusieurs définitions de ces termes. Celles qui attirent notre attention sont liées respectivement à la structure et à la fonctionnalité du système hypertexte/hypermédia.

Du point de vue **structurel**, un hypertexte «*est un système composé de nœuds et de liens*» [Balla, 2000]. **Les nœuds** sont des contenants d'informations textuelles. Lorsque ces informations sont multimédias, telles que des images, des graphiques, des animations des vidéos ou bien des programmes informatiques, on parle alors d'hypermédia. Les nœuds sont reliés les uns aux autres par des liens qui définissent l'architecture du système, que l'on nomme *hyperspace*. **Les liens** peuvent être plus ou moins complexes : ils peuvent être unidirectionnels permettant d'aller d'une page à une autre, ou bidirectionnels, afin de faciliter le retour au point de départ. Ils peuvent être aussi typés afin de spécifier la sémantique de lien. Enfin les liens peuvent être disposés n'importe où dans une page.

Du point de vue **fonctionnel**, un hypertexte peut être considéré comme étant un procédé informatique permettant d'associer une entité souvent minimale : un mot, une image ou une icône à une autre entité souvent plus étendue comme un paragraphe, une image ou une page. Ce mécanisme permet donc à l'utilisateur de se diriger librement dans l'hypertexte, en activant, à l'aide d'un pointeur une zone de document qui est l'origine d'une association. Il n'est donc plus obligé de suivre le cheminement prévu par l'auteur, il définit son parcours en fonction de ses envies et de ses centres d'intérêt.

I.1.1.2. Concepts de base

Les concepts de base dans un hypermédia sont les nœuds et les liens.

Un **nœud** est un contenant d'information, exprimant une idée ou un concept. Il existe deux types fondamentaux de nœuds, les nœuds d'informations et les nœuds composés [Villanova, 2002] Les **nœuds d'informations** contiennent l'information propre, de nature différente (texte, image, son, logiciel, etc.). Les **nœuds composés** permettent d'organiser et de classer des ensembles de nœuds. Ils sont utiles pour traduire la structure logique d'un

document et avoir accès par une référence unique à un ensemble de nœuds. Ils permettent d'établir des plans, des tables de matières et d'avoir des vues partielles ou globales du réseau.

Les **liens** constituent le principal moyen pour organiser des documents de manière non séquentielle et fournir la base du système d'exploration. On distingue des liens hiérarchiques et des liens de référence [Villanova, 2002]. Un **lien hiérarchique** (dit organisationnel ou structurel) relie un nœud composé aux nœuds fils qu'il représente, on parle d'arborescence de nœuds modélisant la structure logique d'un document. Un **lien de référence** établit une relation entre deux nœuds. Il traduit une relation sémantique entre un nœud source (la référence) et un nœud destination (le référent). Un lien de référence peut être uni ou bi-directionnel.

I.1.1.3. Recherche et Navigation dans un Hypermédia

Les systèmes hypertextes/hypermédias, proposent deux types d'interactions : la recherche et la navigation. La méthode de recherche (ou interrogation) se fait en formulant des requêtes simples ou complexe. Elle se caractérise par le fait que l'utilisateur sait ce qu'il cherche : un nœud, un ensemble de nœuds ayant des points communs ou une partie du réseau. Le principe de la navigation est d'explorer le réseau de nœuds aléatoirement, en largeur ou en profondeur, en utilisant les liens.

I.1.1.4. Problèmes soulevés par les Hypermédias

Les deux composantes : « hypertexte » et « multimédia » qui constituent un hypermédia, présentent de grands avantages dans les hypermédias [Delestre, 2000] et [Balla, 2004]. La composante « multimédia » permet de mieux véhiculer le savoir, et plus facile à mémoriser. De plus l'aspect ludique apporte un plus à l'enseignement.

La composante « Hypertexte », permet d'améliorer la qualité de l'enseignement et de la transmission du savoir car la connaissance est mieux représentée. De plus, elle favorise : la pensée associative et l'initiative de l'apprenant. Cette composante constitue un support à l'apprentissage collaboratif et facilitent l'apprentissage interdisciplinaire.

Cependant, deux problèmes inhérents aux hypermédias sont cités dans la littérature : **La désorientation** et la **surcharge cognitive**. **La désorientation** est issue de la facilité qu'a l'apprenant à se déplacer de nœud en nœud dans le système qui peut finir par le troubler. Une forme de cette désorientation consiste à s'éloigner peu à peu du thème principal de la lecture, en se rattachant à des points de détails ou des informations annexes. Ceci conduit l'utilisateur

à être dans une situation hors sujet par rapport à sa tâche de départ. *La surcharge cognitive* est provoquée par « l'avalanche d'informations » que risque de « déverser » le système. En effet, la redondance, pour être bénéfique, doit être construite de façon intelligente.

Les problèmes cités ci-dessus ont poussé les chercheurs à faire évoluer ces systèmes en intégrant le facteur « adaptation » qui offre à l'apprenant un environnement qui lui est sur mesure. Ces systèmes sont qualifiés d'hypermédias adaptatifs. Des méthodes et des techniques d'adaptation sont utilisées afin de résoudre les problèmes qui peuvent être propres à chaque champ d'application.

I.1.2. Hypermédia Adaptatif Statique

Un système hypermédia adaptatif est un système capable de s'adapter aux caractéristiques des utilisateurs qui sont définis à travers un modèle appelé modèle utilisateur, les principales composantes d'un hypermédia adaptatif sont [Ball, 2004] (cf. figure 1.1) :

- Le modèle de l'utilisateur, qui représente les différentes caractéristiques de l'utilisateur entre autres ses connaissances du domaine ;
- Le modèle du domaine caractérise le contexte, il sert à organiser les connaissances ;
- Le modèle d'adaptation est le cœur du système, il s'appuie sur les deux modèles précédents, pour produire des décisions de réaction telles que : comment présenter les informations et interfaces ? Quel est le moment approprié pour fournir des indications? Jusqu'où le laisser s'enfoncer sur une fausse piste ?

En d'autres termes, un système hypermédia adaptatif, est un système qui s'adapte de lui-même à chaque instant, aux besoins et habitudes de l'utilisateur. Des mécanismes de suivi des comportements de l'utilisateur, permettent de connaître les besoins de ce dernier, en fonction de son environnement, de son état psychologique et de ses connaissances. La mise à jour du modèle utilisateur, est réalisée par le système lui-même, par observation des actions et des réactions de l'utilisateur.

Les hypermédias adaptatifs représentent une avancée non négligeable vis-à-vis des hypermédias classiques. Ils sont un atout pour les utilisateurs de système : les enseignants et les apprenants.

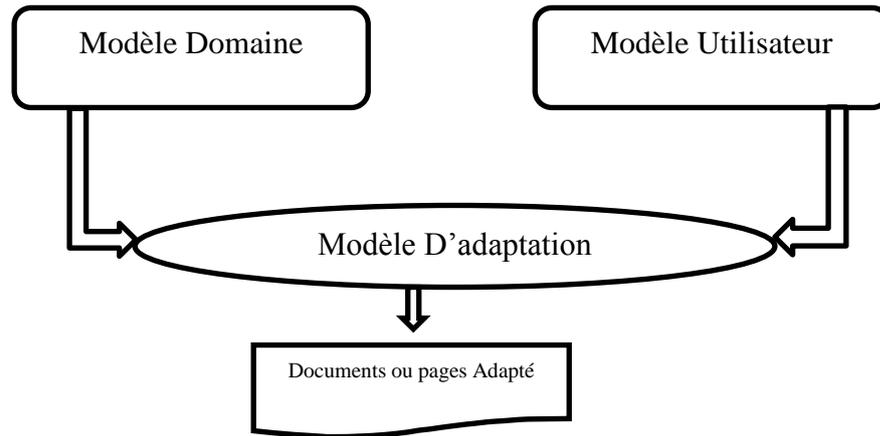


Figure I.1 : Architecture d'un Hypermédia Adaptatif Statique

I.1.2.1. Les Types d'Adaptation

Les hypermédias consistent en un ensemble de nœuds connectés par des liens où chaque nœud contient quelques informations locales et un nombre de liens aux autres pages. Ils peuvent aussi inclure un index et une carte globale qui fournit des liens à toutes les pages accessibles. Un hypermédia Adaptatif doit pouvoir adapter le contenu de ces pages et de ces liens pour mieux guider l'utilisateur dans son cheminement. Il existe deux niveaux d'adaptation [Chikh, 2004] : Adaptation du contenu et adaptation de la navigation (cf. figure). Le premier est nommé « présentation adaptative », le second « support de navigation adaptative ».

I.1.2.2. L'adaptation du contenu

L'objet de la présentation adaptative est de modifier les informations présentes dans une page hypermédia pour afficher leur contenu adapté à une ou plusieurs caractéristiques de l'utilisateur comme ses connaissances, ses préférences, etc. il existe plusieurs techniques pour adapter le contenu [Balla, 2004] :

- Le **texte conditionnel** permet de proposer des informations supplémentaires ou au contraire en cacher. Ceci peut être réalisé par l'association de conditions aux éléments d'information.
- Le **texte allongé** (*stretchtext*) est une technique basée sur un principe d'expansion/réduction d'un texte dans un document hypermédia. Une partie du texte (un mot ou un groupe de mots) est associée à une information additionnelle qu'il est

possible de faire apparaître. Le système choisit de dévoiler ou non l'information en référence à des spécifications données par un modèle utilisateur.

- **Les versions de pages et de fragments** (page variant/fragment variant) est une technique basée sur le choix de contenus alternatifs traduite de deux façons. La première consiste à créer des versions de pages. Chaque variante de page est prévue pour un niveau d'utilisateur. Au moment d'afficher une page, le système sélectionne celle qui correspond le mieux à l'utilisateur. La seconde technique adopte un principe similaire mais à un niveau de granularité plus fin, en créant différentes versions de fragments, relatives à un concept donné. Une sélection de la version adéquate est opérée pour construire une page à présenter à l'utilisateur.
- **L'organisation par cadres** (*frame based*) consiste à représenter un concept sous forme de structure de cadres (frames). Chaque élément d'un cadre contient une variante du même concept qui être lié à d'autres cadres. Un cadre peut être masqué à la demande de l'utilisateur.

I.1.2.3. Le Support de Navigation Adaptative

L'objectif de l'adaptation de la navigation est d'aider l'utilisateur à trouver son chemin dans l'hyper-espace en agissant sur la façon dont les liens lui sont présentés. Différentes techniques ont été développées au fil des années [Balla, 2004], ces techniques sont :

- **Le guidage direct**, se base sur l'ajout d'un lien "suivant" qui permet d'accéder à la page la plus en adéquation avec les objectifs de l'utilisateur dans le contexte courant. Cette technique est très utilisée.

- **L'ordonnement des liens** vise à afficher les liens suivant un ordre définissant leur intérêt ou leur qualité (comme dans "google"). L'inconvénient majeur de cette technique est que l'on ne peut pas l'utiliser avec des liens contextuels, c'est à dire pour ceux se situant à l'intérieur d'une phrase.

- **Le masquage de liens** consiste à supprimer les liens qui sont en inadéquation avec les objectifs de l'utilisateur, cela peut entraîner une certaine désorientation chez l'utilisateur.

- **L'annotation des liens** consiste à adjoindre une explication sur le contenu de la page cible pour chacun. Ces annotations peuvent apparaître sous forme de bulles visibles ou de commentaires ou encore de couleurs, lors du survol des liens par la souris. Les annotations sont plus efficaces lorsqu'elles dépendent du contexte et du modèle de l'utilisateur.

- *Les cartes adaptatives* permettent de fournir à l'utilisateur l'organisation de l'hyper-espace sous forme textuelle (arbre hiérarchique) ou sous forme graphique plus ou moins simplifiée en fonction de son profil.

I.1.3. Hypermédias Adaptatifs Dynamiques

La nouvelle génération de ces systèmes qui sont qualifiés de dynamiques permet d'offrir un hypermédia où les pages et les liens sont construits dynamiquement. L'architecture de ces systèmes repose sur quatre composantes principales [Delestre, 2000] :

- **le modèle du domaine**, contenant une représentation du contenu de l'hyperespace. Ce modèle présente non seulement les items de l'hyperespace (fragments, pages) mais aussi les relations entre ces items.

- **le modèle de l'utilisateur** appelé aussi profil de l'utilisateur, représentation les caractéristiques de l'utilisateur, appropriées à l'adaptation. Par exemple, les préférences de l'utilisateur, ses connaissances, les buts et l'histoire de navigation.

- **un générateur de pages (ou de cours)**, est un moteur qui a pour but de générer un document personnalisé à partir de l'espace d'information du modèle de l'apprenant. Ce composant est en mesure de créer des pages qui vont être présentées à l'apprenant.

- **une base de documents multimédias**, qui contient des fragments d'informations multimédias relatifs domaine de l'application.

Dans ces systèmes, l'adjonction d'un nouveau support peut être immédiatement prise en compte, puisque les pages du système sont construites dynamiquement. De plus, les concepteurs de l'hypermédia ne sont pas obligés de penser à la façon d'agencer les différents documents, ils doivent juste définir l'architecture générale du système (le modèle du domaine) et déterminer, récupérer ou créer les documents qui vont servir à présenter chaque concept.

En revanche ces systèmes souffrent d'une limite assez importante, en occurrence leur complexité. Cette complexité est due d'une part aux différents traitements de sélection et de combinaison (assemblage) effectués sur les données, et d'autre part à la manière de caractériser les ressources pédagogiques impliquées.

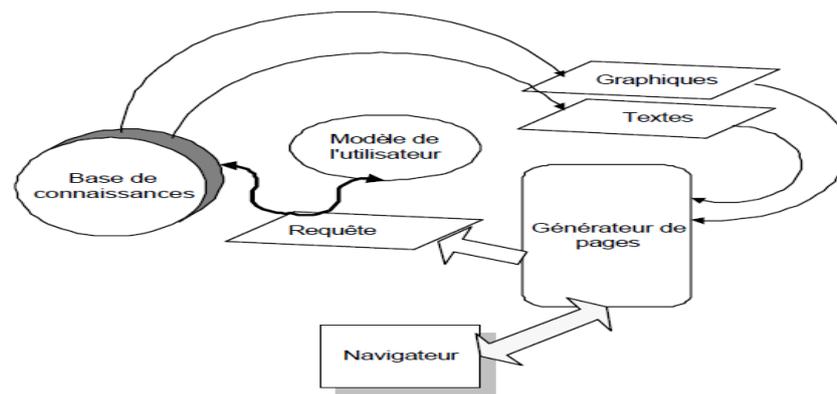


Figure 1.2 : Architecture d'un système hypermédia dynamique [Laroussi, 2001]

I.1.4 Hypermédias adaptatifs Educatifs

Comme mentionné précédemment, les hypermédias adaptatifs constituent de bons outils pour l'enseignement/apprentissage, grâce à la linéarité et à l'interactivité qu'ils offrent. Cependant, ces systèmes ont pendant longtemps reposés sur l'approche pédagogique par les objectifs (PPO). Actuellement, l'approche utilisée est l'approche par les compétences (APC).

Dans le présent chapitre nous donnons un aperçu sur ces deux approches, dont l'approche APC nous concerne.

I.2.1. Approche Pédagogique par Objectifs

Est une méthode pédagogique construite rationnellement, où les connaissances, et les compétences à acquérir sont déclinées en termes d'objectifs généraux et opérationnels.

I.2.1.1. Objectifs Pédagogiques

Un objectif pédagogique (OP) est «ce que l'apprenant sera capable de faire à l'issue d'une formation ou d'un cycle scolaire». Les OPs sont vus comme un ensemble de comportements observables (actions mesurable ou performance) qu'on désire voir l'apprenant capable de manifester pendant ou à l'issue d'un apprentissage [Web, 01].

A travers cette définition, définir un OP, c'est préciser ce qu'on se propose d'atteindre à la fin d'une action éducative. On distingue trois principales familles (domaines) d'objectifs spécifiques :

- **Les objectifs cognitifs ou savoir¹** qui visent l'acquisition du savoir en termes de connaissances théoriques (notions, concepts, d'idées, principes, d'opération,.. etc.), qui traitent du développement des habilités et des capacités intellectuelles. Ces connaissances concernent un domaine ou contenu disciplinaire. Par exemple, résoudre des systèmes d'équations.
- **Les objectifs psychomoteurs ou savoir-faire** liés au domaine psychomoteur, qui mettent en relief l'habilité motrice ou musculaire, l'utilisation de mouvement d'un savoir-faire pratique, et tout acte où l'apprenant doit réaliser quelque chose concrètement. Par exemple, écrire un programme pour tester une interface.
- **Les objectifs affectifs ou savoir-être** liés au domaine affectif, qui visent des modifications des intérêts, des progrès dans le jugement, capacité d'adaptation portant sur les émotions, les sentiments, les attitudes, etc., qui peuvent modifier les conditions d'apprentissage ou qui sont en rapport avec le domaine conceptuel du cours. Par exemple, s'entraider lors de la réalisation d'un travail en groupe (notion de coopération, collaboration).

I.2.1.2. Pédagogie par Objectif

La pédagogie par objectifs (PPO) trouve son origine dans le contexte théorique du Béhaviorisme et des taxonomies de Benjamin Bloom [Boutin, 2003].

I.2.1.2.1. Apport du Behaviorisme

Pour le Béhaviorisme, un OP doit être formulé en termes de comportement observable.

Selon Robert Mager, les objectifs doivent décrire un ensemble de comportements observables dont il est possible qu'ils attestent valablement les apprentissages maîtrisés par l'apprenant. L'objectif doit décrire les conditions de réalisation du comportement attendu et préciser la performance minimale à atteindre.

Pour Gérard Boutin, le Béhaviorisme propose le recours au façonnement du comportement « Enseigner quelque chose, c'est inviter l'apprenant à s'engager dans de nouvelles formes de comportement, clairement définis, dans des occasions clairement définis aussi [Boutin, 2003].

¹- **Un savoir** est défini comme étant un énoncé communicable socialement validé, un énoncé descriptif ou explicatif d'une réalité, établi et connu par et dans une communauté scientifique et culturelle donnée à une époque donnée.

Pour Bloom, l'OP pédagogique est une déclaration claire de ce que l'action éducative doit amener comme changement chez l'apprenant. La finalité première de sa taxonomie des objectifs éducationnelle est de catégoriser les niveaux d'activité intellectuelle sollicitée par l'objectif. Dans sa taxonomie, Bloom a classifié les objectifs pédagogiques sous le domaine cognitif en six niveaux dont chaque niveau supérieur englobant les niveaux précédents. Ces éléments se présentent comme suit (cf. Figure 1.3) :

Catégorie d'activité à vérifier chez l'élève	Verbes d'Action Associés (L'élève doit être capable de ...)
Le Savoir, La Connaissance (Mémoriser, réciter par cœur)	Citer, énumérer, définir, décrire, identifier, reconnaître, sélectionner, désigner, souligner,
La Compréhension (Dire dans ses propres termes)	Expliquer, classer, démontrer, formuler, illustrer, représenter, justifier, différencier...
L'Application (Appliquer ses connaissances)	Adapter, employer, trouver, construire, calculer, établir, montrer, utiliser, ...
L'Analyse (Faits, hypothèses, interprétations, conclusions)	Analyser, décomposer, rechercher, séparer, comparer, critiquer, justifier, simplifier, ...
La Synthèse (Réaliser une œuvre personnelle)	Assembler, construire, évaluer, résumer, généraliser, conclure, combiner, créer, ...
L'Evaluation (Porter un jugement de valeur argumenté)	Evaluer, vérifier, juger, déterminer, reconnaître, interpréter, ...

Figure 1.3 : Les six niveaux de connaissances de Bloom

I.2.1.3. Limites de la Pédagogie par Objectifs

La PPO a l'avantage de formuler et formaliser de façon précise les finalités d'un dispositif de formation ou d'enseignement. Cependant l'on constate des limites telles que [Brahimi, 2011] :

- Elle n'est pas adaptée à tous les niveaux, enseignement, matière ;

- L'apprenant ne prend pas part à la découverte progressive des contenus en suivant sa propre progression ;
- Le comportement observable ne nous dit pas l'essentiel ;
- L'apprenant apprend des objectifs sans en comprendre le sens et sans savoir quel lien a son apprentissage avec la vie de tous les jours.
- ...etc.

A travers ces différents défauts, les chercheurs en Sciences de l'Education ont mis en évidence de nouvelles pistes de réflexions et d'actions pour sortir de ces impasses : l'approche par compétences arrive en force et devient de plus en plus courante dans la littérature en éducation (enseignement).

I.2.2. L'Approche par les Compétences

L'approche par compétences (APC) mène le personnel enseignant à travailler sur des situations (problèmes, tâches, activités...) dans un cadre pédagogique, en même temps, elle demande aux apprenants d'être actifs et engagés dans leurs apprentissages. Elle met l'accent sur la capacité de l'apprenant d'utiliser concrètement ce qu'il a appris à l'école dans des tâches et situations nouvelles et complexes, à l'école tout comme dans la vie. C'est par essai et erreur qu'il sera en mesure de comparer ce qu'il possède déjà avec ses nouvelles expériences.

Dans cette approche, le travail se fait à partir d'une réalisation concrète où l'enseignant devient un facilitateur, un accompagnateur, qui guide cet apprenant et le pousse à utiliser son esprit critique, à résoudre des problèmes. L'approche par compétence est définitivement ancrée dans des situations. Ces dernières deviennent alors le point de départ des activités d'apprentissage.

Selon les perspectives et les implications de cette approche ; les savoirs doivent être liés à des situations qui permettent à l'apprenant d'agir au-delà de l'école ; c'est une vision plus dynamique de l'action éducative et des processus d'enseignement-apprentissage ; une approche conforme aux besoins spécifiques des apprenants par rapports aux objectifs d'apprentissage ; un moyen de lutte efficace contre l'échec scolaire et le redoublement.

I.2.2.1. Notion et Définition

Plusieurs chercheurs constatent l'importance que prend la notion de compétences dans le champ de l'éducation et de la formation. Un nouveau paradigme pour l'éducation, s'appuie

sur la notion de compétence d'une personne ou d'un collectif de personnes en action en situation. Perrenoud [Perrenoud, 2000], Ketele [De Ketele, 2006] et Tardif [Tardif, 2006] ont analysé comment la notion de compétence est traitée dans la littérature, selon eux, elle se réfère aux résultats des actions de personnes traitant une situation.

- Philippe Perrenoud définit la compétence comme une *« capacité d'action efficace face à une famille de situation, qu'on arrive à maîtriser parce qu'on dispose à la fois des connaissances nécessaires et de la capacité de les mobiliser à bon escient, en temps opportun, pour identifier et résoudre des vrais problèmes »*.
- Tardif définit une compétence comme *« un savoir-agir complexe résultant de l'intégration, de la mobilisation et de l'agencement d'un ensemble de capacités, d'habiletés et de connaissances utilisées efficacement »*.
- De Ketele soutient que *« la compétence est un ensemble ordonné de capacités, activités qui s'exercent sur des contenus dans une catégorie donnée de situations pour résoudre des problèmes posés par celles-ci »*.

A ce propos nous dirons qu' *« une compétence est un pouvoir que possède l'apprenant et qui lui permet de mobiliser et d'intégrer dans un tout cohérent des savoirs, des savoir-faires et des savoirs-être en vue de résoudre des problèmes dans des situations de la vie »*.

Dans le cadre de ce travail, une compétence désigne la mobilisation d'un ensemble de ressources en vue de résoudre une situation-problème. A l'école, nous dirons qu'un élève a acquis une compétence lorsqu'il saura quoi faire, comment faire et pourquoi faire dans une situation-problème.

I.2.2.2. Eléments Constitutifs de la Notion de Compétence

Cette notion fait l'objet d'approches très variées en fonction des champs disciplinaires qui la convoquent. Le champ de l'éducation la place le plus souvent dans une perspective curriculaire, selon un nombre d'éléments constitutifs qui sont [JONNAERT, 2011]:

1. Situation : est une tâche concrète que l'apprenant doit réaliser en franchissant des obstacles, une compétence est associé à une situation problème, se déroule dans un contexte selon les auteurs.

2. Pour réaliser une situation problème des personnes ou un collectif de personnes doivent mobiliser des ressources internes (propres² aux personnes) et des ressources externes³.
3. Une compétence n'est réellement acquise que dans le cas où le traitement de la situation problème est achevé, réussi et socialement accepté.
4. Les résultats obtenus, des transformations observées dans la situation et sur les personnes, et des critères qui permettent d'affirmer que le traitement de la situation est achevé, réussi et socialement acceptable est ce que l'on appelle évaluation⁴.

I.2.2.3. Caractéristiques d'une Compétence

Une compétence est caractérisée par [RIFAI, A., 2009] :

- **la transversalité:** les compétences recouvrent plusieurs disciplines, elles s'exercent dans des situations variés;
- **la contextualisation :** la compétence doit être maîtrisée et évaluée à travers des situations concrètes, les plus proches possible de celles rencontrées dans la vie réelle;
- **la complexité:** les tâches, les situations de mise en œuvre des compétences sont par essence complexes, requérant la mobilisation de savoirs, savoir - faire, capacités, attitudes variées;
- **l'intégration:** les compétences intègrent diverses disciplines, diverses facettes (capacités, attitudes, connaissances).

I.2.2.4. Typologie de Compétences

On distingue deux types de compétences [Brahimi, 2011] :

- **Compétences disciplinaires :** elles constituent un ensemble de compétences propres à atteindre dans une discipline scolaire. Par discipline, ces compétences sont rassemblées dans un référentiel qui présente de façon structurée toutes les compétences à acquérir au cours d'un cycle scolaire. Donc, une compétence disciplinaire est la possibilité pour un élève, de mobiliser un ensemble de ressources en vue de résoudre un problème.

² sont propres à l'individu. Elles sont multiples et peuvent être de plusieurs ordres (cognitif, affectif, etc.); on retrouve les connaissances, les capacités, les attitudes, les savoir-faire, l'expérience et les qualités de l'individu.

³ sont les ressources de l'environnement souvent indispensables au développement de la compétence (réseaux professionnels, réseaux documentaires, bases de données, documents de référence, Internet, logiciels...).

⁴ l'évaluation de manière générale a pour but de porter un jugement de valeur sur la capacité des apprenants à résoudre des problèmes dans des situations complexes.

- **Compétences transversales :** les compétences transversales sont communes à plusieurs tâches, activités, fonctions, métiers et réutilisables dans un grand nombre de situations. Une compétence est transversale lorsqu'elle s'exerce dans un large spectre de situations : problématiques des différentes disciplines ; problématiques multidisciplinaires et problématique de la vie courante [Bissonette, 2001].

La compétence transversale est un savoir-agir faisant appel à des connaissances, habiletés et capacités qui sont intégrées et accessibles en mémoire, mobilisables dans l'action, parce qu'elles ont été exercées régulièrement avec succès dans une grande variété de contextes de discipline et cet autant à l'école qu'à l'extérieur du milieu scolaire.

2.2.5. Le Constructivisme et le socioconstructivisme

Pour les constructivistes, l'apprentissage est défini comme un processus actif de construction des connaissances. L'apprenant est un être proactif qui construit ses propres connaissances et qui interagit avec son environnement. Il construit ses connaissances au cours de ses propres expériences et, de ce fait, la connaissance est vue comme le résultat des activités d'un être actif. Ainsi, cela tend à favoriser un apprentissage autonome [Brahimi, 2011].

Le socioconstructivisme provient de deux approches : le constructivisme et l'approche sociale cognitive. La théorie socioconstructiviste repose sur l'idée que l'acquisition de connaissances durables est favorisée par la construction d'un savoir bien que personnelle s'effectue dans un cadre social. Les informations sont en lien avec le milieu social, le contexte et proviennent à la fois de ce que l'on pense et de ce que les autres apportent comme interactions [Boutin, 2003].

Conclusion

Nous venons de donner un aperçu général sur la notion de compétences à acquérir dans des situations appliquées dans n'importe quel domaine de la vie, d'éducation, la santé, sport, etc. Le chapitre qui suit, donne un aperçu général sur les ontologies, leurs définitions, leurs applications, les méthodes constructions.

Chapitre II

Les généralités sur les Ontologies

Introduction

L'ingénierie ontologique est un thème de recherche qui est devenu très populaire depuis cette dernière décennie. Il joue un rôle de plus en plus important dans différents domaines tels que la recherche intelligente sur le Web, le partage, la gestion et la réutilisation de connaissances.

Le présent chapitre donne un aperçu sur les différentes définitions, approches et méthodologies de construction d'ontologies.

II.1. Origine et définitions des ontologies

Le mot ontologie trouve sa racine du grec, il est composé de deux mots : **onto** (qui signifie l'étude de l'être en tant qu'être) et **logos** (qui signifie le discours). Plusieurs définitions de ce terme ont été données depuis.

La première définition vient d'Aristote qui considère le mot Ontologie en philosophie comme « the science of being *qua* being » (la métaphysique d'Aristote). Cette science traitant de la description des entités du monde réel, a pour but de définir les catégories générales employées pour classer toutes entités du monde (les êtres humains, les animaux, les objets, etc.).

Au début des années 80 et à ce jour, les chercheurs en intelligence artificielle (IA) ont emprunté le terme « Ontologie » au champ de la philosophie pour définir des connaissances d'un domaine. Pour eux, les ontologies fournissent la possibilité de séparer les connaissances du domaine des connaissances opérationnelles [Studer, 1998].

Dans le domaine de l'IA on trouve plusieurs définitions la plus utilisée et qui nous intéresse dans notre travail est celle de Gruber pour qui, une ontologie est « *une spécification d'une conceptualisation pour aider des programmes et des humains à partager des connaissances* » ou plus précisément, "*...les ontologies sont des spécifications explicites formelles d'une conceptualisation partagée*" [Gruber, 1993] D'après Gruber :

- **Une conceptualisation** est le résultat de la modélisation de phénomènes du domaine d'intérêt. Cette modélisation identifie les concepts et leurs relations décrivant ces phénomènes.
- **Explicite** signifie que les concepts et leurs relations sont typés, et les contraintes sur l'utilisation de ces types sont clairement expliquées.
- **Formel** se rapporte au fait que l'ontologie doit être compréhensible par la machine.

- **Partagé** reflète l'idée que l'ontologie doit capturer les connaissances consensuelles communément admises par l'ensemble de la communauté des acteurs du domaine [Gruber, 1993].

II.2. Composants d'une Ontologie

Selon Gomez Pérez, les connaissances traduites par une ontologie sont véhiculées à l'aide de cinq éléments [Gómez, 1999] :

- Les **concepts**, appelés aussi termes ou classes de l'ontologie, correspondent aux constituants de la pensée (un principe, une idée, une notion abstraite) sémantiquement évaluables et communicables, les concepts peuvent être classifiés selon plusieurs dimensions :
 - Le *niveau d'abstraction* (concret ou abstrait) ;
 - L'*atomicité* (élémentaire ou composée) ;
 - Le *niveau de réalité* (réel ou fictif).
- Les **relations** traduisent les associations existant entre les concepts du réel perçu. Elles permettent d'apercevoir la structuration et l'interrelation des concepts, les uns par rapport aux autres. Les associations utilisées sont de types : *Sous-classe-de* (spécialisation ou généralisation), *Partie-de* (agrégation ou composition), *Associée-à*, *Instance-de*.
- Les **fonctions** constituent des cas particuliers de relations, dans laquelle le Nième élément de la relation est défini de manière unique à partir des (n-1) éléments précédents.
- Les **axiomes** constituent des assertions acceptées comme vraies, à propos des abstractions du domaine qui sont traduites par l'ontologie.
- Les **instances** constituent la définition extensionnelle de l'ontologie. Elles véhiculent les connaissances à propos du domaine du problème traité.

II.3. Classification des Ontologies

Comme la montre la figure ci-dessous, les ontologies peuvent être classifiées selon les dimensions suivantes : objet de conceptualisation, détail, complétude, formalisme, complexité.

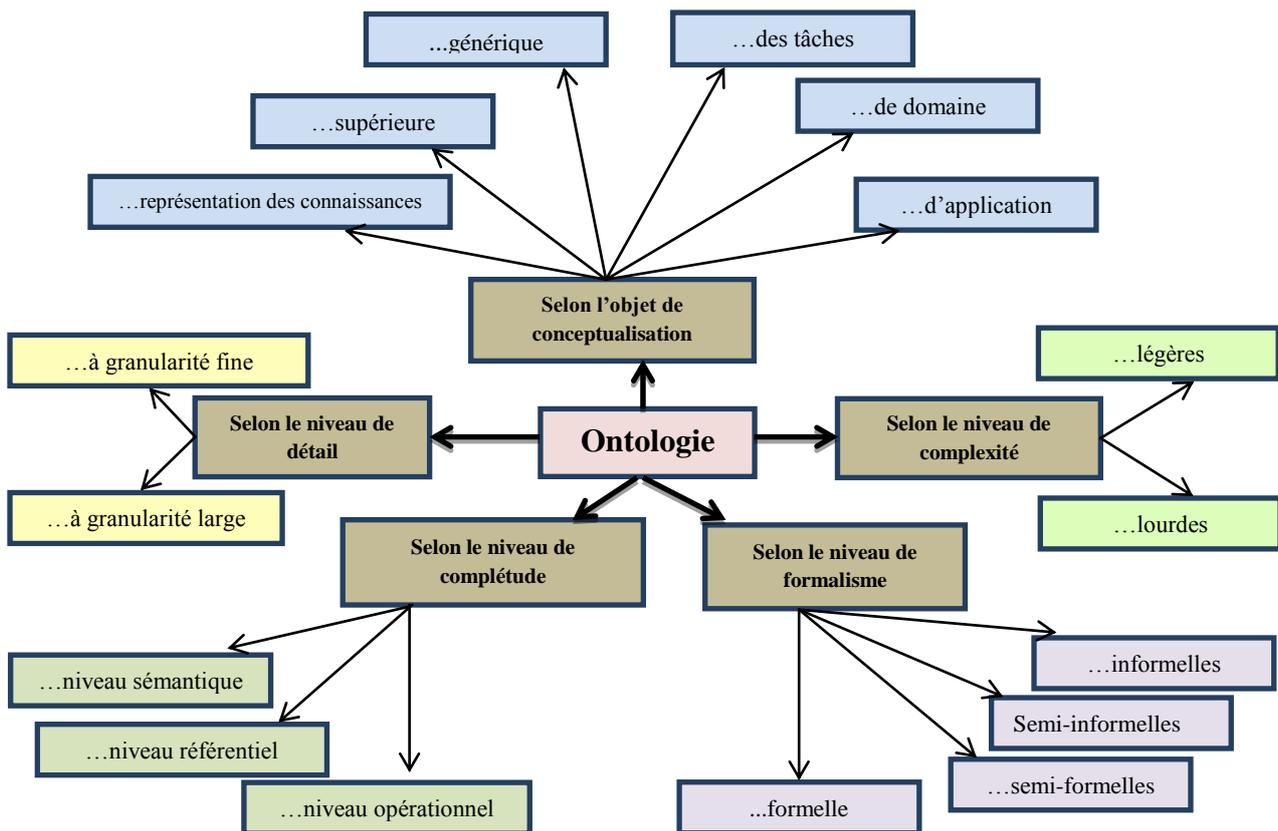


Figure II.1 Schéma de classification des ontologies

II.3.1. L'objet de Conceptualisation

Selon cette dimension, on trouve :

- **Les Ontologies de représentation des connaissances** : qui regroupent les concepts (primitives de représentation) impliqués dans la formalisation des connaissances [Gruber, 1993].
- **Les Ontologies Supérieures ou de Haut niveau** ("Top-level ou Upper-level ontologies") : Il s'agit d'ontologies générales qui étudient les catégories des choses qui existent dans le monde, soit les concepts de haute abstraction tels que: les entités, les événements, les états, les processus, les actions, le temps, l'espace, les relations, les propriétés [Guarino, 1998].
- **Les Ontologies Génériques** : Appelés aussi méta-ontologies, qui servent à véhiculer des connaissances génériques moins abstraites que celles véhiculées par l'ontologie de haut niveau, mais assez générales néanmoins pour être réutilisées à travers différents domaines [Guarino, 1998].
- **Les Ontologies de Domaine** : qui régissent un ensemble de vocabulaires et de concepts décrivant un domaine d'application ou monde cible, permettant de créer des

modèles d'objets du monde cible. C'est une méta-description d'une représentation des connaissances, c'est-à-dire une sorte de méta-modèle de connaissances dont les concepts et les propriétés sont de type déclaratif. La plupart des ontologies existantes sont des ontologies de domaine. Dans le contexte de la formation à distance, un domaine serait par exemple : le téléapprentissage.

- **Les Ontologies de Tâches** : sont utilisés pour conceptualiser des tâches spécifiques dans les systèmes, telles que les tâches de diagnostic, de planification, de conception, de configuration, de tutorat, soit tout ce qui concerne la résolution de problèmes [Guarino, 1998].
- **Les Ontologies d'Application** : qui servent à décrire des conceptualisations de domaine spécifique à l'application en question. Les concepts dans ce cas d'application correspondent souvent aux rôles joués par les entités du domaine tout en exécutant une certaine activité (exemples: apprendre les statistiques, effectuer des recherches dans, etc.) [Guarino, 1998].

II.3.2. Niveau de Détail de l'Ontologie

En fonction de l'objectif opérationnel envisagé pour l'ontologie, deux catégories peuvent être identifiées :

- **Granularité fine** : Il s'agit de concevoir des ontologies très détaillées, avec une description détaillée des concepts pertinents d'un domaine ou d'une tâche.
- **Granularité large** : Il s'agit de concevoir des ontologies avec un vocabulaire moins détaillé comme par exemple dans les scénarios d'utilisation spécifiques où les utilisateurs sont déjà préalablement d'accord à propos d'une conceptualisation sous-jacente. Les ontologies de haut niveau possèdent une granularité large.

II.3.3. Niveau de Complétude

On distingue généralement trois niveaux [Bachimont, 2000] :

- **Niveau Sémantique** : Tous les concepts (caractérisés par un terme/libellé) doivent respecter les quatre principes différentiels afin de s'assurer que chaque concept aura un sens univoque et non contextuel associé.
 - De communauté avec l'ancêtre;
 - De différence (spécification) par rapport à l'ancêtre;
 - De communauté avec les concepts frères (situés au même niveau);
 - De différence par rapport aux concepts frères (sinon il n'aurait pas lieu de le définir).

- **Niveau Référentiel** : Outre les caractéristiques énoncées au niveau précédent, les concepts référentiels (ou formels) se caractérisent par un terme/libellé dont la sémantique est définie par une extension d'objets. L'engagement ontologique spécifie les objets du domaine qui peuvent être associés au concept, conformément à sa signification formelle. Deux concepts formels seront identiques s'ils possèdent la même extension.
- **Niveau Opérationnel**

Outre les caractéristiques énoncées au niveau précédent, les concepts du niveau opérationnel ou computationnel sont caractérisés par les opérations qu'il est possible de leur appliquer pour générer des inférences (**engagement computationnel**). Deux concepts opérationnels sont identiques s'ils possèdent le même potentiel d'inférence.

II.3.4. Formalisme de Représentation

Par rapport au niveau du formalisme de représentation du langage utilisé pour rendre l'ontologie opérationnelle, *Gómez* propose une classification comprenant quatre catégories [Gómez, 1999]:

- **Informelles** : les ontologies opérationnelles sont exprimées dans un langage naturel (sémantique ouverte) ;
- **Semi-informelles** : les ontologies sont exprimées dans une forme restreinte et structurée du langage naturel.
- **Semi-formelles** : les ontologies sont exprimées dans un langage artificiel défini formellement.
- **Formelles** : les ontologies sont exprimées dans un langage artificiel disposant d'une sémantique formelle.

II.3.5. Complexité de l'Ontologie

On distingue des ontologies légères et des ontologies lourdes [Lavoie, 2007] :

- Les ontologies légères** (*light weight ontologies*) incluent des concepts comprenant des propriétés et sont organisées en taxonomies avec des relations conceptuelles. Elles peuvent être modélisées à partir des modèles utilisés en génie logiciel tel que: la modélisation UML et la modélisation par diagramme Entité/Relation.
- Les ontologies lourdes** (*heavy weight ontologies*) ajoutent aux ontologies légères des axiomes et des restrictions clarifiant le sens. Elles modélisent un domaine de façon

plus profonde avec plus de restrictions basées sur la sémantique du domaine. Ces ontologies peuvent être modélisées avec :

- des méthodes d'intelligence artificielle basées sur (les "frames", la logique du premier ordre)
- la logique de description utilisée pour développer le langage ontologique OWL du Web Sémantique.

II.4. Cycle de Vie d'une Ontologie

Les ontologies sont 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. Ainsi, les ontologies doivent être considérées comme des objets techniques évolutifs, possédant un cycle de vie qui nécessite d'être précisé, dans ce contexte, des activités de :

Les activités liées à une ontologie peuvent être regroupées en trois catégories [Fernandez, 1997]:

- des activités de gestion de projet : planification, contrôle, assurance qualité ;
- des activités de développement : spécification, conceptualisation, formalisation ;
- des activités de support : évaluation, documentation, gestion de la configuration.

Figure 2 représente les différentes activités présentées par Fernandez, le cycle de permet de retourner de n'importe quel état à n'importe quel autre si une certaine définition manque ou est erronée. Il permet l'inclusion, le déplacement ou la modification de définitions n'importe quand durant le cycle de vie de l'ontologie.

L'acquisition, la documentation et l'évaluation de connaissances sont des activités de support qui sont effectuées pendant la majorité de ces états, l'évaluation précoce permettant de limiter la propagation d'erreurs [Fernandez, 1997].

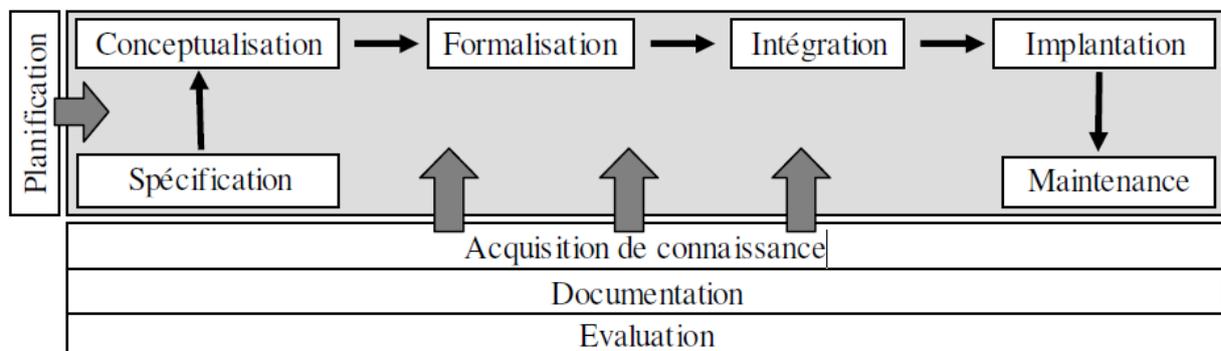


Figure II.2 : Le cycle de vie d'une ontologie [Fernandez, 1997].

II.5. Méthodologies de Construction d'une Ontologie

Le processus de construction d'une ontologie est une collaboration qui réunit les experts du domaine de connaissance, des ingénieurs de la connaissance, voire les futurs utilisateurs de l'ontologie. Ce processus se déroule selon ces étapes [Fürst, 2002] :

- **Spécification (Evaluation des besoins)**

Le développement d'une ontologie commence par la définition du domaine et de la portée de celle-ci, cela est basée sur la réponse à certaines questions : quel est le domaine que l'ontologie va couvrir ? A quoi sert cette ontologie ? A quel type de questions les informations de l'ontologie doivent fournir des réponses ? Qui va utiliser et maintenir l'ontologie ? Etc.

- **Conceptualisation**

Elle consiste à identifier et à structurer les connaissances d'un domaine, à partir des sources d'informations. L'acquisition de ces connaissances peut s'appuyer à la fois sur l'analyse de documents et sur l'interview avec des experts du domaine. Une fois les concepts sont identifiés par leurs termes et leurs sémantiques, l'ontologie peut être décrite dans un langage semi-formel (tables et graphes) à travers leurs propriétés, leurs instances connues et les relations qui les lient entre eux.

- **Formalisation (Ontologisation)**

Une ontologie peut s'exprimer selon plusieurs degrés de formalisation allant des définitions les plus informelles en langage naturel aux expressions écrites en logique du premier ordre devant respecter une syntaxe et sémantique très stricte. Le degré de formalisation de l'ontologie va dépendre principalement des besoins.

Enfin, comme l'ontologie devra être exploitée par un ordinateur, il est nécessaire de l'implémenter dans un langage formel.

- **Opérationnalisation**

Transcription de l'ontologie dans un langage formel et opérationnel de représentation de connaissances du domaine adaptée à une application particulière

II.6. Représentation et Stockage d'Ontologies

Plusieurs formalismes sont proposés dans la littérature pour la représentation des connaissances dans le cadre d'ontologies. Certains de ces formalismes sont assez populaires : **formalismes relationnels** (orientés objet, cadres, réseaux sémantiques, graphes conceptuels ...), **formalismes à base de logique** (logique propositionnelle, logique des prédicats, logique

floue ...). Si les formalismes à base de logique se prêtent bien aux programmes informatiques, les formalismes relationnels se caractérisent par un bon degré d'expressivité et de simplicité. En général il s'agit de trouver un compromis entre expressivité, simplicité et efficacité.

Ces formalismes ont été développés des langages spécifiques, adaptés au stockage et à l'exploitation des ontologies par des systèmes informatiques. Ces langages peuvent être regroupés en catégories :

- **Les langages dits « classiques »** : Ontolingua, OCML (Operational Conceptual Modelling Language), LOOM, F-Logic (Deductive Object Oriented Database Language), etc.
- **Environnement de construction des ontologies** : Ces plateformes permettent à l'utilisateur de créer la ressource, de manière indépendante des langages de représentation : Protégé, OILED, Onto Edit, Web ODE, etc.
- **Les langages à balises** : XML(Extensible Markup Language) , SHOE (Simple HTML Ontology Extensions), XOL(Ontology eXchange Language), RDF(Resource Description Framework), DAML+OIL (DARPA Agent Markup Language + Ontology Inference Layer), OWL(Web Ontology Language) , etc.

Avec l'influence grandissante du Web, les langages pour ontologies reposent de plus en plus sur les technologies telles que RDF Schema, XML, RDF et OWL. Ces technologies sont en passe de devenir des standards, respectivement pour les échanges de données et les ontologies sur le Web.

Dans le cadre de notre travail, nous avons choisi le langage UML pour la formalisation des éléments ontologiques. La simplicité, l'expressivité et la popularité d'UML ont motivé ce choix.

Conclusion

La notion d'ontologie est un élément clé pour une structuration sémantique de données portant sur un domaine particulier. Elle consiste en une spécification formelle et explicite des termes ainsi que des relations que ces termes entretiennent entre eux. C'est donc un vocabulaire formalisé de termes et de relations les liants, partagés par une communauté d'hommes ou de machines. Dans ce chapitre, nous avons donné un aperçu général sur les ontologies : définitions, composants et méthodes de construction, les langages de représentation et d'interrogation d'ontologies. Dans le cadre de notre travail, nous allons

développer une ontologie de compétences de domaine disciplinaire. Le chapitre qui suit porte sur la conception et le développement de notre ontologie.

Chapitre III

Le Développement

Introduction

Dans les premiers chapitres, nous avons donné un petit état de l'art des domaines qui nous intéressent, dans ce chapitre nous donnons le développement de l'ontologie de domaine des compétences.

III.1. Phases de développement de l'ontologie

Nous développons notre ontologie de domaine, selon les étapes données par Fürst au chapitre II (cf. Section II.5). Le langage de développement repose sur UML, la figure 3.6 donne cette ontologie.

III.1.1. La spécification :

Cette étape consiste à déterminer l'objectif, les utilisateurs et l'utilisation de notre ontologie.

A. L'objectif: Ce travail consiste à définir une ontologie de domaine des compétences disciplinaire dans le cadre de l'enseignement en général et universitaire en particulier à intégrer dans un hypermédia adaptatif éducatif. On considère *qu'une compétence est un savoir-agir complexe prenant appui sur la mobilisation et l'utilisation efficaces d'une variété de ressources internes et externes à l'intérieur des situations problèmes*¹. Dans notre travail ces situations sont liées à des situations problèmes scientifiques (problèmes d'ordre scientifique ou technologique).

Afin de suivre le développement nous tenons à préciser que les enseignants doivent imaginer des situations problèmes reliées aux disciplines, à soumettre aux apprenants. Ces derniers doivent développer des compétences disciplinaires. Une même compétence peut être développée dans plusieurs situations isomorphes, et dans une situation, l'apprenant doit développer des compétences. Aux situations problèmes, on associe des obstacles et des consignes, ces derniers sont destinées pour éviter les obstacles que l'apprenant peut rencontrer, qui peuvent être dans l'ordre général ou spécifique. Pour l'évaluation nous prévoyons d'associer des critères.

B. Utilisateurs et utilisation de l'ontologie :

L'ontologie à développer est à intégrer dans un système hypermédia adaptatif qui va servir de logiciel en complément des séances pédagogiques dispensées aux étudiants, mais servir aussi à des enseignants désirant tester leurs compétences dans une discipline donnée.

III.1.2. La conceptualisation :

Selon Gómez une ontologie est un ensemble structuré sous la forme d'un graphe orienté dont les nœuds sont les concepts et les arcs sont les relations entre les concepts. La conceptualisation consiste à identifier les concepts et les relations (les éléments de base) liés aux compétences d'un domaine disciplinaire, une fois les concepts obtenus, nous allons décrire l'ontologie dans un langage semi-formelle (UML).

III.1.2.1. Les concepts de base:

➤ **Situation Problème (SP) :** Une situation problèmes est une tâche complexe, à réaliser par les apprenants.

¹Définie comme un ensemble contextualisé d'informations fournies à un groupe d'apprenants, pour être articulé en vue de réaliser une tâche précise, **un problème** se définit par la présence d'un obstacle à franchir, des informations à articuler, une tâche à réaliser.

➤ **Consigne** : est un ordre donné pour faire effectuer un travail. Énoncé indiquant la tâche à accomplir ou le but à atteindre. A chaque, situation problème peut correspondre une ou plusieurs consignes (cf. Figure.III.1).

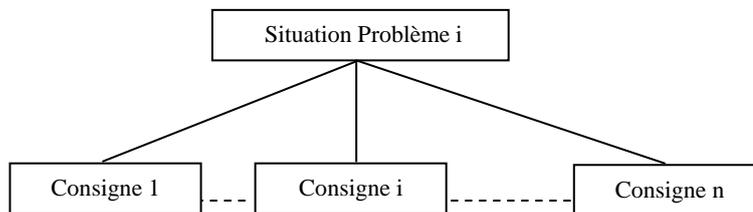


Figure .III.1: situation problèmes et les consignes

➤ **Critère d'évaluation** : Un critère est utilisé pour contrôler l'assimilation par l'apprenant d'une ou plusieurs situations problèmes. Il fait référence à un ensemble de situations problèmes et d'obstacles à franchir (cf. Figure.III.2).

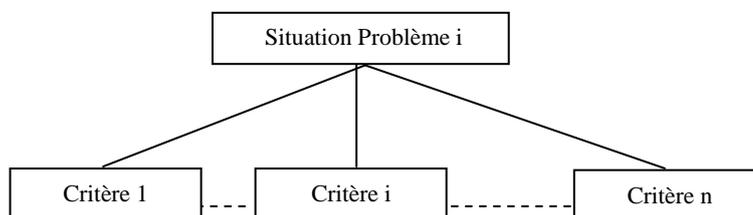


Figure.III.2: situation problèmes et les critères d'évaluation

➤ **Obstacle** :C'est une utilisation erronée, non conforme à la définition et règles régissant l'élément de connaissance en question. Il est lié à la situation problème, un obstacle peut être de l'ordre général ou spécifique. (cf. Figure. III.3).

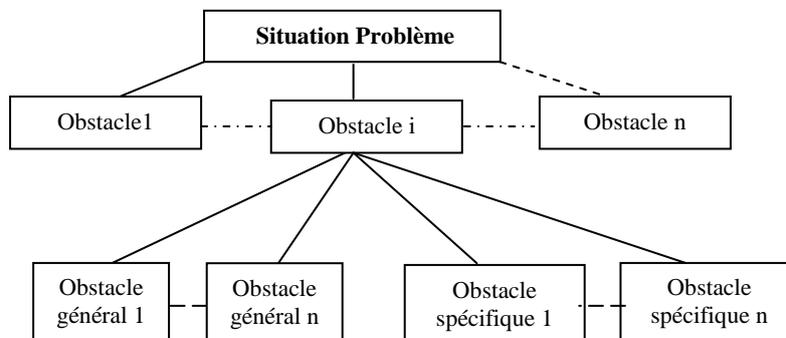


Figure. III. 3: Obstacle, situation problème SP

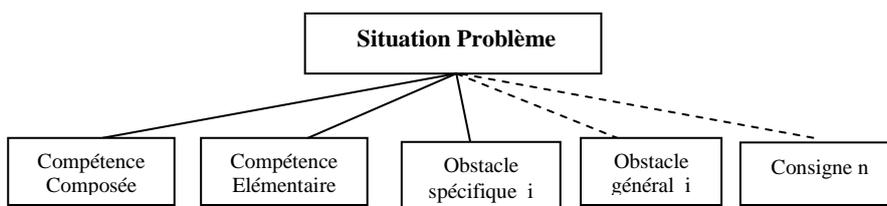


Figure. III. 4:Compétence disciplinaire Obstacle, Consigne, situation problème SP

➤ **Compétence Disciplinaire** : est un pouvoir-agir face à une ou plusieurs situations problème, les compétences disciplinaires peuvent être décomposables ou élémentaires (indivisible), (cf. Figure.3.5).

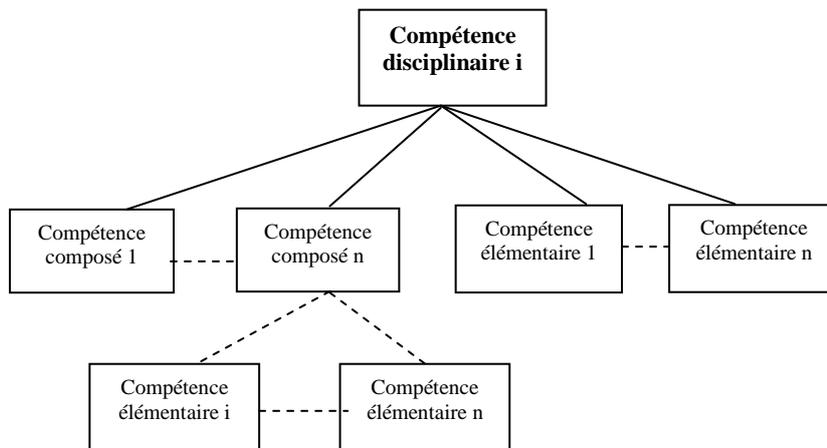


Figure .III.5 : Les compétences disciplinaires

III.1.2.2. Concepts de notre ontologie

Le tableau suivant présente, les concepts et pour chaque concept, la liste de ses attributs :

Concepts		Attributs	
Code mnémorique	Désignation	Code mnémorique	Désignation
Comp_Di	Compétence disciplinaire	idf_cpd url_cpd perf_cpd type_cpd	Identifiant compétence Adresse compétence Performance compétence Type compétence
Comp_Cc	Compétence Composée	url_cc perfor_cc	Adresse compétence composé Performance compétence composé
Comp_El	Compétence Élémentaire	url_El perfor_El	Adresse compétence élémentaire Performance compétence élémentaire
Sit_Prob	Situation Problème	idf_sp url_sp	Identifiant situation problème Adresse situation problème
Obstacle	Obstacle	idf_obst type_obst url_obst	Identifiant obstacle Type obstacle (spécifique/général) Adresse obstacle
Consigne	Consigne	idf_con url_con	Identifiant consigne Adresse consigne

Tableau III.1 concepts et attributs

III.1.2.3. Les liens / relations

Ils représentent les liens possibles entre les concepts. Dans le cadre de notre domaine d'étude, on distingue les liens suivants :

Liens		Attributs	
Nom du lien	Désignation	Code mnémorique	Attributs
Pré requis Cp	Pré requis compétence		
Composé El	Composé Elémentaire		
Composé Cc	Composé Composé		
Développer	Développer		
Correspondre	Correspondre		
Associer con	Associer consigne		
Associer crt	Associer critère		
Entacher	Entacher		
Eviter	Eviter		
Evaluer SP	Evaluer situation problème	Perf_sp	Performance situation problème
Evaluer perf	Evaluer performance	Perf_cp	Performance compétence

Tableau III.2 Liens et attributs

III.1.3. Formalisation de l'ontologie

Pour formaliser notre ontologie, on est ramené à choisir un langage de modélisation qui permet de représenter les méta-termes abstraits (graphiquement par exemple). Nous utilisons pour cela le langage UML. En UML, un concept correspond à une classe, un lien composé (Composé-Cc et composé-El) à une relation d'agrégation et les autres liens (prérequis, éviter, etc.) à des relations d'association (évaluer-Sp, évaluer-perf). On peut associer pour une relation le nombre d'instances de la classe qui participe à la relation (cardinalité), ainsi que les valeurs de multiplicité conventionnelles sont :

- * : plusieurs ;
- 1..1 : un et un ;
- 0..* : zéro ou plusieurs ;
- 1..* : un ou plusieurs.

Le résultat est alors, une représentation graphique des méta-termes que nous avons jugés de base (voir Figure ci-dessous).

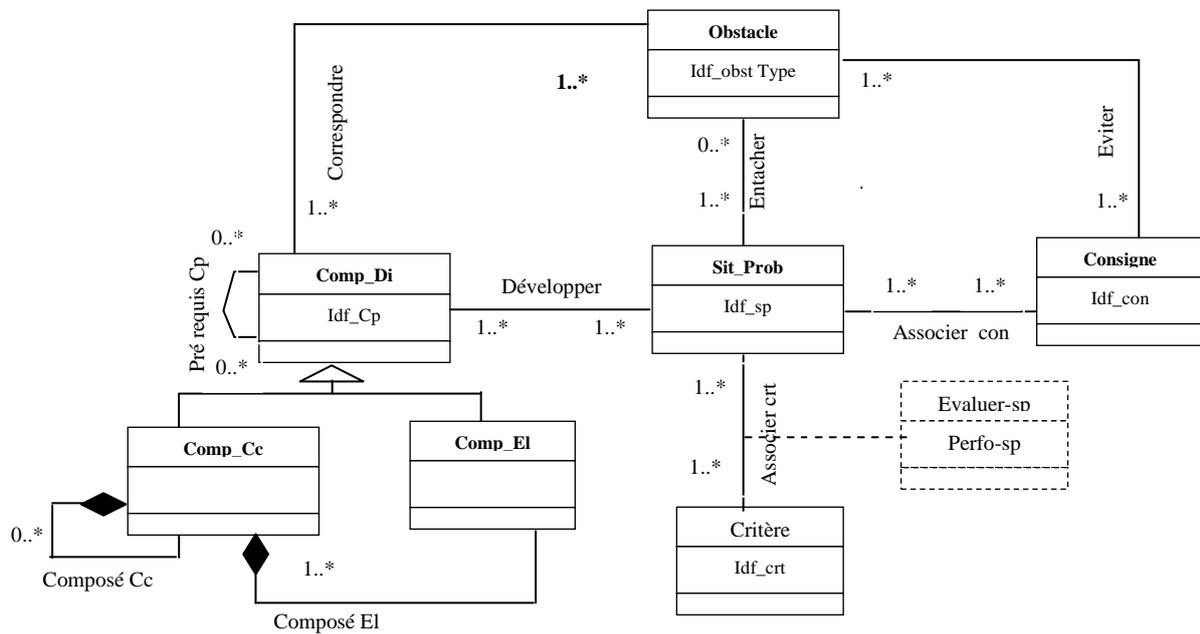


Figure.III. 6: Diagramme de classes du domaine de compétences

III.1.4. Opérationnalisation (implémentation)

Nous présentons les outils et langages utilisés pour l'implémentation de notre ontologie et qui permettent à notre système de fonctionner dans un environnement web(Internet) et nous terminons par quelques exemples d'interfaces de l'application développée pour illustrer ces principales fonctionnalités.

III.1.4.1. Architecture de notre système

Notre système fonctionne dans un environnement web (Internet). L'architecture client/serveur est une des modalités des architectures informatiques distribuées. Au sein de cette architecture, les processus sont classés entre offreurs de services (serveurs) et consommateurs de services (clients).

Le terme serveur s'applique à tout programme qui offre un service que l'on peut atteindre à travers un réseau. Le serveur accepte des demandes issues du réseau, les traite et renvoie le résultat au demandeur. Quant au terme client, il s'applique à tout programme qui émet une demande vers un serveur et qui attend une réponse.

- Le client: le demandeur de ressources.

- Le serveur d'applications (appelé **middleware**): C'est le serveur chargé de fournir la ressource mais faisant appel à un autre serveur de bases de données(BDD).
- Le serveur secondaire (BDD) : fournissant un service au premier serveur.

L'architecture se présente comme suit :



Figure.III.7l'architecture client/serveur

A. Caractéristiques de l'architecture client/serveur :

L'architecture client/serveur possède plusieurs caractéristiques, à savoir:

- Le partage de ressources : plusieurs clients peuvent être « servis » simultanément.
- L'échelonnage : Supporte mieux une augmentation du nombre de clients.
- La délocalisation : il y a peu ou pas de contraintes de proximité entre les clients et le serveur.

III.1.4.2. Les serveurs utilisés

Nous avons réalisé notre système en utilisant :

A. Le serveur Apache :

Apache est aujourd'hui le serveur le plus répandu sur Internet, notre choix d'utiliser le serveur Apache est justifié par plusieurs raisons :

- C'est un logiciel libre.
- Il est très portable (il tourne sur la plupart des systèmes Unix et Windows).
- Il est extensible, modulaire et configurable

C. Le serveur base de données :

Après le choix du serveur Apache, le SGBD MySQL s'impose. Celui-ci est un système de gestion de base de données à la fois robuste et rapide. Le serveur MYSQL contrôle l'accès

aux données pour s'assurer que plusieurs utilisateurs peuvent se servir simultanément d'une même base de données, pour y accéder rapidement et pour garantir que seuls les utilisateurs autorisés peuvent accéder aux données.

III.1.4.3. Outils et langages :

III.1.4.3.1. Langages utilisés

Nous avons utilisé les langages suivants:

A. Le langage HTML (Hyper Text Markup Language) :

HTML est un langage de description (et non pas un langage de programmation) qui permet de décrire l'aspect d'un document, d'y inclure des informations variées (textes, images, sons, animations) et d'établir des relations cohérentes entre ces informations grâce aux liens hypertextes

B. Le langage PHP (Personnal Home Page) :

PHP est un langage de script coté serveur, incorporé au document HTML, mais exécuté par le serveur Web et non par le client. Conçu pour réaliser des pages dynamiques, le résultat du script est un document HTML standard, sans trace du script exécuté préalablement garantissant ainsi une compatibilité avec tous les navigateurs disponibles.

Les raisons qui nous ont amenées à choisir le langage PHP parmi d'autres langages sont les suivantes :

- Le PHP est rapide : compilé en tant que module Apache, les temps d'exécution sont plus, surtout sous Unix.
- Le PHP est multi plates-formes : il fonctionne sous Windows, Unix....
- Le PHP gère très bien les requêtes SQL :On peut facilement écrire des programmes qui affichent des données extraites de bases SQL, ou qui stockent des données postées par un formulaire dans une table SQL. Le PHP sait communiquer avec presque tous les SGBD (Oracle, MySql, DB2, Informix, Ingres, Postgresql, SQL Server, Access).
- Le PHP fournit une multitude de fonctions : couvrant presque tous les besoins pour un développeur de sites Internet : prise en charge de XML, création d'images, compression/décompression, statistiques, cryptologie, génération d'email....
- le PHP est ouvert (gratuit)

C. Le langage JAVASCRIPT :

Javascript est l'un des principaux langages utilisés pour la programmation de pages Web, il est exécuté coté client et permet en quelques lignes de code d'améliorer la présentation et l'interactivité des la dites pages.

III.1.4.3.2. Outils de développement

Pour développer notre application nous avons utilisé les outils de développement suivants : EasyPHP, Macromedia Dreamweaver.

A. EasyPHP:

EasyPHP est un package qui installe et configure automatiquement un environnement de travail complet sous Windows, permettant de mettre en œuvre toute la puissance et la souplesse qu'offre le langage dynamique PHP et son support efficace des bases de données.

EasyPHP regroupe un serveur Web apache, un serveur base de données MYSQL, le langage PHP et l'outil PhpMyadmin.

L'outil PhpMyadmin est un ensemble de script PHP offrant une interface graphique pour l'administration de bases de données MySQL via un navigateur Web. Ses fonctions principales sont :

- Création/suppression de bases de données ;
- Création/suppression/modification de tables ;
- Edition, ajout et suppression de champs ;
- Exécution de requêtes SQL ;
- Gestion des privilèges des utilisateurs.

B. Macromedia Dreamweaver MX (version 8.0)

Macromedia Dreamweaver 8 est un éditeur HTML professionnel destiné à la conception, au codage et au développement de sites, de pages et d'applications Web. Quel que soit l'environnement de travail utilisé (codage manuel HTML ou environnement d'édition visuel).

Dreamweaver propose des outils qui nous aident à créer des applications Web reposant sur des bases de données dynamiques au moyen de technologies serveur comme CFML, ASP.NET, ASP, JSP et PHP.

III.1.4.4. Stockage de l'ontologie

Pour chaque terme de l'ontologie, un schéma de relation est défini comme nous le montre le tableau suivant :

Concept	Nom de la table	Schéma de relation
Compétence Disciplinaire	Compd	idf_cpd, nom_cpd, url_cpd, perf_cpd, type_cpd
Compétence Composée	Comp-Cc	idf_cpd ,nom_cc,url_cc, perfor_cc
Compétence Élémentaire	Comp-El	idf_cpd ,nom_El,url_El, perfor_El
Situation Problème	Sit-prob	Idf_sp, nom_sp, type_sp, url_sp
Obstacle	Obstacle	Idf_obst, nom_obst, type_obst, url_obst
Consigne	Consigne	Idf_con, nom_con, url_con
Critère	Critère	Idf_crt,nom_crt, url_crt

Tableau III.3 schéma des concepts

Les concepts de l'ontologie sont reliés par des liens et chaque lien est représenté lui aussi par un schéma de relation.

Lien	Nom de la table	Schéma de relation
Composé de	Composé-Cc	idf_cpd
	Composé-El	idf_cpd
prérequis de	Prérequis-Cpd	idf_cpd
Développer	développer	idf_cpd, idf_sp
Correspondre	Correspondre	idf_cpd, idf_obst
Entacher	Entacher	idf_sp, idf_obst
Associer con	Associer-con	idf_sp,idf_con
Associer crt	Associer-crt	idf_sp,idf_crt
Evaluer-sp	Evaluer-sp	idf_crt, idf_sp, perfor_sp
Evaluer-perf	Evaluer-perf	idf_cpd, idf_sp, perfor_cp
Eviter	Eviter	idf_con, idf_obst

Tableau III.4 schéma des liens

III.2. Description des interfaces

A. Page d'accueil

La page d'accueil (cf. **Fig.III.8**) est le point d'entrée à notre site. Elle permet aux différents utilisateurs inscrits de se connecter à leur espace de travail.



Fig.III.8. page d'accueil

C. Espace auteur

L'espace auteur est accessible via l'interface d'accueil. En cliquant sur le bouton auteur un formulaire d'authentification auteur est affiché (cf. **Fig.III.9**).

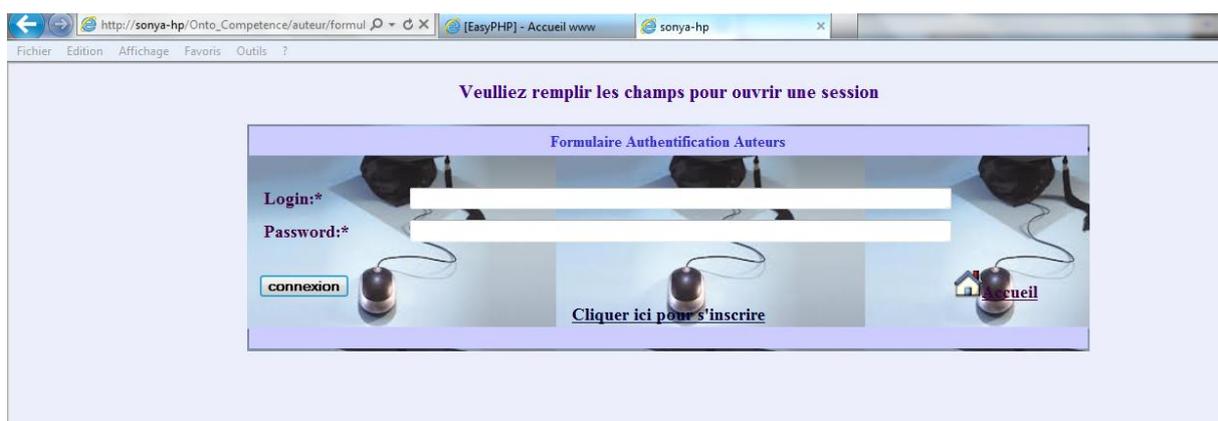


Fig.III.9. formulaire d'authentification des auteurs

Si l'auteur n'est pas inscrit il n'a qu'à cliquer sur le lien Cliquez ici pour s'inscrire qui se trouve au bas de formulaire d'authentification. Un formulaire d'inscription des auteurs est

alors affiché (cf. **Fig.III.10**). IL est important de signaler que l'inscription d'un auteur, pour qu'il puisse accéder à son espace de travail.



Fig.III.10. formulaire d'inscription des auteurs

Après authentification, l'interface auteur est chargée (cf. **Fig.III.11**). Cette interface contient une barre de navigation (barre de menus) horizontale comportant les menus suivants :

- Accueil : pour revenir à la page d'accueil de l'auteur.
- Ajout : permet d'ajouter un élément de l'ontologie: compétence disciplinaire, concept, situation problème, consigne, critère.
- Suppression : permet de supprimer un élément de l'ontologie.
- Consultation : permet de consulter un élément de l'ontologie.
- Modification : permet de modifier un élément de l'ontologie.



Fig.III.11. Interface auteur

C.1. Le menu ajout :

Lorsque l'auteur clique sur le menu ajout, une liste de commandes est affichée au-dessous (cf. **Fig.III.12**).



Fig.III.12. Liste des commandes de menu ajout

Pour ajouter un élément de l'ontologie, il suffit de cliquer sur la commande désirée. Une fois la commande est activée, un formulaire (d'ajout d'un élément de l'ontologie) est affiché. Pour attacher un fichier (sous format HTML) contenant l'énoncé d'un élément donné, cliquer sur le bouton parcourir, les différentes interfaces de menu ajout sont :

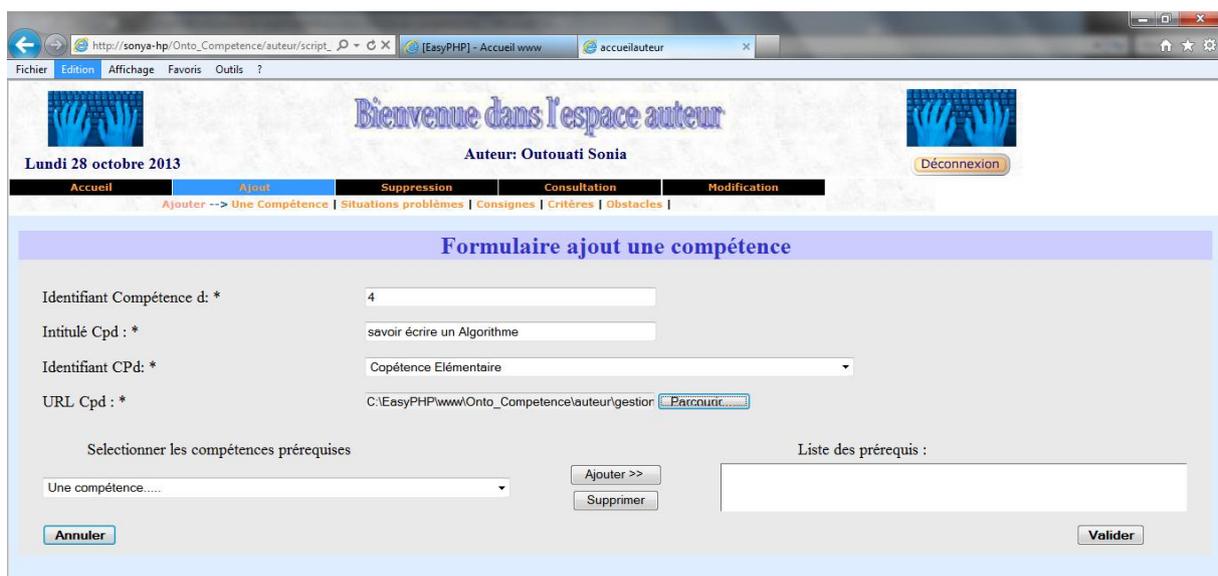


Fig.III.13. Formulaire d'ajout d'une compétence

Fig.III.14. Formulaire d'ajout d'une situation problème

Fig.III.15. Formulaire d'ajout d'une consigne

Fig.III.16. Formulaire d'ajout d'un obstacle

Fig.III.17. Formulaire d'ajout d'un critère

C.2. Le menu suppression :

La suppression d'un élément de l'ontologie est effectuée de la même manière, il suffit de sélectionner l'élément à supprimer puis de cliquer sur le bouton supprimer (cf. **Fig.III.18**).



The screenshot shows a web browser window with the URL http://sonya-hp/Onto_Competence/auteur/script_. The page header includes a navigation menu with 'Accueil', 'Ajout', 'Suppression', 'Consultation', and 'Modification'. Below the header, there is a section titled 'Formulaire suppression compétence'. It features a dropdown menu labeled 'Selectionner une compétence' with the selected option '1.savoir écrire des Algorithmes'. To the right of the dropdown is a 'Selectionner' button. Further right is a text input field labeled 'Intitulé compétence :' containing the text 'savoir écrire des Algorithmes'. At the bottom left of the form is an 'Annuler' button, and at the bottom right is a 'Supprimer' button. The page also displays the date 'Lundi 28 octobre 2013' and the author 'Auteur: Outouati Sonia'.

Fig.III.18. Formulaire de suppression d'une compétence



The screenshot shows a web browser window with the same URL as Fig. III.18. The page header is identical. The main section is titled 'Formulaire suppression situation problème'. It features a dropdown menu labeled 'Selectionner une situation problème' with the selected option '3.situation problème écrire un algorithme'. To the right of the dropdown is a 'Selectionner' button. Further right is a text input field labeled 'Intitulé situation problème :' containing the text 'situation problème écrire un algorithme'. At the bottom left of the form is an 'Annuler' button, and at the bottom right is a 'Supprimer' button. The page also displays the date 'Lundi 28 octobre 2013' and the author 'Auteur: Outouati Sonia'.

Fig.III.19. Formulaire de suppression d'une situation problème

C.3. Le menu consultation :

Idem pour la consultation d'un élément de l'ontologie. Pour effectuer une consultation il suffit de cliquer sur sélectionner. Pour voir l'énoncé de l'élément, cliquer sur le bouton consulter (cf. Fig.III.20).

Fig.III.20. Formulaire de consultation d'une compétence

Fig.III.21. Formulaire de consultation d'une compétence

C.4. Le menu modification :

Après avoir effectué une consultation d'un élément donné, s'il y a des modifications à faire, cliquer sur le menu modification puis sur l'élément à modifier. S'il y a des changements à faire au niveau de l'énoncé, attacher le fichier contenant cet énoncé en cliquant sur le bouton parcourir. Une fois les modifications nécessaires sont faites, cliquer sur le bouton modifier pour valider les modifications. (cf. Fig.III.22) :

Fig.III.22. Formulaire de modification d'une compétence

D. Espace apprenant

L'espace apprenant est accessible via l'interface d'accueil. En cliquant sur le bouton apprenant un formulaire d'authentification apprenant est affiché

Cet espace est accessible à tous les apprenants qui ont fait une inscription. Si l'apprenant n'est pas inscrit il n'a qu'à cliquer sur le lien [Cliquez ici pour s'inscrire](#) qui se trouve au bas de formulaire d'authentification. Un formulaire d'inscription des apprenants est alors affiché.

Après authentification, l'interface apprenant est chargée(cf. Fig.III.23).

Fig.III.23. espace apprenant

Comme le montre la figure ci-dessus, l'espace apprenant contient les anglets suivants :

- **Voir ontologie** : qui permet à l'apprenant de naviguer dans l'ontologie.
- **Tester compétence** : Permet d'afficher une liste des compétences ainsi les situations problèmes, critères et les consignes, à partir du quelle il peut sélectionner une compétence et afficher l'énoncé de la situation problème. Une fois que l'énoncé est affiché, l'apprenant peut consulter les consignes, le critère associé à la situation problème.

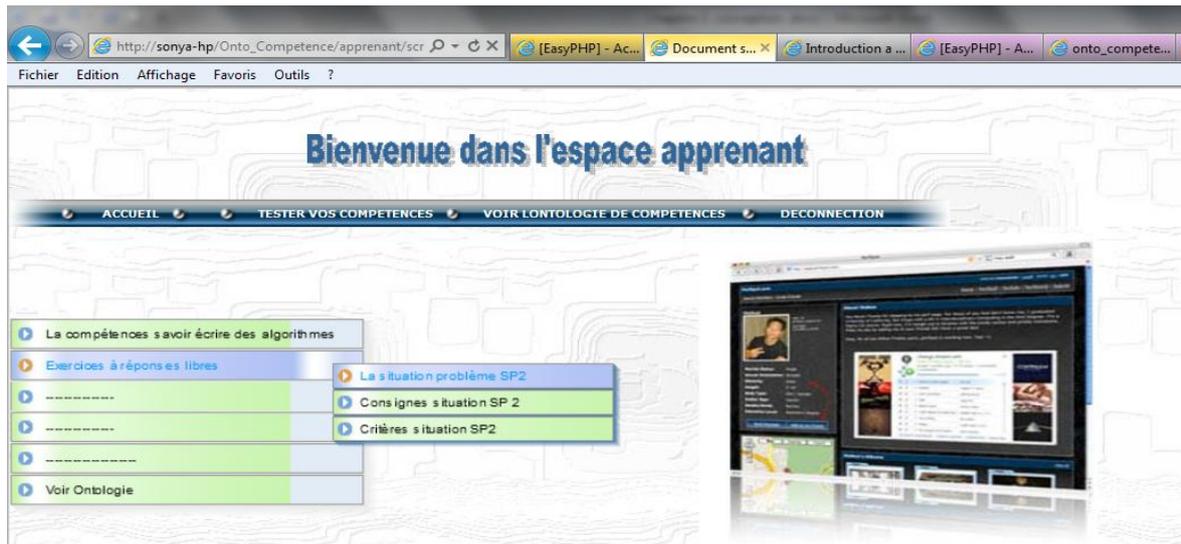


Fig.III.24.interface tester les compétences

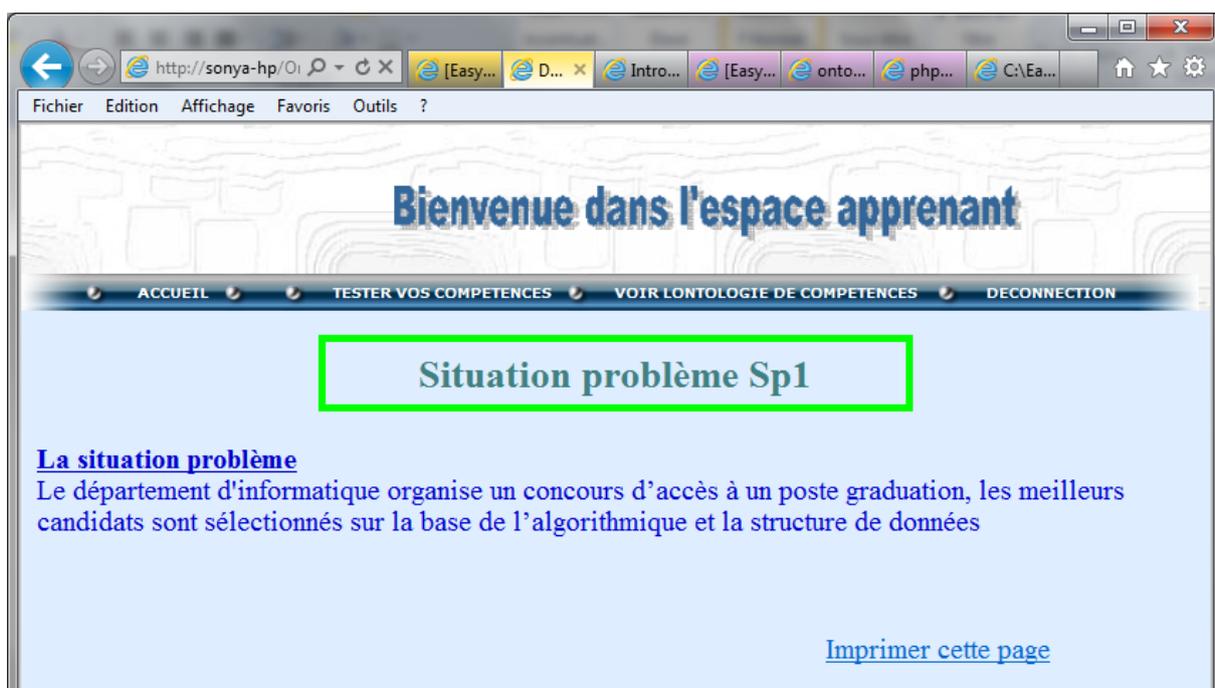


Fig.III.25.Afficher énoncé situation problème

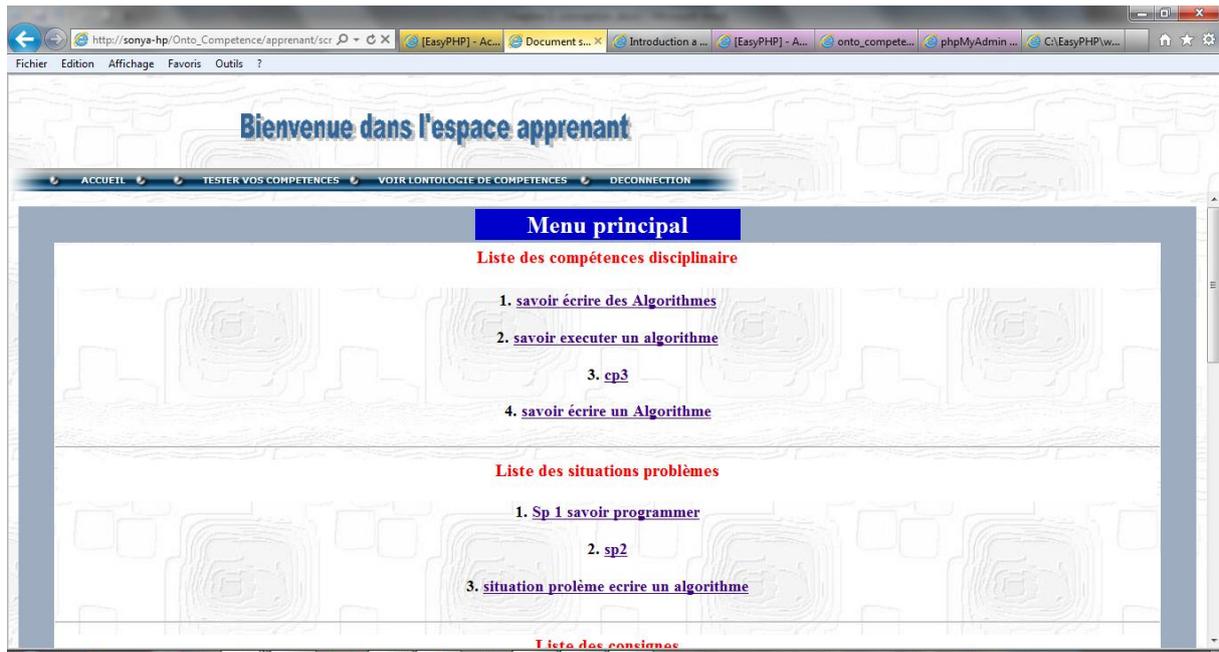


Fig.III.26 navigation dans l'ontologie



Fig.III.27. détails de la situation problème

- **Déconnexion** : Permet à l'apprenant de se déconnecter de son espace de travail et revenir à la page d'accueil.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté la conception et l'implémentation de notre système. Nous avons aussi décrit quelques interfaces d'utilisation, de notre application.

Conclusion générale

Le travail qui nous a été confié consiste à développer une ontologie des compétences à acquérir dans le domaine disciplinaire. Pour atteindre l'objectif fixé, nous avons mené une étude que nous avons décomposée en deux parties.

La première partie est théorique, elle comporte deux chapitres dont lesquelles nous avons abordé et exposé des généralités sur les ontologies, les hypermédias et la notion de compétences.

La seconde partie est pratique, nous l'avons consacrée au développement de l'ontologie qui permet aux utilisateurs (apprenants, auteurs) de créer, d'exploiter et de mettre à jour les connaissances d'un domaine quelconque.

Notons que notre application développée est un site Web géré par un serveur APACHE et un serveur de base de données MYSQL.

Le système développé n'est pas complet, Il serait souhaitable que ce système soit amélioré par :

- Elargir le domaine d'enseignement
- Evaluation des connaissances des apprenants (notation des apprenants) après une session d'apprentissage.
- Implémentation de la navigation adaptée dans l'espace en affinant la définition des paramètres du profil apprenant.

Annexe

UML

Introduction

Face à la diversité des méthodes d'analyse et de conception objet et, en particulier aux différentes notations des mêmes concepts, UML (Unified Modeling Language) représente un réel facteur de progrès par l'effort de normalisation réalisé

En effet, UML constitue une étape importante dans la convergence des notations utilisées dans le domaine de l'analyse et la conception objet puisqu'elle représente une synthèse des trois méthodes :

OMT (Object Modeling Technique) conçue par James Rumbaugh.

OOD (Object Oriented Design) conçue par Grady Booch.

OOSE (Object Oriented Software Engineering) conçue par Ivar Jacobson.

Ces trois méthodes couvrent environ la moitié du marché des méthodes objet.

Par ailleurs, l'adhésion à UML de grandes entreprises comme Microsoft, IBM ou encore ORACLE montre bien l'intérêt qui est porté à cette évolution dans le monde de l'objet.

1. Les concepts de l'UML

Avant de décrire les diagrammes d'UML que nous avons utilisé dans la conception, il est nécessaire de rappeler les concepts de base sur lesquels on s'appuie pour modéliser une réalité.

1.1. Le concept objet : un objet représente une entité du monde réel ou du monde virtuel (pour les objets immatériels) qui se caractérise par une identité, des états significatifs et un comportement.

- **L'identité** d'un objet est la propriété qui permet de distinguer chaque objet par rapport aux autres.
- **L'état** d'un objet correspond aux valeurs de tous ses attributs à un instant donné. Les propriétés sont définies dans la classe d'appartenance de l'objet.
- **Le comportement** d'un objet est défini par l'ensemble des opérations qu'il peut exécuter en réaction aux messages provenant des autres objets. Les opérations sont définies dans la classe d'appartenance de l'objet.

En résumé un objet est défini par son identité, son état et son comportement.

Pour représenter un objet nous avons trois possibilités (cf. figure.1)

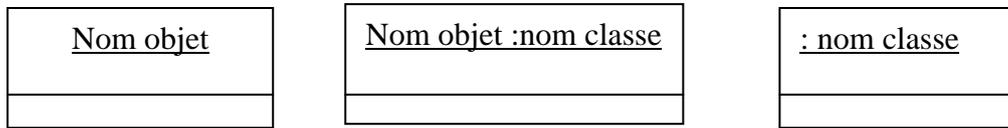


Figure 1. Les trois possibilités de représenter un objet.

1.2. le concept de classe : Le monde réel est constitué de très nombreux objets en interaction, les classes constituent des groupements d'éléments qui se ressemblent constituant ainsi des structures de haut niveau d'abstraction [Muller, 1997]

Une classe est un type abstrait caractérisé par des propriétés (attributs et méthodes) communes à un ensemble d'objets et permettent de créer des objets ayant ces propriétés. Elle est représentée par un rectangle compartimenté comme le montre la figureB.2

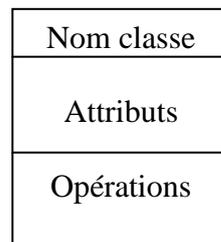


Figure 2. Représentation d'une classe en UML

1.3. Encapsulation et interface : Par rapport à l'approche classique, l'approche objet se caractérise par le regroupement dans une même structure des attributs et de la description des opérations. Ce regroupement des deux descriptions porte le nom d'encapsulation données-traitements. Plus précisément, les données ne sont accessibles qu'à partir des opérations définies dans la classe. Le principe d'encapsulation renforce l'autonomie et l'indépendance de chaque classe et donne une forte potentialité de définition de classe réutilisable. L'ensemble des attributs et opérations d'une classe rendue visible aux autres classes porte le nom d'interface.

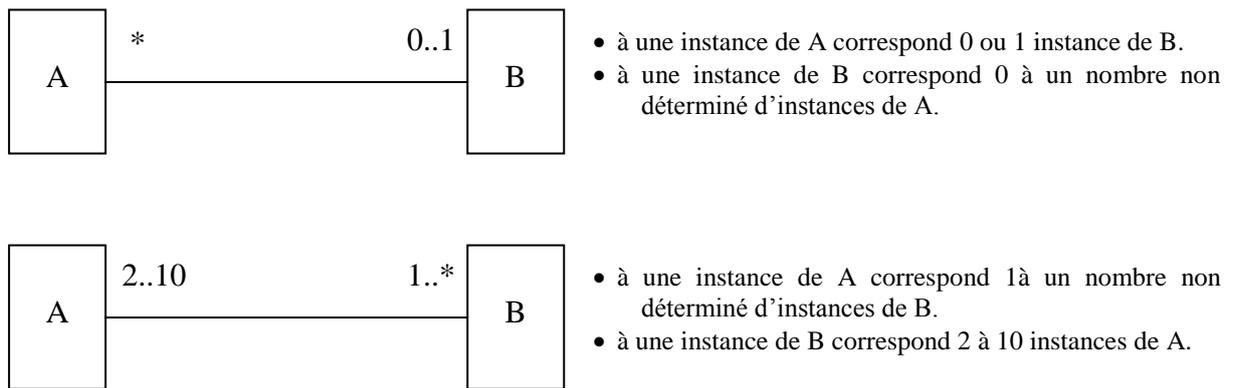


Figure 4.Exemple de multiplicités.

1.5. L'agrégation

L'agrégation est une association qui permet de présenter un lien de type « ensemble » comprenant des « éléments ». Elle exprime le fait qu'une classe est composée d'une ou plusieurs autres classes. La relation composant-composé ou la relation structurelle représentant l'organigramme d'une entreprise sont des exemples types de la relation d'agrégation.

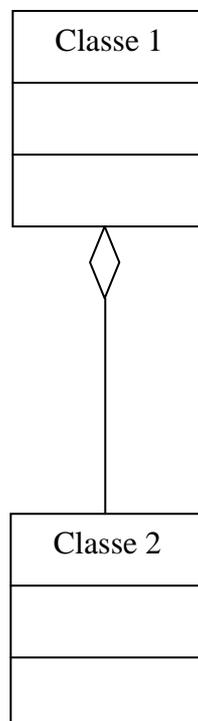


Figure 5. Formalisme de l'agrégation

2. Les diagrammes d'UML

Un diagramme est une représentation graphique d'un ensemble d'éléments qui constituent un système. La plupart du temps, il se présente sous la forme d'un graphe connexe où les sommets correspondent aux éléments et les arcs aux relations. Les diagrammes servent à visualiser un système sous différentes perspectives et sont donc des projections d'un système [Grady, 2001]

UML définit neuf diagrammes qui sont :

- Diagramme des activités
- Diagramme de classes
- Diagramme d'objets
- Diagramme d'états transitions
- Diagramme des cas d'utilisation
- Diagramme de collaboration
- Diagramme de composants
- Diagramme de déploiement
- Diagramme de séquence
-
-

Nous citons dans les paragraphes suivants les diagrammes que nous avons utilisés pour modéliser notre système.

2.1. Le diagramme de classes :

Un diagramme de classes montre la structure statique d'un système. Il permet la visualisation des classes et des relations entre elles. C'est le diagramme pivot de l'ensemble de la modélisation d'un système. Chaque classe se décrit par les données et les traitements dont elle est responsable pour elle-même et vis-à-vis des autres classes. Les traitements sont matérialisés par des opérations. Le détail des traitements n'est pas représenté directement dans le diagramme de classe. Son but est d'expliquer ce qu'il faut réaliser plutôt que d'expliquer comment le réaliser.

2.2. Le diagramme d'objets :

Les diagrammes objets ou diagrammes d'instances montrent des objets et des liens entre ces objets. Ces diagrammes s'utilisent pour montrer un contexte particulier, par exemple avant ou après une interaction [Muller, 1997].

3. Conclusion

Cette annexe a proposé un survol et une présentation brève des principaux concepts de modélisation UML ainsi que leurs notations.

Bibliographie

La Bibliographie

- [Bachimont, 2000] Bachimont B., « *Engagement sémantique et engagement ontologique : conception et réalisation d'ontologies en ingénierie des connaissances* ». Eyrolles, 2000
- [Balla, 2004] Balla A., « *Un modèle générique d'environnement de développement des hypermédias adaptatifs et dynamiques générant des activités pédagogiques* », Thèse de Doctorat d'état en Informatique INI, 2004
- [Baneyx, 2007] Baneyx A., « *Construire une ontologie de la pneumologie, aspects théoriques, modèles et expérimentations* », Thèse de doctorat de l'université paris 6, spécialité : informatique médicale, soutenue le 06 février, 2007
- [Bissonnette, 2001] Bissonnette, « *Comment construire des compétences en classe* », Montréal : Chênevière/McGraw-Hill, 2001.
- [Boutin, 2003] Boutin, G., « *Le Behaviorisme et le Constructivisme ou la guerre des paradigmes* », 2003.
- [Brahimi, 2011] Brahimi C., « *L'approche par compétences Un levier de changement des pratiques en santé publique au Québec* », Février 2011
- [Chabert, 2000] Chabert-Ranwez S., « *Composition automatique de documents hypermédias adaptatifs à partir d'ontologies et de requêtes intentionnelles de l'utilisateur* », Thèse de Doctorat, Université de Montpellier II, Dec 2000.
- [Chikh, 2004] Chikh A., « *Une méthodologie de réutilisation en ingénierie du document : Le système SABRA* », Thèse de Doctorat d'état en Informatique, INI 2004.
- [Corcho, 2000] Corcho O. & Gomez-Perez A., « *Evaluating Knowledge Representation and Reasoning Capabilities of Ontology Specification Languages, Proceedings of the ECAI-00 Workshop on Applications of Ontologies and Problem-Solving Methods* », Berlin, 2000.
- [Delestre, 2000] Delestre N., « *METADYNE, un Hypermédia Adaptatif Dynamique pour l'Enseignement* », Thèse de l'Université de Rouen, Soutenue le 20 Janvier 2000.
- [De Ketele, 2006] De KETELE J-M., « *L'approche par compétences : ses fondements* », Bruxelles : UCL, 2006.
- [Dujardin, 2006] DUJARDIN T., « *De l'apport des ontologies pour la conception de systèmes multiagents ouverts* », mémoire de Master Recherche Informatique, Laboratoire d'Informatique Fondamentale de Lille (UMR USTL/CNRS 8022), Université des Sciences et Technologies de Lille, 2006
- [Fürst, 2002] Fürst F., « *L'ingénierie Ontologique* », Nantes: Institut de Recherche en Informatique de Nantes, 2002
- [Gómez, 1999] Gómez-Pérez A., « *Ontological Engineering: A state of the art* ». *Expert Update*, 1999
- [Grady, 2001] Grady B., « *Guide de l'utilisateur UML* », Edition Eyrolles, 2001

La Bibliographie et la Webographie

- [Gruber, 1993] Gruber, T., "A translation approaches to portable ontologyspecification". Knowledge Acquisition 5, 1993
- [Guarino, 1998] Guarino N., "Formal Ontology and Information Systems", In N. Guarino (Eds), Formal Ontology in InformationSystems, IOS Press, Amsterdam, 1998
- [Jonnaert, 2011] Jonnaert P., « Education Formation-e-296 », Décembre 2011
- [Lavoie, 2007] Lavoie B., « Synthèse de lectures, Notion d'ontologie et construction d'ontologie à partir de corpus de textes », Université du Québec à Montréal, 8 février 2007
- [Laroussi01] Laroussi M., «conception et réalisation d'un système didactiqueHypermedia adaptatif: CAMELEON », Thèse de Doctorat d'état en informatique, **Université EL MANAR, 2001**
- [Mizoguchi, 1998] Mizoguchi R., "A Step Towards Ontological Engineering", Paper presented at the 12th National Conference on AI of JSAI, June 1998
- [Muller, 1997] Muller P-A., « Modélisation Objet avec UML », Edition Eyrolles 1997
- [Pellen, 2008] PellenM.,« Evaluation des compétences scolaires : nouvelles perspectives, Le LABECD », Université de Nantes, 2008
- [Perrenoud, 2000] Perrenoudph.,« L'école saisie par les compétences. In Bosman, C., Gerard, F.-M. et Roegiers, X. (dir.) Quel avenir pour les compétences ? », Bruxelles, 2000
- [Rifai, 2009] RifaiA., « De la pédagogie par objectifs à la pédagogie par compétence », 2009.
- [Sowa, 2000] SOWA J., "ontology, metadata and semiotics in 8th international conference on conceptual structures",2000.
- [Studer, 1998] Studer R., Benjamins R. etFensel D. (1998). "Knowledge Engineering: Principles and Methods". Data Knowledge Engineering.
- [TARDIF, 2006] Tardif J.,«L'évaluation des compétences. Documenter le parcours dedéveloppement, Chenelière Éducation», Montréal, 1998.
- [Villanova, 2002] Villanova-Oliver M., «Adaptabilité dans les systèmes d'information sur le Web: Modélisation et mise en oeuvre de l'accès progressif » Thèse de l'institut national polytechnique de Grenoble, 2002

Webographie

- [Web1] «Adaptive Hypertext& Hypermédia projects (2001), <http://www.is.win.tue.nl/ah/projects.html>
- [Web01] <http://www.pedagogie-medicale.org/articles/pmed/abs/2007/04/pmed20078p232/pmed20078p232.html>
- [Web001] <http://www.marocagreg.com/forum/sujet-de-la-pédagogie-parobjectif-à-la-pédagogie-par-compétence-6925.html>