

521

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université de 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Mathématiques, d'Informatique et des Sciences de la matière
Département Informatique



Mémoire de Fin d'études Master

Filière : Informatique

Option : Informatique Académique

Thème :

**Intégration d'un tuteur intelligent avec un
système hypermédia adaptatif pour la
recommandation des apprenants**

Réalisé par :

- CHAROUF Nasser Eddine
- ONZAIROU Daoud Abdallah

Encadreur :

Dr. FAREK Lazhar

2015/2016

Remerciements

C'est avec un grand plaisir que nous apportons ce modeste travail à tous ceux qui nous ont gratifiés de leur soutien et de leur confiance.

Monsieur FAREK Lazhar, pour la confiance qu'il nous a témoigné en acceptant de diriger ce travail et pour nous avoir accordé de son temps et avoir mis à notre disposition ses compétences et ses conseils pour une meilleure maîtrise du sujet.

Tous les enseignants du département d'informatique, qui ont assisté à nos débuts en informatique, pour leurs précieux conseils.

Nos collègues de fin de cycle, qui nous ont donné leurs encouragements toute la durée de réalisation de ce travail.

Nos familles, qui durant nos études, nous ont toujours donné la possibilité de faire ce que nous voulions et qui ont toujours cru en nous.

Toutes les personnes qui nous ont aidé et soutenu de près ou de loin tout le long de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail

À ma très chère mère, tout ça c'est grâce à toi maman, À mon gentil papa, merci pour ton soutien à toute épreuve.

À mes frères que je les aime énormément et je souhaite le bac pour ma petite sœurs Loubna.

À mon collègue et mon binôme : ONZAIROU Daoud Abdallah

À mes tantes et à mes oncles.

À vous mes amis Boualem, Salah, Abdarrahim, Ahmed, Housseem, Yasser, Saleh, Abdallah et je souhaite le bac pour toi amie hamada.

À notre encadreur Monsieur : FAREK Lazhar.

À tous les étudiants de notre promo. À tous ceux qui m'ont encouragé. À tous ceux qui m'ont aidé et qui ont contribué d'une façon ou d'une autre à la réalisation de ce travail.

CHAROUF NASSEREDDINE

Dédicaces

Dédicace

Je ne peux pas commencer ce dédicace sans prononcer gloire à **Allah** le tout puissant et tout miséricordieux de m'avoir donné la force, la santé et le courage de réaliser ce travail.

A celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur, ma réussite, qui a cru en moi et qui m'a encouragée jours et nuits, ma ravissante mère **Fatima Abdallah**.

A mes adorables tentes **Mme Halima Abdallah, Mme Andrifat Abdallah** ainsi que **Mme Halouwa Abdallah** qui sont toujours présentes pour moi, qu'elles s'occupèrent de moi depuis mon enfance en me donnant tous ce que je veux. Sans oublier leurs maris. A Mr. **Youssef Abdallah**.

A tous mes frères et des sœurs sans oublier non adorable grand frère **Iriadhui Daoud Abdallah** qui m'a aidé jusqu'ici.

Je dédie ce travail à Monsieur **Daoud Abdallah** qui me disais toujours sur le savoir et le primordiale de toutes bonnes choses au monde.

A tous mes amis de proche et de loin, à mes collègues de l'université **Mohammed moussa body, Oumou koulthoum, Diarra Salimata**.

A mon binôme **CHAROUF NASSEREDDINE** et à tous mes amis d'enfance.

A mes enseignants sans oublier mon encadreur **Mr. FAREK Lazhar**.

A toutes la promotion 2016 et le département informatique.

Je ne peux pas terminer sans avoir remercié **Mr. Mahmoud Rachid** un père exemplaire pour notre famille.

Je vous dédie ce travail et merci beaucoup.

Onzairou Daoud Abdallah

Résumé

L'adaptation de l'information en mode hypermédia est un domaine en pleine expansion. L'enseignement et l'éducation constituent un domaine privilégié de systèmes bâtis autour des hypermédias dits adaptatifs. Le but de ces systèmes est de mettre à la disposition de l'apprenant quel que soit son profit d'informations pertinentes au travers d'interface transparente, dotées de capacités à évoluer en cours de l'interaction de l'apprenant avec le système.

Ce travail se situe dans le cadre de la réalisation d'environnements d'apprentissage humain utilisant les systèmes tutoriels intelligents. Dans ce contexte, nous proposons d'intégrer un système tutoriel intelligent dans un système hypermédia adaptatif dont l'objectif est de fournir une aide pédagogique à l'apprenant sans l'intervention de formateur. Dans cette perspective, l'obtention d'informations profitables sur le prérequis d'apprenant permet de mieux orienter son auto apprentissage.

Mots clés

Système Hypermédia Adaptatif (SHA), Système Tutoriel Intelligent (STI), Ressources Pédagogiques, Apprenant, Apprentissage, Style d'apprentissage, Style Actif, Style Réfléchi, Style Théorique, Style Pragmatique.

Table des matières

Résumé	I
Table des matières	II
Liste des figures.....	V
Liste des tableaux.....	VII
Introduction générale	1
Problématique	3
Motivation.....	4
Organisation	5
Partie 1. Etat de l'art	6
Chapitre 1 : Les Systèmes Hypermédias Adaptatifs (SHA)	7
1.1. Introduction	7
1.2. Hypermédias classiques	7
1.2.1 Définitions	7
1.2.2 Définition structurelle	8
1.2.3 Définition fonctionnelle	8
1.3. Origines des termes hypertexte et hypermédias	8
1.4. Concept de base d'un hypertexte/hypermédia.....	9
1.4.1 Concept de nœud.....	11
1.4.2 Concept de lien.....	12
1.5. Problèmes soulevés par les hypermédias	12
1.6. Les Hypermédias adaptatifs.....	13
1.6.1 Principe et définition	13
1.7. Adaptation dans les hypermédias	14
1.7.1 Méthodes et techniques d'adaptation	14
1.8. Les composants principaux des SHA	17
1.9. Domaines d'application des SHA.....	18
1.10. Conclusion.....	19

Chapitre 2 : Les Systèmes Tutoriels Intelligents	20
2.1. Introduction	20
2.2. Historique et définition.....	21
2.3. Modèles du système tutoriel intelligent.....	21
2.3.1 Modèle de l'apprenant	22
2.3.2 Modèle du domaine	22
2.3.3 Modèle pédagogique	23
2.3.4 Modèle de communication.....	25
2.4. Architecture classique du système tutoriel intelligent.....	25
2.5. Les stratégies pédagogiques	26
2.6. Milieu d'intervention des STI	27
2.7. Conclusion	28
Partie 2. Notre Système	29
Chapitre 3 : Conception	30
3.1. Introduction	30
3.2. Méthodologie de conception	30
3.3. Modèle de domaine	31
3.3.1 Technique de représentation	33
3.4. Profil de l'utilisateur.....	37
3.4.1. Modèles de style d'apprentissage	37
3.4.2. Les différents styles d'apprentissage.....	38
3.5. Modèle d'adaptation	44
3.5.1. Caractéristiques d'un apprenant	46
3.5.2. Techniques d'adaptation	47
3.6. Modèle d'objet pédagogique	48
3.7. Conclusion	50
Chapitre 4 : Implémentation.....	51
4.1. Introduction.....	51
4.2. Environnement de l'ordinateur.....	51
4.3. Présentation des outils de developpement.....	51
4.3.1. EasyPHP.....	52
4.3.2. Sublime text3.....	53

4.3.3.	PHP.....	55
4.3.4.	MySQL.....	56
4.3.5.	HTML.....	56
4.3.6.	Apache.....	56
4.3.7.	JavaScript.....	57
4.4.	Présentation de l'application.....	57
4.4.1.	Espace administrateur.....	58
4.4.2.	Espace apprenant.....	62
4.5.	Conclusion.....	70
	Conclusion générale.....	71
	Bibliographie	72

Liste des figures

Figure 1. <i>Organisation du travail</i>	5
Figure 1.1. <i>Représentation d'hypertexte</i>	10
Figure 1.2. <i>Partie d'un réseau hypertexte se rapportant au concept d'hypertexte</i>	10
Figure 1.3. <i>Exemple de nœud d'information</i>	11
Figure 1.4. <i>Exemple de nœud composé</i>	11
Figure 1.5. <i>Méthodes et techniques de la représentation</i>	15
Figure 1.6. <i>Méthodes et techniques de la navigation adaptative</i>	16
Figure 2.1. <i>Architecture classique de STI</i>	26
Figure 3.1. <i>Architecture conceptuelle de SHA</i>	31
Figure 3.2. <i>Exemple d'une relation entre deux entités pédagogiques</i>	31
Figure 3.3. <i>Diagramme sur la notion de concept</i>	32
Figure 3.4. <i>Modèle de domaine</i>	32
Figure 3.5. <i>Modèle d'apprentissage expérimentale</i>	38
Figure 3.6. <i>Cycle d'apprentissage</i>	41
Figure 3.7. <i>Représentation de parcours pédagogique</i>	45
Figure 3.8. <i>Caractéristique apprenant</i>	46
Figure 3.9. <i>Des concepts ont des objets pédagogiques</i>	48
Figure 3.10. <i>Modèle pédagogique complet</i>	49
Figure 4.1. <i>EasyPHP</i>	52
Figure 4.2. <i>Interface principale d'EasyPHP serveur 16.1.1</i>	53
Figure 4.3. <i>Sublime Text</i>	54

Figure 4.4. <i>Interface principal de notre application</i>	57
Figure 4.5. <i>Page de connexion administrateur</i>	58
Figure 4.6. <i>Interface principal compte administrateur</i>	59
Figure 4.7. <i>Ajout d'une formation</i>	59
Figure 4.8. <i>Liste des formations disponibles</i>	60
Figure 4.9. <i>Contenu d'une formation</i>	60
Figure 4.10. <i>Contenu des concepts de la formation</i>	60
Figure 4.11. <i>Les des cours pour chaque concept</i>	61
Figure 4.12. <i>Illustration pour le concept structure d'un programme java</i>	61
Figure 4.13. <i>Exemple pour le concept structure d'un programme java</i>	62
Figure 4.14. <i>Ajout des concepts</i>	62
Figure 4.15. <i>Formulaire d'inscription</i>	63
Figure 4.16. <i>Typologie des styles d'apprentissage</i>	63
Figure 4.17. <i>Test pour le style d'apprentissage</i>	64
Figure 4.18. <i>Choix de l'ordre de réception du contenu pédagogique</i>	65
Figure 4.19. <i>Page d'accueil de la formation</i>	66
Figure 4.20. <i>Outils nécessaires pour la formation JAVA</i>	66
Figure 4.21. <i>Test de niveau</i>	67
Figure 4.22. <i>Environnement d'apprentissage du langage java</i>	68
Figure 4.23. <i>Pages contenant les médias recommandés pour l'apprenant</i>	69
Figure 4.24. <i>Profil de l'apprenant</i>	70

Liste des tableaux

Tableau 1. <i>Description des styles d'apprentissage de Honney et Munford</i>	39
--	----

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION

Les systèmes hypermédias adaptatifs (SHA), est un domaine de recherche qui essaye de fournir à l'utilisateur un contenu adapté à ses besoins. Les SHA sont utilisés dans plusieurs domaines d'application telle que les systèmes éducatifs, les systèmes d'information en ligne, les systèmes d'aide en ligne et les systèmes de recherches d'information.

Un SHA est un ensemble de nœuds et de liens qui permettent à l'utilisateur de naviguer dans la structure de l'hyperespace et de personnaliser dynamiquement les différents aspects visuels de l'hypermédia aux besoins de l'utilisateur.

Les systèmes hypermédias adaptatifs contiennent en générale trois modèles pour l'adaptation des hypermédias aux besoins de l'utilisateur. Ces modèles sont : le modèle de domaine qui est une représentation du sujet de l'hypermédia par des concepts et des liens entre eux, le modèle de l'utilisateur (nommé modèle apprenant) qui représente les caractéristiques de l'utilisateur et ses besoins et le modèle d'adaptation qui contient les règles nécessaires à l'adaptation. Brusilovsky [2], distingue deux types de modèles d'utilisateur, les modèles qui représentent les caractéristiques de l'utilisateur tel que la connaissance, les intérêts ou les buts et les modèles qui représentent le contexte de l'utilisateur tel que le lieu où la plateforme de l'utilisateur.

Le système tutoriel intelligent est une représentation structurée des objets pédagogiques à enseigner en termes de capacité, d'objectifs dont la réalisation contribue à l'acquisition de capacités et de ressources pédagogiques (exercices, problèmes, démonstration, vidéos, simulation, etc.). Tous ces éléments sont organisés dans des structures de connaissances destinées à soutenir l'enseignement [18].

Dans notre approche, le tuteur intelligent permet de guider, conseiller l'apprenant lors de la navigation.

PROBLEMATIQUE

Les systèmes hypermédias sont devenus très populaires grâce aux facilités qu'ils offrent à l'apprenant d'accéder à l'information. Ils offrent un ensemble de chemins permettant à chaque apprenant de choisir son trajet parmi les données.

Les hypermédias classiques fournissent les mêmes pages aux différents utilisateurs (apprenants) même si la population des utilisateurs est diverse (différentes connaissances, différents buts, etc.).

En plus de l'adaptation de l'hypermédia, les hypermédias présentent d'autres problèmes. En effet, si la participation de l'apprenant à la séquence éducative peut être actuellement considérée comme performante, la surcharge cognitive et la désorientation de l'apprenant au sein d'un hypermédia demeurent des problèmes majeurs. Il est ainsi très courant de constater lors de l'utilisation d'un hypermédia, que l'apprenant, au bout de quelques minutes de navigation et de recherche, ne connaisse plus réellement sa position par rapport aux notions qu'il vient de consulter.

Le contexte de cette étude est l'intégration d'un tuteur intelligent avec un système hypermédia adaptatif pour la recommandation des apprenants dont le scénario pédagogique prévoit des interventions tutorielles pour assurer la bonne conduite pédagogique de la session d'apprentissage, en s'adaptant aux objectifs et aux capacités intellectuelles de l'apprenant.

MOTIVATION

L'objectif d'un enseignant est de transférer la connaissance le plus efficacement possible. Pour ce faire, un enseignant ne doit pas seulement maîtriser sa matière, mais aussi employer une bonne stratégie pédagogique. Un pédagogue va utiliser le feedback de l'apprenant pour déterminer comment adapter sa stratégie. Par exemple, un enseignant réalise que l'apprenant n'arrive pas à suivre les cours, il va changer sa stratégie afin de gagner son intérêt.

L'objectif d'un STI est de simuler un bon tuteur, non seulement expert dans son domaine, mais aussi un bon pédagogue. Il semble évident qu'un bon enseignant est une personne intelligente, et donc de la même manière, un STI offrira un enseignement plus adapté et plus efficace qu'un système tutoriel traditionnel.

La plupart des STI actuels choisissent et adaptent leurs stratégies pédagogiques en fonction des performances, connaissances et préférences de l'apprenant.

ORGANISATION

Ce présent travail est organisé suivant les deux domaines qu'il touche, les SHA et les STI, comme suit : La première partie est composée de deux chapitres, présentant un état de l'art sur les systèmes hypermédias adaptatifs, et les systèmes tutoriels intelligents respectivement. Le premier chapitre présente une vue générale sur les SHA, ses objectifs et ses limites en termes d'adaptation. Le second chapitre expose les STI, et leurs objectifs, en montrant l'utilité du tuteur intelligent qui a comme objectif d'orienter, diriger et aider l'apprenant à partir de son profil et ses préférences d'apprentissage et de s'adapter afin de pouvoir satisfaire ses besoins pédagogiques.

Une deuxième partie qui constitue le cœur de notre travail, est composée de deux chapitres 3 et 4. Le troisième chapitre consacré à la conception de notre système, met au point des détails sur la démarche de notre travail, en présentant les différents modèles conceptuels de notre système. Un quatrième chapitre qui mettra fin à notre travail qui est l'implémentation, dans lequel, nous avons montré et expliqué les différentes étapes de notre application en présentant le fonctionnement des différents modules de notre système. La figure 1, donne a perçu général sur l'organisation des chapitres.

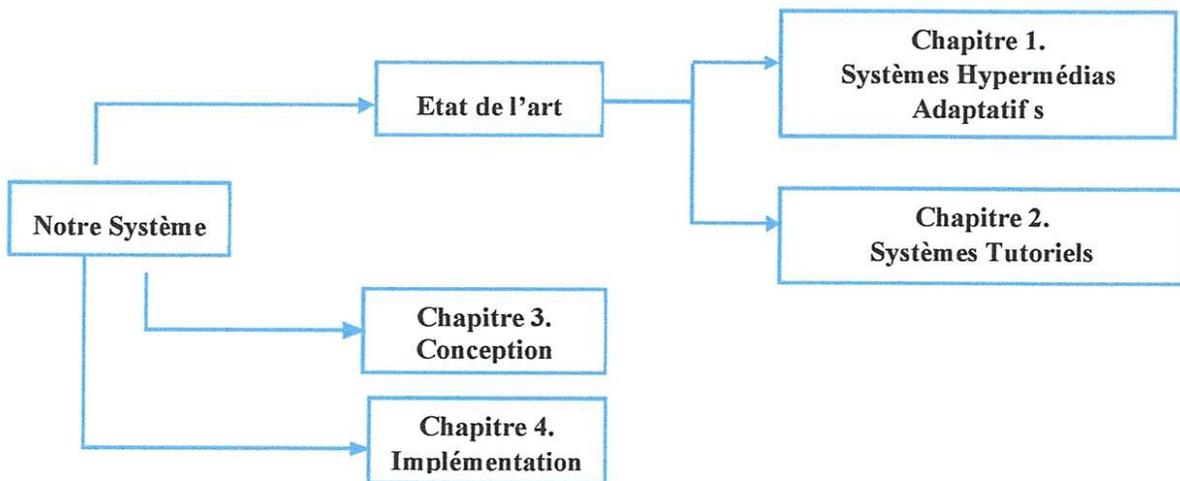


Figure 1. Organisation du travail

ETAT DE L'ART

LES SYSTEMES HYPERMEDIAS ADAPTATIFS (SHA)

1. 1. Introduction

Dès le début des années 1990, un certain nombre de recherches [1] ont mis en évidence les limites des systèmes hypermédia statiques qui proposent le même contenu à des utilisateurs dont les besoins sont différents. De ce constat ont émergé les premières études qui s'intéressent aux diverses façons d'adapter l'information aux spécificités de chaque individu. Les principales applications s'intéressent alors à la personnalisation de ressources éducatives en ligne [2] et donnent peu à peu naissance au domaine des Système Hypermédia Adaptatifs (SHA).

Aujourd'hui, les ressources de contenu hypertexte et hypermédia sont de plus en plus nombreuses. Les utilisateurs, n'ont pas tous les mêmes besoins, les mêmes connaissances.

Les but des systèmes hypermédias adaptatifs (SHA) est de proposer des contenus qui correspondent aux besoins de l'utilisateur et une présentation adéquate des ressources sélectionnées, en fonction des préférences de l'utilisateur.

Dans le présent chapitre, nous abordons les notions théoriques et techniques menées dans le cadre hypertexte/hypermédias. Nous détaillons les systèmes hypermédias adaptatifs (SHA), sur lesquels focalise notre travail

1.2. Hypermédias classiques

1.2.1. Définitions

Les hypermédias sont des ensembles d'hypertextes et hypermédias qui peuvent être défini suivant deux points de vu. On peut les définir du point de vue de leurs structures et du point de vue de l'interaction entre l'utilisateur et le système.

1.2.2. Définition structurelle

Un hypertexte est défini comme étant un système composé de nœuds et de liens. Les nœuds peuvent être composés d'informations textuelles, on parle alors d'hypertexte, d'informations multimédias, tels que des images, des graphes, 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, 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.

1.2.3. Définition fonctionnelle

L'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 étendue comme un paragraphe, une image ou une page. Ce mécanisme permet donc à l'utilisateur de se diriger librement dans l'hypertexte.

1.3. Origines des termes hypertexte et hypermédias

Vannevar Bush ancien conseiller scientifique du président américain F.D. Roosevelt, est considéré comme le grand père de l'hypertexte. Son rôle fondateur dans l'histoire de l'hypertexte est lié à son article intitulé '*As we may think*' (dans la revue '*Atlantic Monthly*' [3]), où il décrit son projet MEMEX (MEMorindEX) dans lequel il propose un dispositif qui permet à l'utilisateur de créer des index associatifs mémorisant des liens entre des items reliés sémantiquement. MEMEX est décrit comme une machine multimédia à base de microfilms, où un individu peut stocker ses livres, ses enregistrements et autres documents et qui lui permet de scanner les documents qui l'intéressent. A l'époque déjà, Bush présentait les caractéristiques fondamentales des systèmes hypertextes actuels, malheureusement ce projet ne verra pas le jour, car l'idée était trop en avance par rapport à la technologie de l'époque.

L'arrivée des ordinateurs a permis de rendre disponibles la plupart des fonctionnalités de MEMEX, mais en adoptant des techniques différentes de celle imaginée par Bush.

Ainsi, Théodor Nelson est le premier à avoir inventé vers les années 60 le terme hypertexte en décrivant son premier projet hypertextuel Xanadu qui n'a jamais vraiment fonctionné. Dans son projet il a imaginé un réseau de machines coopérantes qui donne accès à un immense ensemble de connaissances réparties [4], une sorte de bibliothèque universelle réunissant des ouvrages connus et à laquelle chacun pouvait accéder.

Connu comme l'inventeur du développement d'interfaces utilisateurs conviviales, coopératif et de la « souris » qui accompagne maintenant tous les ordinateurs, Engelbart est le premier à avoir implanté les idées hypertextes en 1968 [4], en utilisant une base de données textuelles NLS (*oN line System*) devenue ensuite AUGENT qui est reconnue comme le premier hypertexte fonctionnel. Cette base est utilisable dans un environnement réseau multi-utilisateurs permettant de lier entre eux des segments de fichiers et de travailler en collaboration [5].

Dans ce qui suit nous utilisons indifféremment les termes hypertexte et hypermédia vu que le principe sur lequel ils reposent est le même.

1.4. Concept de base d'un hypertexte/hypermédia

Conklin explique ceci en disant : « le concept d'un hypertexte est tout à fait simple : des fenêtres sur écran sont associés à des objets dans une base de données (BDD) et des liens sont fournies entre ces objets : graphiques sur écran (comme des signes libellé) et dans la base de données (comme des pointeurs) » (Figure 1.1). Donc l'hypertexte peut être assimilé à un réseau des nœuds et des liens, qui va être stocké pour devenir la base de données de l'hypertexte. Ce réseau correspond à la structure du domaine concerné par l'hypertexte ou au réseau sémantique de l'utilisateur. Les liens sont employés pour structurer la base hypertexte et mettre en œuvre des outils de localisation et d'exploitation des nœuds.

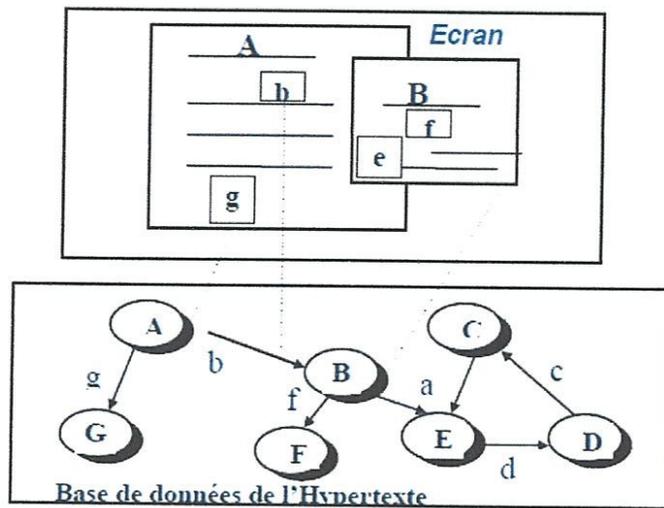


Figure 1.1. Représentation d'hypertexte

Afin de mieux comprendre le concept de l'hypertexte, pour les nœuds et les liens nous présentons un exemple rapportant au concept de l'hypertexte lui-même (Figure 1.2).

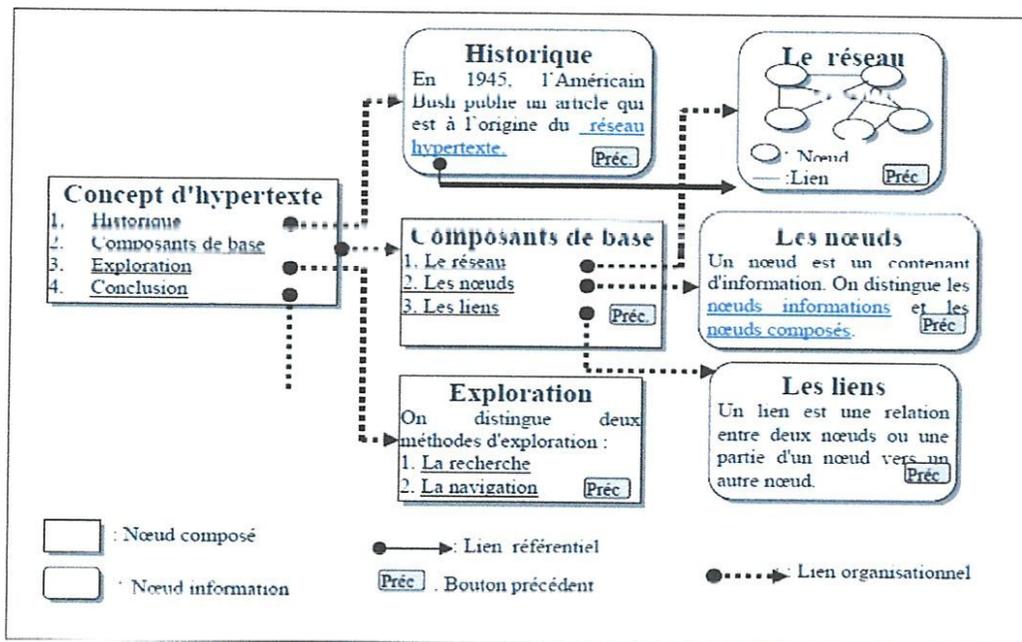


Figure 1.2. Partie d'un réseau hypertexte se rapportant au concept d'hypertexte

1.4.1 Concept de nœud

Un nœud est un contenant d'information appelé aussi bloc, ilot ou frame selon les auteurs. Il est considéré comme une granule d'information exprimant une idée ou un concept unique si possible. La granularité d'un nœud est plus ou moins fine suivant les besoins du concepteur. Chaque nœud est caractérisé par une identification (nom du nœud, nom de l'auteur, date de création), un type (référence illustration, note, etc.), une présentation (la nature de l'information) et une situation par rapport aux autres nœuds. Les nœuds d'information (Figure 1.3) et les nœuds composés (Figure 1.4) [6].

Les nœuds d'information peuvent être de nature différente (texte, images, son, vidéo, etc.). Ils sont considérés comme des contenant d'information indivisible de divers types (définition, attribue, référence, exemple, etc.) représentés par des supports pouvant être une page, un écran, une fenêtre (une partie d'écran) si l'information est textuelle. Si l'information n'est pas textuelle, les supports peuvent être des graphiques, des animations, des sequences des vidéos ou d'audio, etc.

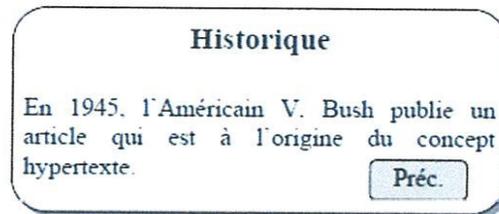


Figure 1.3. Exemple de nœud d'information

Les nœuds composés permettent d'organiser et de classifier des ensembles des nœuds. Ils sont essentiellement utiles pour traduire la structure logique d'un document et avoir accès par une référence unique à un ensemble des nœuds. Ils permettent d'établir des plans, des tables de matières et d'avoir des vues partielles ou globales du réseau [7].

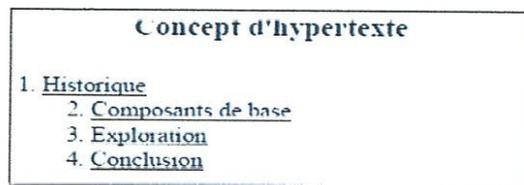


Figure 1.4. Exemple de nœud composé

1.4.2 Concept de lien

Les liens constituent le principal moyen pour organiser des documents de manière non séquentielle. Ils définissent les associations sémantiques entre les nœuds. Un lien est orienté, c'est-à-dire qu'il définit une association entre un nœud origine et un nœud destination. Ils sont visualisés sur l'écran par les points d'ancrage. Un point d'ancrage à une représentation d'un lien à un nœud. Cet ancrage est souvent matérialisé par un bouton (mise en relief par des activités de texte, encadrement ou icône), un clic ou double clic sur un bouton avec un périphérique de pointage (souris, stylo optique, doigt sur écran tactile, etc.) amène directement le lecteur au nœud correspondant à la destination du lien choisi. On distingue deux types de liens ; les liens hiérarchiques et les liens de référence [6] [8].

Un lien hiérarchique appelé aussi 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, ou entre un élément d'un nœud et un élément de référence d'un nœud destinataire. Un lien de référence traduit une relation sémantique entre un nœud source (la référence) et un nœud destinataire (le référant). Un lien de référence peut être uni ou bidirectionnel.

1.5. Problèmes soulevés par les hypermédias

Outre leur facilité de concevoir et d'utilisation, les hypermédias ont été critiqués comme étant des systèmes qui augmentent la charge cognitive de l'utilisateur [9]. En effet, ces systèmes sont conçus de façon à ce que les mêmes pages et les mêmes liens soient présentés à tous les utilisateurs. Or ceci se différencie les uns des autres selon leur besoins, leur expériences, leur connaissances sur le sujet qu'ils traitent, etc. Ainsi, ils ne seront pas forcément intéressés par les mêmes informations et les mêmes chemins ou liens de navigation. En empruntant des chemins inintéressants, l'utilisateur peut facilement se perdre dans l'hypermédia et être surchargé cognitivement par les informations et les liens inutiles. Ceci, peut entraîner une mauvaise représentation mentale du document qu'il parcourt.

Afin de réduire la charge cognitive de l'utilisateur et les risques d'incompréhension du document qui en résulte, les hypermédias adaptatifs sont nés.

1.6. Les hypermédias adaptatifs

1.6.1 Principe et Définition

Les recherches ont essayé de minimiser l'aspect négatif des hypermédias dits classique (traditionnels) en créant des hypermédias adaptatifs. La caractéristique essentielle de ces systèmes est la possibilité de fournir une adaptation de l'hypermédia en se basant sur le modèle de l'utilisateur. En effet, si on se réfère à la définition de Peter Brusilovsky qui est le premier à décrire et analyser ces systèmes : « *Par [système] hypermédia adaptatif nous entendons tout (hypertexte ou) hypermédia qui reflète certains caractéristiques particulières d'un individu dans un modèle d'utilisateur, et applique ce modèle pour adapter des aspects visibles de ces systèmes à cet utilisateur* » [10].

Les systèmes hypermédias adaptatifs sont des systèmes hypermédias qui reflètent quelques caractéristiques de l'utilisateur dans un modèle d'utilisateur et utilisent ce modèle en adaptant différents aspects du système à l'utilisateur [10]. Selon cette définition un système hypermédia adaptatif doit remplir les conditions suivantes.

- Doit être un système hypermédia permettant la navigation dans un hyperespace du domaine d'application ;
- Doit inclure un modèle d'utilisateur pour décrire l'utilisateur ;
- Doit fournir un mécanisme d'adaptation pour permettre l'adaptation de l'hypermédia selon l'état du modèle de l'utilisateur.

Les systèmes hypermédias adaptatifs utilisent un modèle de l'utilisateur pour rassembler des informations sur sa connaissance, buts, expériences, etc. pour adapter le contenu et la structure de navigation. Par exemple, pour un utilisateur novice, on lui présente des informations plus préliminaires avant d'entrer dans les détails. Cependant, la même information ne serait pas intéressante pour un expert. Ici, le choix de bonne information au bon temps est la tâche du modèle de l'utilisateur.

Les systèmes hypermédias adaptatifs sont donc des systèmes qui constituent un modèle d'utilisateur plus ou moins automatique. Ils utilisent ce modèle afin de fournir un effet d'adaptation ; cet effet d'adaptation consiste à modifier l'information hypermédia initialement construit pour un large public.

1.7. Adaptation dans les hypermédias

Dans les hypermédias adaptatifs, l'espace d'adaptation est limité aux nœuds et liens de l'hypermédia. L'adaptation dans ces systèmes est donc l'adaptation de navigation (des liens) et de la présentation des pages (des nœuds) à l'utilisateur durant ses interactions avec le système.

D'après Brusilovsky, l'adaptation est définie par deux catégories : *l'adaptation de contenu* (ou présentation adaptative) et *l'adaptation de la navigation* (ou navigation adaptative) [11].

1.7.1 Méthodes et techniques d'adaptation

Plusieurs méthodes et techniques d'adaptation ont été élaborées. En empruntant la terminologie proposée par Brusilovsky, une méthode d'adaptation désigne une idée au niveau conceptuel, une manière d'envisager une adaptation. Une technique d'adaptation correspond aux moyens mis en œuvre pour implémenter une méthode. Les techniques font partie du *niveau implémentation* d'un hypermédia adaptatif. Chaque technique peut être présentée par un type spécifique de représentation des connaissances et par un algorithme d'adaptation spécifique. Une méthode peut être implémentée grâce à différentes techniques et, une technique peut être utilisée par plusieurs méthodes. Ces techniques utilisées seules ou combinées permettent une action d'adaptation dans le système.

➤ Adaptation du contenu

L'objectif 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 objectifs, ses préférences, etc. le contenu peut être adapté de plusieurs façons, parmi les plus courantes on distingue (Figure 1.5).

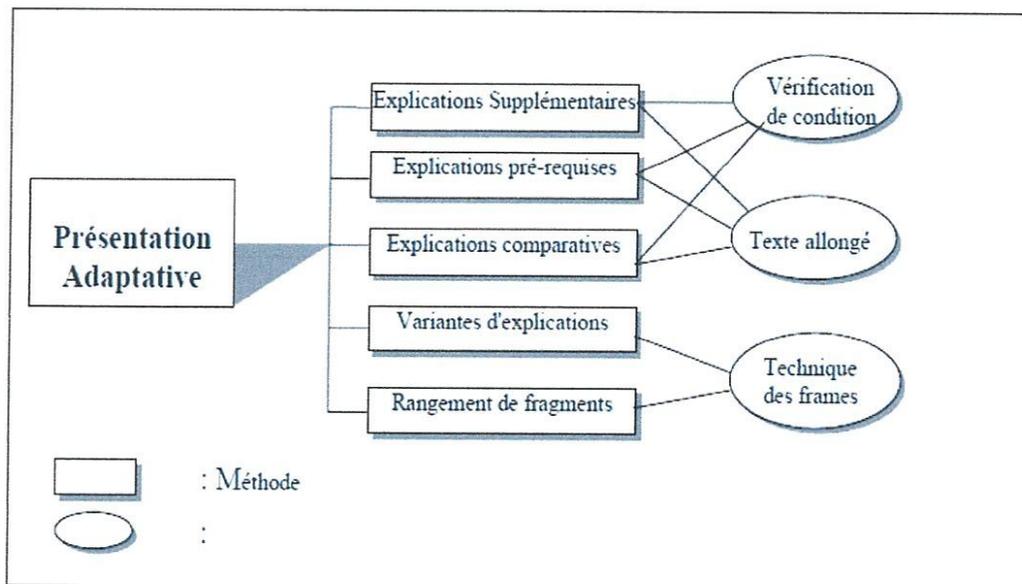


Figure 1.5. Méthodes et techniques de la représentation

L'explication additionnelle, pré_requis ou *comparative* au sujet d'un concept de base défini pour l'ensemble des utilisateurs. L'explication additionnelle consiste à présenter à l'utilisateur quelques parties de documents selon certaines conditions. L'explication pré_requis permet d'insérer des explications sur tous les concepts pré requis qui ne sont pas suffisamment maîtrisés par l'utilisateur. La méthode des explications comparative consiste à mettre en place des liens entre des concepts similaires. Si un concept similaire à celui déjà connu doit être présenté, l'utilisateur aura une explication comparative qui souligne les similarités et les différences entre les concepts courants et ceux déjà assimilés. Les explications comparatives sont particulièrement efficaces dans le domaine de l'EAO.

Les variantes d'explication consistent à choisir parmi plusieurs alternatives, celle qui est adéquate à un utilisateur donné. Cette méthode défend l'hypothèse qu'il faut prévoir différentes présentations des informations pour différents types d'utilisateurs. Dans cette méthode, le concepteur prévoit plusieurs variantes des pages ou de fragments et l'utilisateur reçoit la variante de page ou de fragment correspondant à son modèle.

Le *tri de fragment*, le système trie les fragments selon leur pertinence par rapport à l'utilisateur. Ainsi l'ordre de la présentation peut changer selon le modèle de l'utilisateur. Par exemple, certains utilisateurs peuvent préférer voir un exemple avant une définition ou vice versa.

➤ Adaptation de navigation

L'objectif de la navigation adaptative est d'aider les utilisateurs à trouver leur chemin dans l'hypermédia en adaptant la façon de présentation des liens aux caractéristiques (connaissances, objectifs, etc.) des utilisateurs. Dans un environnement hypermédia, la navigation se fait en manipulant des liens contextuels et des liens non contextuels. Les liens contextuels sont des liens qui se trouvent dans le texte du document comme les ancres hypertextes. Les liens non contextuels sont les liens indépendants du contenu du document. Ils se présentent sous la forme de boutons, de menu ou d'index. L'adaptation de la navigation permet d'éviter à l'utilisateur de suivre des chemins le menant à des informations non pertinents. Les méthodes permettant le guidage sont dans (figure 1.6).

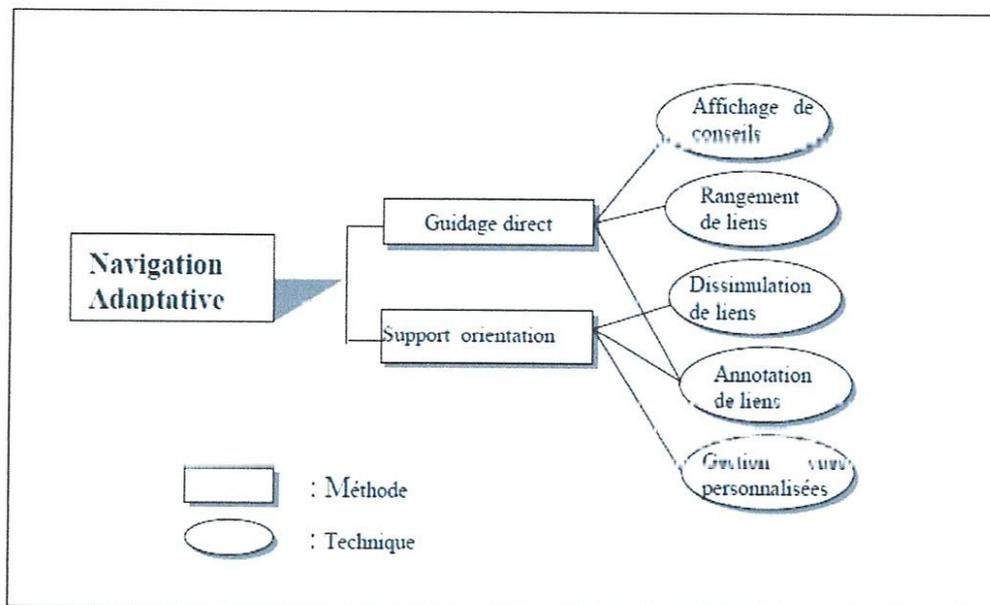


Figure 1.6. Méthodes et techniques de la navigation adaptative

Pour aider l'utilisateur à trouver le plus court chemin pour accéder à l'information qu'il cherche, deux méthodes sont envisagées :

- ✓ La première **appelée guidage direct** permet de suggérer étape par étape le lien suivant à actionner.
- ✓ La seconde consiste **trier les liens** potentiels par ordre décroissant de pertinence, l'utilisateur choisi le lien en tête de la liste. Elle est équivalente à la première mais laisse à l'utilisateur la liberté de choisir d'autre chemin.

Guidage direct est la technique la plus utilisée car simple à mettre en œuvre. Elle est basée sur l'ajout d'un lien hypertexte nommé « suivant » qui permet d'accéder à la page en adéquation avec les objectifs de l'utilisateur dans le contexte courant. Il décide du meilleur nœud suivant à visiter pour l'utilisateur.

Ces méthodes sont souvent utilisées dans les systèmes de recherche d'information, les systèmes d'aide en ligne ainsi que dans les hypermédias éducatifs.

Le support d'orientation a pour objectif d'orienter l'utilisateur dans l'hypermédia, en lui indiquant où il est, d'où il vient ainsi où il peut aller.

1.8. Les composants principaux des SHA

Les hypermédias adaptatifs sont des systèmes dynamiques qui reposent sur le modèle du domaine et le modèle de l'utilisateur. Ces deux modèles constituent un préalable pour la modélisation de l'adaptation.

- ✓ **Modèle du domaine** correspond aux domaines de connaissances à mettre à la disposition des utilisateurs dans le système. Ces connaissances bénéficient des techniques de représentation des connaissances issues de l'IA.
- ✓ **Profil de l'utilisateur** ; pour chaque utilisateur, il représente ses caractéristiques appropriées à l'adaptation. Par exemple, les préférences de l'utilisateur, les connaissances, les buts et l'histoire de navigation.
- ✓ **Modèle d'adaptation**, qui détermine la façon de maintenir le profil de l'utilisateur en observant son comportement, et la façon de produire de l'adaptation en utilisant le modèle du domaine et le profil de l'utilisateur.

Les trois modèles que nous venons de citer, permettent de créer des hypermédias adaptatifs pour des domaines des applications variées (système d'information, recherche d'information, éducation et enseignement, aide en ligne, etc.), en proposant des formes d'adaptation elles-mêmes variées, différentes selon le modèle. Le concepteur doit indiquer comment la connaissance de l'utilisateur influence la présentation des informations issues du modèle de domaine.

1.9. Domaines d'application des SHA

Les principales applications des SHA sont les suivantes :

Les systèmes d'apprentissage électronique (e-learning) : Ces systèmes d'apprentissage en ligne ont un fort besoin d'adaptation de leur contenu et des activités pédagogiques qu'ils proposent en fonction du niveau de connaissances de l'utilisateur [12].

Les systèmes d'information en ligne : Ce genre de systèmes a pour seul but de diffuser un pool d'informations hypermédia. Les encyclopédies multimédia ou les guides virtuels font par exemple partie de cette classe. Les SHA permettent alors de proposer l'information la plus en adéquation avec les intérêts et/ou les objectifs de l'utilisateur [2].

Les systèmes de recherche d'information : L'objectif de ces applications est d'assister l'utilisateur dans le processus de recherche d'information. L'emploi des technologies SIIA permet alors de prendre en compte le profil de l'utilisateur et notamment ses intérêts afin de personnaliser les résultats de recherche.

Les systèmes de filtrage d'information : Ces applications permettent d'alléger la tâche de filtrage des divers flux d'informations que l'utilisateur consulte quotidiennement (les courriels, les flux de news, etc.). Elles se posent en effet d'automatiser le filtrage de ces flux en fonction du profil de l'utilisateur [13].

Les systèmes de recommandation : À la différence des précédents systèmes, la recommandation ne filtre pas un flux d'informations mais sélectionne et propose un certain nombre d'informations à l'utilisateur. Cette information est sensée être en adéquation avec les intérêts et/ou buts de l'utilisateur grâce à l'exploitation de son profil. La recommandation fait partie des applications de SHA les plus populaires notamment grâce à la mémoire en puissance du commerce électronique [14].

1.10. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les aspects essentiels des hypermédias et avons souligné la nécessité d'adaptabilité à l'utilisateur ce qui nous a permis de mettre en évidence les systèmes hypermédias adaptatifs.

Nous avons mis surtout l'accent sur l'adaptation des liens afin de guider l'apprenant dans son cheminement. Or l'adaptation du contenu qui a souvent été mise à côté. Parce que la méthodologie de développement et l'architecture de ces systèmes hypermédias adaptatifs sont issues de systèmes hypermédias classiques déjà définis. Auxquels les chercheurs ont ajouté des techniques d'adaptation.

L'intégration d'un tuteur intelligent va permettre de dynamiser ce système. C'est pour cela que dans le prochain chapitre, nous allons intégrer un tuteur intelligent pour orienter, aider et guider l'apprenant afin d'accomplir ses besoins.

LES SYSTEMES TUTORIELS INTELLIGENTS

2.1. Introduction

Le développement des Systèmes Tutoriels Intelligents (STI) a commencé vers la fin des années 70, début des années 80, dans le but d'améliorer les outils d'Enseignement Assisté par Ordinateur (EAO), dont le contenu essentiellement statique n'arrive pas à fournir un enseignement adapté en fonction de l'apprenant. L'objectif était alors de reproduire le même type d'interaction qui pourrait survenir entre des tuteurs humains et des apprenants, à travers l'utilisation de mécanismes permettant de simuler des habilités pédagogiques, et de prodiguer un enseignement individualisé selon les besoins de d'apprenant.

Jusqu'à ces dernières années, les travaux de recherches dans la communauté des STI se sont principalement consacrés à déployer des aspects purement cognitifs dans la dynamique de l'interaction avec l'apprenant : génération automatique du matériel didactique, séquençement et sélection dynamique du contenu, interprétation de ses erreurs et incompréhension, etc. [15].

De ce courant est née l'informatique affective [16] : un domaine de recherche qui vise à doter les Interactions Homme-Machine (IHM) et plus particulièrement les STI. Ceci a contribué au développement d'une deuxième génération de STI capable de guider, de gérer et d'orienter l'apprenant, soit les Systèmes Tutoriels Intelligents

Ce chapitre est organisé de la façon suivante : la section 2 décrit un bref historique de l'évolution des STI. La section 3 présente les principaux modèles qui assurent le fonctionnement d'un STI à savoir : le modèle de l'apprenant, le modèle de domaine, le modèle pédagogique et le modèle de communication. La quatrième section, présente l'architecture classique d'un STI. La section 5 présente les stratégies pédagogiques. La section 6 présente certains domaines d'application des STI et finalement nous allons terminer par une conclusion.

2.2. Historique et définition

Les ordinateurs sont utilisés dans le domaine de l'éducation depuis plus de 30 ans. La première génération de systèmes a été appelée *Enseignement Assisté par Ordinateur* (EAO). L'objectif était alors de remplacer un tuteur humain par une machine. Cependant, les capacités de l'EAO étaient très limitées : une leçon représentait une simple succession de l'information ; *question* ; *réponse* ; *commentaire* prévue et implémentée par avance par les concepteurs du système. De tels systèmes n'avaient pas la capacité de détecter et comprendre les erreurs et les incompréhensions d'un apprenant, et plus généralement n'étaient pas capable de s'adapter à un apprenant ou une situation spécifique.

Au début des années 80, les progrès en intelligence artificielle et l'utilisation de connaissances des domaines de l'éducation et de la psychologie ont fait naître une nouvelle génération d'EAO : les *Systèmes Tutoriels Intelligents* (STI). L'objectif d'un STI est de simuler un tuteur humain non seulement en tant qu'expert du domaine mais aussi en tant qu'expert pédagogique. Un STI contient et utilise donc des connaissances du domaine à enseigner ainsi que des stratégies pédagogiques. De plus, de tels systèmes sont capables de détecter et interpréter les erreurs de l'apprenant afin d'offrir un enseignement adapté et individualisé à chacun [17].

Selon Murray [18], les STI sont des systèmes d'enseignement informatiques qui possèdent un contenu sous forme de base de connaissance (qui spécifie ce qui doit être enseigné), des stratégies d'enseignement (qui spécifient la manière d'enseigner ce contenu) ainsi qu'une connaissance sur le niveau de l'apprenant dans le contenu, afin d'adapter dynamiquement leur enseignement.

2.3. Modèles du système tutoriel intelligent

Un STI se compose d'au moins de quatre modules essentiels : *le Modèle de l'apprenant*, *le Modèle du domaine* (comprenant essentiellement un Modèle expert et un Module des connaissances du domaine), *le Modèle pédagogique* et *le Modèle de communication*.

2.3.1. Modèle de l'apprenant

Le modèle de l'apprenant est un élément essentiel aux STI, Il constitue centrale qui distingue les STI des systèmes FAO ou EAO qui ne prennent pas en compte les mécanismes de l'apprentissage humain [18].

Le Modèle de l'apprenant permet un apprentissage personnalisé et ciblé qui tient compte de la progression de l'apprenant lors de la séance d'apprentissage. Il participe à différentes tâches durant la séance d'enseignement et intervient lors de certaines phases de planification du cours. Il peut être sollicité dans le processus de diagnostic lors des erreurs commises par l'apprenant et permet ainsi d'explicitier les causes probables de ces erreurs [19].

Le Modèle de l'apprenant a pour vocation de contenir et de collecter activement toutes les informations relatives à un apprenant (par exemple : le niveau de connaissances et les aptitudes, le niveau de concentration, le style d'interaction préféré par l'apprenant, etc.). Ces informations représentent les croyances du système vis-à-vis de l'état de connaissances de l'apprenant à un instant donné. Ces croyances peuvent être certaines ou probables.

2.3.2. Modèle du domaine

Ce modèle représente le *Modèle des connaissances* et le *Modèle expert* qui forment le cœur du système. Tout comme un enseignant humain, un STI doit préalablement connaître et maîtriser les notions qu'il enseigne.

Dans le *Modèle des connaissances*, toutes les connaissances du domaine y sont représentées. Il constitue le modèle le plus important, car sans lui il n'y aura rien à faire apprendre [20]. C'est à partir du modèle du domaine qu'il y a construction des éléments qui forment le cours. Des métadonnées peuvent être rajoutées afin de permettre au système de choisir la ressource la plus judicieuse à présenter. Selon la manière dont est représentée la connaissance (formalisme utilisé, niveau de granularité, expressivité du formalisme) dépendra en grande partie l'efficacité du système. La représentation doit se faire de manière à ce qu'il soit possible d'enregistrer et de manipuler la connaissance par le STI. En

effet, les connaissances du domaine doivent être encodées de manière suffisamment fine pour que le STI soit capable de faire de l'inférence et de simuler le comportement d'un expert humain.

En complément au *Modèle des connaissances*, le *Modèle expert* est celui qui est capable de réaliser des inférences et de simuler le comportement d'un expert humain en s'appuyant sur les connaissances modélisées. L'expert est celui qui détient le savoir-faire du domaine. Il est capable de résoudre un problème dans le domaine et constitue la ressource à qui s'adresse le STI pour résoudre un problème donné. Le *Modèle expert* permet de montrer les étapes à suivre pour la résolution d'un problème.

Un STI est en mesure de déterminer si l'apprenant est sur la bonne voie grâce au *modèle expert*. Si, par contre, l'apprenant échoue dans la résolution de l'exercice, le système est capable de déterminer l'étape où l'apprenant a eu de la difficulté et de présenter la prochaine étape à faire sans pour autant donner la solution. Il arrive que dans le *modèle des connaissances*, les exercices et les solutions soient décrits tacitement dans le *modèle des connaissances*. Dans d'autres STI, c'est au système de générer les exercices ainsi que leurs solutions.

Toutefois, développer à la volée les exercices est une approche bien plus compliquée et coûteuse à implémenter que le simple fait de présenter des séquences d'exercices préenregistrées. Cependant, le fait que les exercices soient générés octroie au système un plus grand choix d'exercices et donc la capacité de mieux cibler les erreurs de l'apprenant.

2.3.3. Modèle pédagogique

Ce modèle encode la connaissance nécessaire pour la mise en œuvre de stratégies pédagogiques, il contient des séquences d'actes pédagogiques à mettre en place lors de la séance d'apprentissage. C'est lui qui décide quel contenu présenter à l'apprenant. Le *modèle de l'apprenant* et le *modèle du domaine* interviennent grandement lors du processus de construction du cours et fournissent les données en entrées au *modèle pédagogique*

Le *modèle pédagogique* agit en sélectionnant une stratégie pédagogique pour l'enseignement du domaine. Par exemple, le système peut décider d'utiliser une méthode socratique ou en spirale. Dans le cas où le STI dispose de plusieurs stratégies pédagogiques, le *modèle pédagogique* s'appuie sur le

modèle de l'apprenant et le *modèle des connaissances* afin de sélectionner la meilleure stratégie à mettre en œuvre. Il y a lieu pour le système de déterminer les détails de chaque action et du contenu à présenter.

Le *modèle pédagogique* peut décider de prendre trois actions possibles :

- **La sélection de concept**

Pour sélectionner un nouveau concept, le modèle doit examiner le modèle de l'apprenant afin de déterminer le concept qui correspond le mieux aux besoins de l'apprenant. Une fois le concept sélectionné, le modèle des connaissances offre le contenu à présenter.

- **La génération de problèmes**

Après la sélection d'un concept, il y a lieu de générer un problème à présenter à l'apprenant. Le niveau de granularité du problème est déterminé par le modèle des connaissances en fonction du niveau d'habileté de l'apprenant.

- **Fournir un compte-rendu**

Quand l'apprenant a besoin d'aide, le système doit être en mesure de fournir un compte-rendu ou de l'aide afin de l'orienter dans la résolution de l'exercice ou du problème. Toute la difficulté réside dans la détermination du niveau de granularité à fournir. Peu ou trop d'aide mène à la frustration de l'apprenant et le dosage doit être savamment ajusté. Le modèle de l'apprenant va jouer le rôle de juge pour déterminer le niveau de détail de l'aide dépendamment du niveau d'expertise de l'apprenant. Le modèle des connaissances offrira le contenu de l'aide.

Le *modèle pédagogique* interfère avec les 3 autres modèles composant le STI et joue le rôle de chef d'orchestre pour coordonner le fonctionnement de tous les modèles. En effet, les interactions entre les différents modules sont nombreuses. Il en découle un système complexe à concevoir et à implémenter.

De nos jours, les développeurs s'orientent de plus en plus vers des **systèmes auteurs** tel que CTAT (Cognitive Tutor Authoring Tools). Ils offrent une suite d'outils de développement pour la réalisation de tuteur informatique.

Dans le cas de CTAT, on permet aux non-informaticiens de développer un pseudo-tuteur à travers une programmation par démonstration sans avoir recours à une programmation poussée.

2.3.4. Modèle de communication

Le modèle de communication est celui qui interagit avec l'utilisateur. Il affiche les écrans et les dialogues tout au long de la séance d'apprentissage. Il constitue le contact entre l'homme et la machine. Selon la manière dont est affichée l'information sur l'écran, il peut avoir un impact chez l'apprenant.

Le modèle de communication est aussi responsable de détecter les actions de l'utilisateur. Il agit comme un régulateur entre les flux de communication entrants et sortants du système.

Ce modèle agit comme traducteur en transformant les représentations internes de la machine en une interface visuelle compréhensible par l'apprenant.

L'importance de ce modèle dépend grandement du type d'apprentissage à mettre en place. Dans le cas où l'apprentissage concerne des connaissances procédurales, où l'environnement de travail est une reproduction virtuelle de la réalité, l'interface de communication va prendre toute son importance.

2.4. Architecture classique du système tutoriel intelligent (STI)

Comme nous l'avons détaillé précédemment, l'adaptation du contenu à l'apprenant par le système est possible puisqu'il possède deux composantes qui sont la base de connaissances et le moteur d'inférence qui exploite ces connaissances. Cette technique venant de l'intelligence artificielle fait donc en sorte que l'environnement est capable d'émuler le tuteur en raisonnant à l'aide des connaissances incluses dans sa base de données. La figure 2.1 illustre l'architecture classique d'un STI.

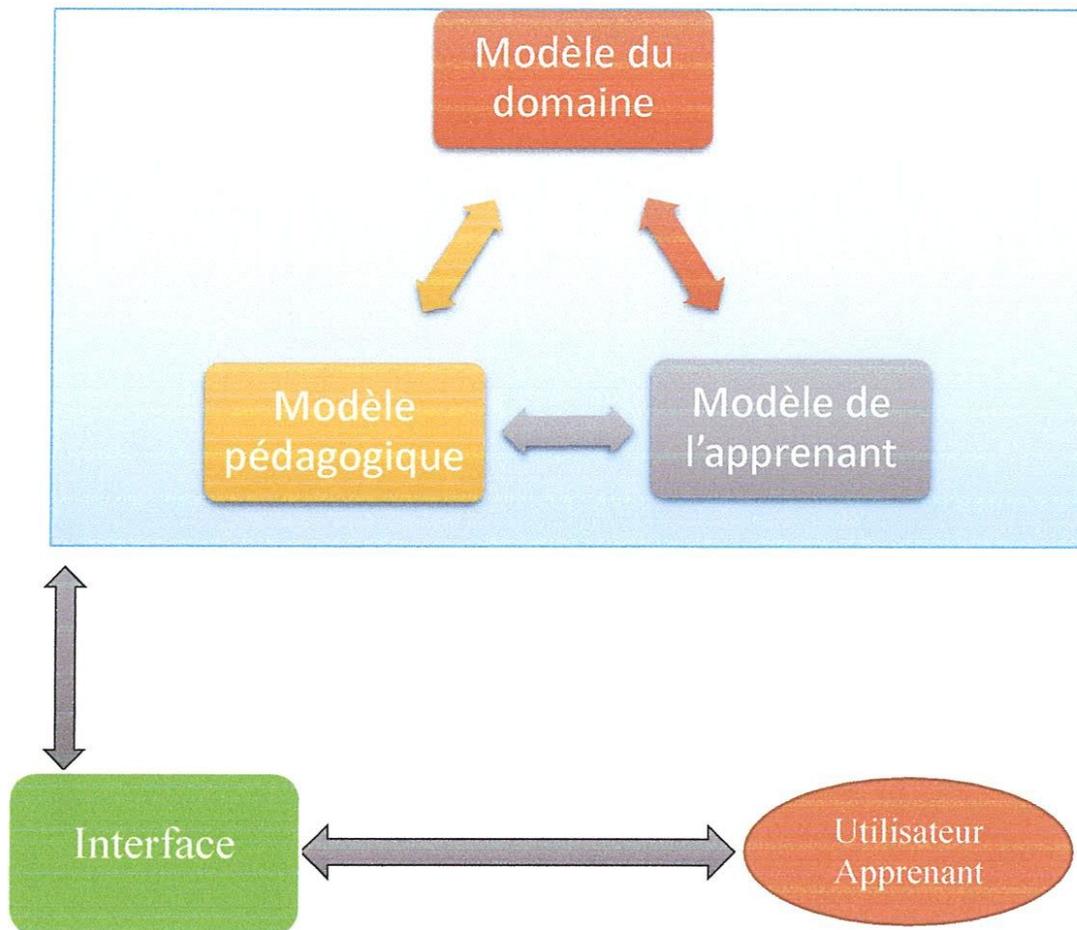


Figure 2.1. Architecture classique de STI

2.5. Les stratégies pédagogiques

Dans le contexte des STI, différentes stratégies pédagogiques ont été proposés pour améliorer l'efficacité de l'apprentissage. Chaque stratégie définit quand et comment agir pour améliorer les performances de l'apprenant.

La stratégie pédagogique classique la plus utilisée est la stratégie du tuteur. Le tuteur, simulé par l'ordinateur, expose les concepts et les tâches que l'apprenant va résoudre sous la supervision du tuteur virtuel qui peut apporter des conseils additionnels. Le tuteur évalue les performances de l'apprenant et l'informe de ses résultats.

Dans la stratégie du co-apprenant, l'apprenant étudie avec un co-apprenant simulé par le STI ayant acquis précédemment les connaissances. L'objectif est d'aider l'apprenant à construire ses connaissances.

Enfin dans la stratégie du compagnon d'apprentissage, l'apprenant résout les tâches et les problèmes avec un ou plusieurs co-apprenants, simulés par le système, qui ont le même niveau de performance que l'apprenant. Durant l'apprentissage, ces compagnons d'apprentissage peuvent donner des conseils à l'apprenant et vice-versa.

Un STI peut utiliser diverses actions telles que féliciter, critiquer, donner de bons conseils, aider, simuler des compagnons d'apprentissage pour améliorer l'efficacité de l'apprentissage.

2.6. Milieu d'intervention des STI

L'adaptation de l'environnement d'apprentissage pour répondre aux besoins spécifiques de chaque apprenant est l'avantage attendu des STI. De ce fait, l'utilisation de cette stratégie pédagogique semble s'appliquer à tous les milieux d'intervention.

Voici quelques exemples d'utilisation de cette stratégie :

- ✓ Pour assister un apprenant en situation de découverte et de conduite de preuves en géométrie élémentaire (Geometry Tutor) ;
- ✓ Pour enseigner la résolution de problèmes en algèbre dans les écoles secondaires (utilisé dans plus de 1 000 écoles au Etats-Unis) (Algebra Tutor) ;
- ✓ Pour soutenir l'apprentissage en méthodologie de recherche, par exemple sur l'éthique expérimentale et les méthodes de recherche en sciences humaines (Research Methods Tutor) ;
- ✓ Pour soutenir l'application des principes de la physique par des étudiants de premier cycle universitaire (Andes physics Tutor) ;
- ✓ Pour soutenir l'apprentissage dans le domaine mathématique des dénombrements (combinatoire) au niveau de la classe de terminale scientifique en France (Combien ?) ;
- ✓ Pour enseigner la résolution de problèmes de diagnostics médicaux sur les maladies infectieuses (GUIDON et MYCIN) ;
- ✓ Pour enseigner la programmation en BASIC (BIP) ;

- ✓ Pour enseigner le langage LISP (LISP Tutor) ;
- ✓ Pour enseigner la programmation en LOGO (Spade) ;

2.7. Conclusion

En termes de cette partie, nous avons appris que les STI sont centrés sur l'apprentissage, c'est-à-dire que le contrôle se base concrètement sur les actions effectuées ou sur les réponses que donne l'apprenant aux questions posées. Ainsi, c'est grâce au diagnostic cognitif posé à la suite de ce que fait l'apprenant que l'adaptation du système est possible. De plus, un autre avantage des STI est de permettre une progression individualisée de l'apprentissage. L'apprenant peut donc apprendre à son propre rythme, suivre le cheminement adapté à ses besoins. En ce sens, on peut comprendre que ce type d'environnement d'apprentissage s'adresse généralement à un apprenant unique.

Dans ce chapitre nous avons présenté un aperçu général sur le système tutoriel intelligent (STI). Dans le chapitre qui suit nous allons présenter en détail la conception d'un environnement d'apprentissage hypermédia adaptatif qui intègre un tuteur intelligent pour améliorer son efficacité.

NOTRE SYSTEME

CONCEPTION

3.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous nous intéressons à la construction de notre environnement de type hypermédia adaptatif avec un tuteur intelligent pour la recommandation des apprennent. L'objectif principal que nous voulons atteindre est de proposer une solution qui permettra de trouver des moyens d'adapter dynamiquement des hypermédias et de simuler un tuteur humain non seulement en tant qu'expert du domaine mais aussi en tant qu'expert pédagogique. Il contient et utilise donc des connaissances du domaine à enseigner ainsi que des stratégies pédagogiques. De plus, de tel système est capable de détecter et interpréter les erreurs de l'apprenant afin d'offrir un enseignement adapté et individualisé à chacun. En vue de simplifier la tâche de l'apprenant. Dans ce chapitre nous allons montrer en détail les points essentiels de conception de notre projet.

3.2. Méthodologie de conception

Notre environnement est développé pour assurer les fonctions suivantes :

1. Identification du mode d'apprentissage préféré de l'apprenant basé sur une approche de modèle de style. Nous nous sommes intéressés au **Modèle de Kolb**.
2. Identification de scénario d'apprentissage qui est composé de différents médias tels que du texte, de la vidéo, des images, etc.
3. Tester le niveau et déterminer la capacité de l'apprenant.
4. Recherche, sélection et assemblage des ressources pédagogiques pertinentes au profil apprenant basées sur des règles d'inférences implémentées.
5. Génération et présentation des contenus adaptatifs, à travers un système à base des règles.
6. Offrir une interface graphique ergonomique permettant à l'utilisateur de visualiser les contenus pédagogiques.

Dans ce qui suit nous commençons d'abord par décrire le comportement d'un système hypermédia.

La plupart des systèmes hypermédiatifs adaptatifs (SHA) se constituent de trois composants qui sont :

- ✓ Modèle de domaine
- ✓ Modèle de l'utilisateur
- ✓ Modèle d'adaptation

Ces modèles sont schématisés sur la figure 3.1.

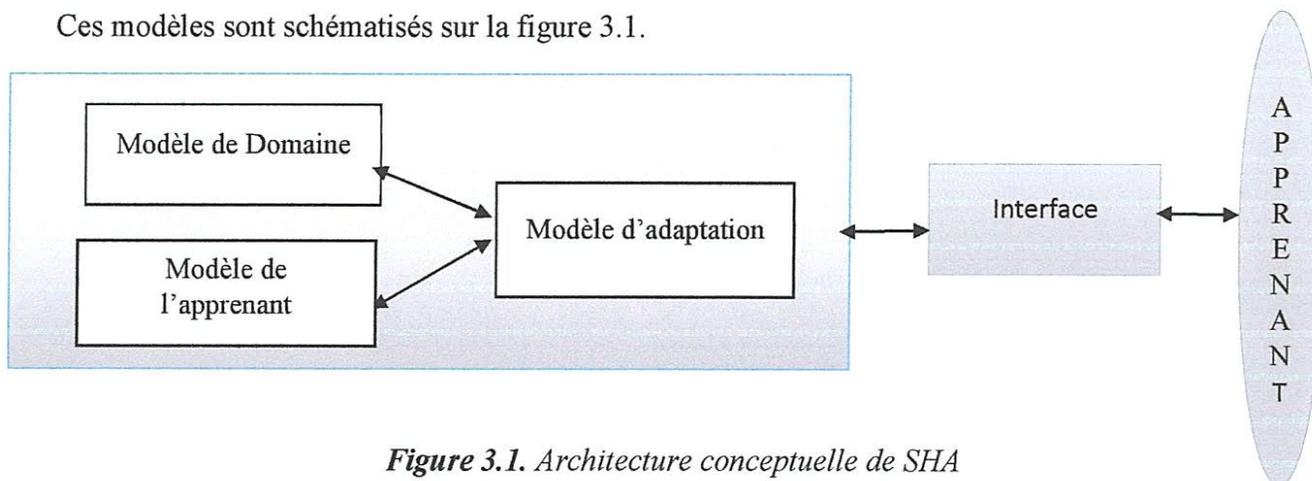


Figure 3.1. Architecture conceptuelle de SHA

3.3. Modèle de domaine

Ce modèle structure les éléments pédagogiques auxquels l'apprenant peut accéder. Ce modèle est le plus souvent structuré par hiérarchie de concept qui représentent les entités pédagogiques que l'apprenant doit valider soit simplement en parcourant des éléments des cours, soit en réussissant des tests. L'ensemble de ces concepts est muni d'un ensemble de relations.

exemple : les relations de prérequis.

On peut présenter des concepts par les plus génériques, partant de plus petits éléments contributifs où la formation.

Exemple : le nom de la formation, les modules de l'enseignement.

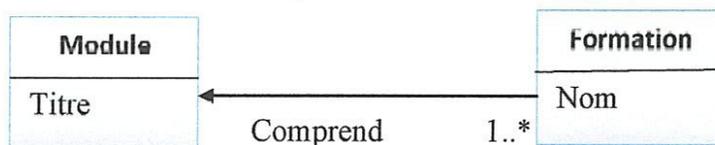


Figure 3.2. Exemple d'une relation entre deux entités pédagogiques

La figure 3.2 représente des objets pédagogiques comme les modules et les formations. Dans notre cas ici, le diagramme présente une ou plusieurs formations. Chaque formation comprend un ou plusieurs modules d'enseignement.

Nous allons décomposer le cours en notion de granularités. Ces grains de connaissances permettant à un apprentissage plus souple et moins contraignant, contrairement à un découpage de chapitre en section.

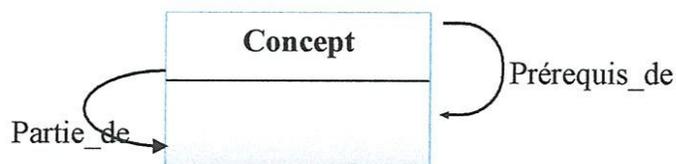


Figure 3.3. Diagramme sur la notion de concept

Ces notions décrites par un graphe des notions (figure 3.4) où les nœuds sont les concepts abordés par le module et les arcs sont les relations sémantiques entre elles.

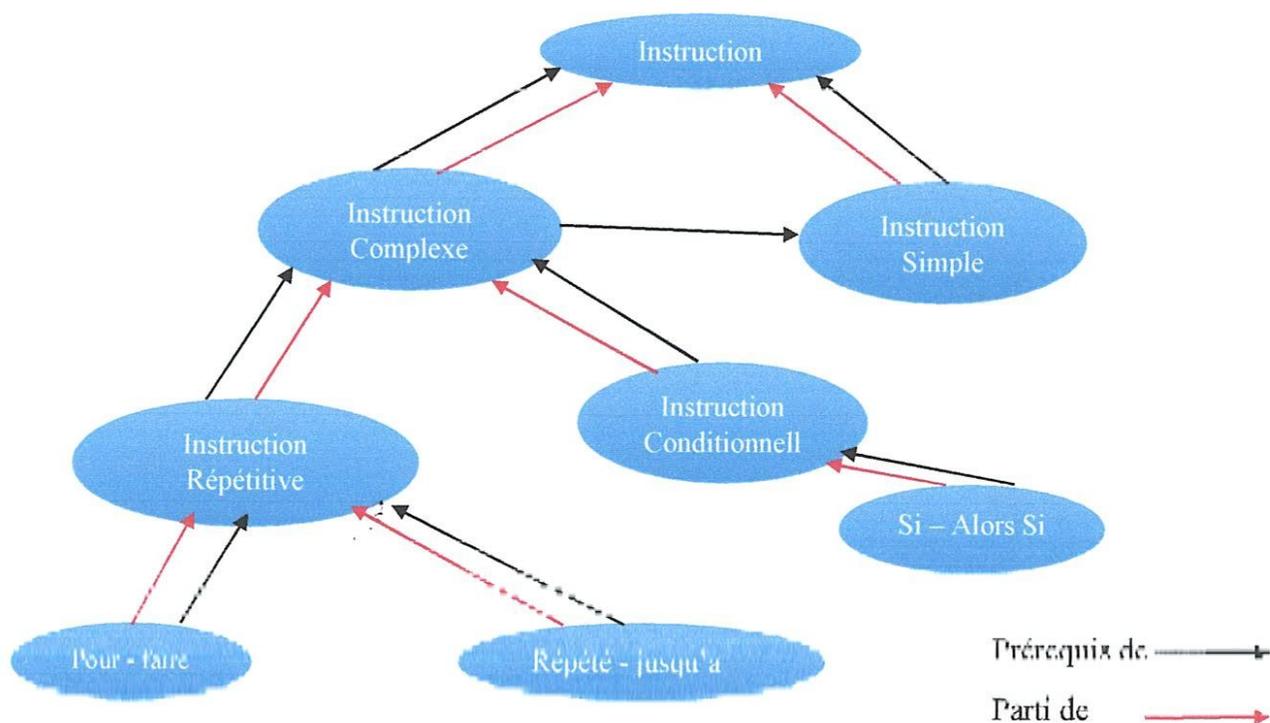


Figure 3.4. Modèle de domaine

Pré-requis-de : La relation Pré-requis-de, signifie que le concept « pour - faire » requiert la connaissance du concept « Instruction Répétitive ».

Partie_de « Instruction Simple » partie de concept « Instruction ». Cette relation est importante car elle nous permet de décomposer un concept en concept plus simple et présenter à l'apprenant des objets pédagogiques moins complexes et plus adaptés à son niveau de connaissance.

Parmi les aspects fondamentaux d'un système tutoriel intelligent se trouve la représentation de la connaissance du domaine de l'application, les stratégies de raisonnement que le système utilise pour inférer des nouvelles connaissances et la communication usager-système, en particulier pour que la stratégie suivie soit comprise par l'utilisateur.

On peut considérer deux grandes catégories des connaissances, tout d'abord, les connaissances liées au domaine que l'on veut enseigner, ensuite celles liées aux stratégies d'enseignements, c'est-à-dire les connaissances sur la façon d'enseigner.

3.3.1. Techniques de représentation

Une technique de représentation des connaissances est une façon de représenter la connaissance dans un système tutoriel intelligent pour qu'elle soit utilisée pour inférer des nouvelles connaissances. Dans le cours des 30 dernières années, on a vu apparaître différentes techniques de représentation de connaissances. Dans la suite, nous présentons les plus connus.

➤ Les réseaux sémantiques

Un réseau sémantique est un graphe composé d'un ensemble de nœuds qui représentent des concepts d'entité, attribut, objet, événement, état, etc. et d'un ensemble d'arcs orientés, étiquetés, liant deux nœuds, qui représentent des relations binaires entre ces concepts, les étiquettes dans les arcs spécifient le type de la relation modélisée. Les réseaux sémantiques ont été mis en œuvre par Quillian comme un modèle psychologique explicite de la mémoire associative humaine : la mémoire est vue comme un réseau d'unités d'information ; ces unités sont activées par un mécanisme qui propage des signaux à travers le réseau, la procédure d'activation. Cette représentation a été utilisée dans le cadre des tuteurs au début de l'EAO. Notamment, le tuteur Scholar, créé à cette époque, utilise un réseau sémantique pour représenter la connaissance factuelle de la géographie de l'Amérique du Sud.

Avantages de cette technique

Les réseaux sémantiques sont bien adaptés aux domaines où les concepts sont simples et fortement liés entre eux, comme les phrases en langage naturel. La représentation à base de réseaux sémantiques rend visibles les diverses relations existantes entre les objets. Sur cette représentation

sous forme de graphe, le mécanisme de filtrage permet de récupérer des informations explicites ou implicites de la base de réseaux à la manière des associations mentales de l'être humain.

Problèmes de cette technique

Un premier inconvénient des réseaux sémantiques est que le concepteur du réseau a dû mal à déterminer le niveau de détail et les structures générales nécessaires à la bonne expression d'une proposition. De plus, la seule information attachée à un nœud est son nom, donné par une étiquette. Cette simplification pose plusieurs problèmes. D'une part, il est difficile d'exprimer des propositions ayant des quantificateurs universels, existentiels et numériques, très courants en traitement de langage naturel. D'autre part, les réseaux sémantiques offrent une représentation statique du monde, ce qui rend difficile la modélisation de l'évolution de l'information.

➤ **Les systèmes basés sur la logique**

La logique mathématique figure parmi les premiers outils utilisés par l'intelligence artificielle pour formaliser la connaissance. La logique la plus utilisée est la logique des prédicats du premier ordre. Certains tuteurs intelligents utilisent cette logique pour décrire la connaissance de leur utilisateur. La connaissance de l'élève est alors représentée sous la forme d'un ensemble de formules auxquelles sont associées des valeurs de vérité, ainsi qu'un mécanisme qui permet d'inférer de nouvelles formules à partir des connaissances possédées jusque-là. Parmi les systèmes intelligents utilisant la logique comme formalisme de représentation, sont les démonstrateurs de théorèmes. On peut distinguer parmi les logiques utilisées dans les tuteurs intelligents actuels :

- la logique classique. Ce formalisme a été utilisé dans certains systèmes pour représenter la connaissance de l'élève ;
- les logiques multi values : sont des formalismes logiques qui utilisent plus de deux valeurs de vérité, par exemple, on peut exprimer la notion d'inconnu lorsque l'élève ne croit rien à propos d'une proposition ;
- la logique probabiliste : est un formalisme logique dont les valeurs de vérité peuvent s'échelonner sur l'ensemble des réels compris entre 0 et 1. La valeur de vérité associée à une formule représente la probabilité que cette formule soit vraie. Le tuteur West est un exemple de ce formalisme.

Avantages de cette technique

Le cadre formel de la logique mathématique permet de manipuler directement certaines notions cognitives élémentaires en leur donnant un sens précis. La logique fournit un formalisme clair et non ambigu ; cette clarté vient d'une part du fait que la signification d'une formule ne dépend que de sa structure et de la signification donnée à ses composants atomiques et d'autre part du fait que le langage d'expression logique est proche du langage naturel.

Problèmes de cette technique

La logique présente de gros inconvénients qui ont ralenti son utilisation dans les systèmes intelligents. D'une part la représentation d'objets complexes est difficile. En effet, un objet est décrit par son nom qui ne porte pas d'information sur son sens et sa structure. Les composants, propriétés et relations des objets sont, eux aussi, décrits par des noms. Ces éléments sont liés entre eux et avec l'objet par des formules logiques. Comme l'ensemble des formules de la base n'a pas de structure, la connaissance d'un objet est disséminée dans des formules différentes, non organisées. Il y a donc une grande distance entre le modèle et les éléments du monde, qui complique l'acquisition de connaissances, la compréhension et la modification de la représentation, et la vérification de sa cohérence. D'autre part, les mécanismes de raisonnement utilisent des algorithmes généraux qui ne sont pas toujours assez efficaces pour la résolution de problèmes nécessitant un grand volume de connaissances. Enfin, la logique des prédicats du premier ordre ne permet pas de représenter des connaissances incomplètes.

➤ Les systèmes à base de règles

Un système à base de règles comporte trois parties : une base de règles, un contexte ou base de faits et un moteur d'inférence. La base de règles contient l'ensemble de règles de production du système ; cette base représente la connaissance opératoire que l'expert a du domaine du problème. Quant au moteur d'inférence, il contrôle l'activité du système, souvent couplé à un module qui explique le raisonnement du système. L'élément de base des systèmes à base de règles est la règle de production ; une règle a la forme : Si <condition> Alors <action>. Cette technique de représentation de la connaissance consiste à définir un ensemble de règles de production qui modélisent la connaissance considérée. Elle est utilisée dans un grand nombre de tuteurs intelligents actuels. Les systèmes à base de règles sont les plus aptes à modéliser des connaissances de type procédural. Le fameux système expert Mycin pour le diagnostic médical, les tuteurs basés sur la théorie ACT (Lisp et Geometry principalement), le tuteur Buggy, sont des exemples de systèmes dont la connaissance à communiquer est représentée sous forme de règles de production.

Avantages de cette technique

Les systèmes à base de règles permettent notamment d'exprimer facilement des processus de résolution de problèmes en termes de buts et de sous-buts qui sont atteints en réalisant des successions d'actions, ainsi ils permettent en général de bien résoudre les problèmes de causalité ou de diagnostic. Ils offrent un cadre déclaratif pour exprimer des connaissances procédurales, de savoir-faire, ce qui permet de voir clairement les conditions dans lesquelles une règle est applicable. La connaissance est exprimée de façon uniforme par des règles et des faits.

Problèmes de cette technique

Dans les systèmes à base de règles la connaissance de la base n'est pas structurée, et l'information concernant un objet quelconque est éparpillée dans les différentes règles qui parlent de cet objet. De plus, les règles expriment souvent une connaissance apparente, superficielle, susceptible d'occulter le raisonnement profond de l'expert humain.

Une conclusion que l'on peut tirer de cette étude sur les techniques de représentation de la connaissance d'un apprenant est que le type de représentation de la connaissance qui est choisi par les auteurs du STI dépend généralement de la nature des informations considérées. Par exemple, pour l'enseignement d'un domaine tel que la soustraction, qui est typiquement considéré comme de la connaissance procédurale, la technique employée est très souvent celle des règles de production. Dans la suite, nous nous intéressons à la détermination des processus qui élaborent le modèle de l'utilisateur.

Nous voulons offrir à l'apprenant un mécanisme d'apprentissage par la découverte sans pour autant perdre le contrôle sur celui-ci. L'environnement doit pouvoir fournir les moyens de présenter les notions ou les ressources pédagogiques qui se rapprochent le plus et s'adaptent aux styles d'apprentissage et le type media de l'apprenant. D'ailleurs, un facteur important qui est souvent masqué ou non pris en considération dans la plupart des systèmes étudiés est le style (les préférences) d'apprentissage de l'apprenant. Donc même avec un outil performant et un contenu très élaboré, si le mode d'apprentissage préféré de l'apprenant n'est pas pris en considération, il y a alors de fortes chances d'aboutir à des situations d'échec. Nous avons donc incorporé dans notre modèle apprenant une approche de modèle de style d'apprentissage. Car nous savons qu'un style d'apprentissage est la façon dont une personne perçoit et organise l'information. De ce fait, nous allons rapprocher le plus le contenu aux préférences de l'apprenant. Le but est de pouvoir utiliser cet aspect en tant que critère d'adaptation afin de suivre et contrôler les apprenants.

Dans ce qui suit nous commençons d'abord par décrire le style d'apprentissage d'un apprenant ensuite le modèle adopté.

3.4. Profile de l'utilisateur

Dans ce contexte, nous allons déterminer la façon préférée, d'une personne pour apprendre comment, par le style d'apprentissage.

Les styles d'apprentissage constituent une gamme de théories concurrentes et contestées qui, à partir d'un concept commun selon lequel les apprenants différaient dans la façon d'acquérir leurs connaissances, vise à tenir compte desdites différences d'acquisition supposées chez les apprenants. Bien que ces diverses théories divergent dans leurs vues sur la façon dont les styles doivent être définis et classés, elles suggèrent que les apprenants peuvent être catégorisés en fonction d'un style d'apprentissage.

En d'autre terme, le style d'apprentissage d'un apprenant c'est son mode personnel de saisie et de traitement de l'information. Il est aussi une manière préférentielle d'aborder et de résoudre un problème.

3.4.1 Modèles de style d'apprentissage

Un survol de la littérature met rapidement en évidence la pluralité et la diversité des modes de style d'apprentissage. Ces différents modèles sont regroupés en trois typologies :

- Les modèles de style d'apprentissage qui s'intéressent aux préférences pour les conditions d'enseignement et d'apprentissage. Exemple : Grasha et Reichman (1975).
- Les modèles de style d'apprentissage qui s'intéressent à la manière dont l'apprenant traite l'information, en termes de moyens privilégiés. Exemple : Gregorc (1979) ; Honey et Mumford (2000) ; Kolb (1984).
- Les modèles de style d'apprentissage qui traitent de la personnalité de l'apprenant. Exemple : Kagan, Rosman, Day, Alpert et Philips (1964) ; Myers et Briggs (1962) ; Witkin (1976).

Dans le cadre de notre mémoire, nous nous sommes intéressés au modèle de Honey et Mumford, car il s'appuie sur la théorie de l'apprentissage expérimental développée autour des notions d'apprentissage et d'expérience. Cette théorie postule qu'un apprentissage ne peut avoir lieu

que lorsqu'un apprenant expérimente les informations qui lui ont été transmises ou qu'il découvre au cours d'une expérience. Autrement dit, l'apprentissage se développe par l'action, ce qui signifie qu'il est indispensable que l'apprenant applique les informations reçues.

3.4.2. Les différents styles d'apprentissage

Il existe de nombreuses théories en ce qui concerne les styles d'apprentissage. Le modèle de Kolb [1984] repose sur un cycle qui comprend l'apprentissage actif et l'apprentissage passif. Ces deux types fournissent l'expérience à la fois concrète et abstraite.

➤ Modèle de Kolb

Dans son livre *Experiential Learning* (1984), David Kolb a présenté un modèle basé sur un cycle d'apprentissage expérientiel qui regroupe quatre modes d'apprentissage : *expérimentation active*, *observation réfléchie*, *expérience concrète* et *conceptualisation abstraite*. Comme le montre la figure 3.5 suivante.

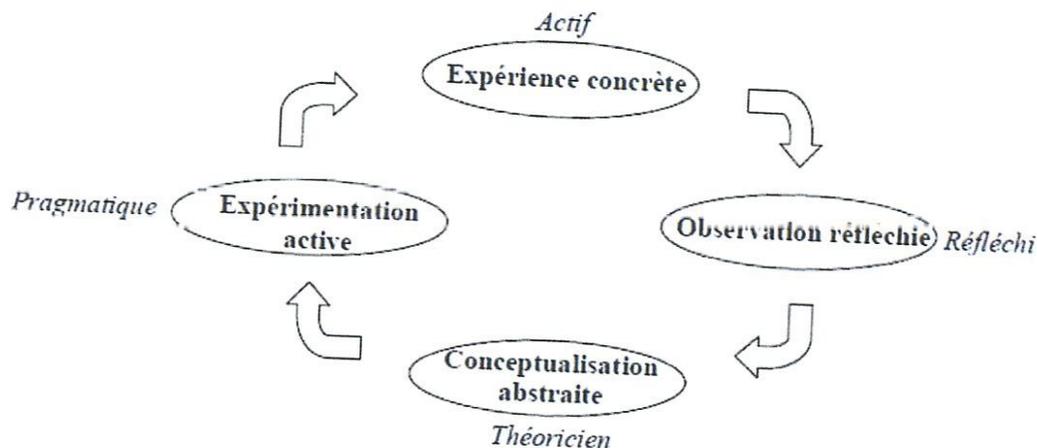


Figure 3.5. Modèle d'apprentissage expérimentale.

Pendant la phase de l'expérience concrète, l'apprenant réalise une tâche. Durant l'observation réfléchie, l'apprenant réfléchit sur ce qui a été fait et vécu. Lors de la conceptualisation abstraite, l'apprenant interprète les événements qu'il a remarqué et essaye de les intégrer dans un système théorique. Enfin, durant l'expérimentation active, l'apprenant cherche à mettre en pratique des idées, des théories et des techniques afin de vérifier si celles-ci fonctionnent. La sélection de

style d'apprentissage d'un apprenant selon Honey et Mumford traduira sa préférence pour l'une des quatre phases qui rythment l'apprentissage expérimental.

Ainsi, quatre styles d'apprentissage sont distingués : actif, réfléchi, théoricien, et pragmatique. Ces derniers sont associés respectivement aux différentes phases d'expérience concrète, d'observation réfléchie, de conceptualisation abstraite et d'expérimentation active. La description de ces styles est donnée au tableau 3.1 suivant :

Style d'apprentissage	Description
Style actif	<ul style="list-style-type: none"> → Intérêt marqué pour l'acquisition de connaissances par l'expérimentation. → Elaboration des connaissances par une interaction active avec autrui. → Gout pour la confrontation d'idées ou la résolution de problèmes en équipe.
Style réfléchi	<ul style="list-style-type: none"> → Importance donnée au recul et à la distance par rapport aux choses. → Style marqué par la réflexion. → Observation, écoute, accumulation de données avant d'émettre une opinion
Style théoricien	<ul style="list-style-type: none"> → Importance de données logique, à la cohérence dans l'organisation des nouvelles connaissances → Gout pour l'analyse et la synthèse, valorisation du rationnel et de l'objectivité → Acquisition de nouvelles connaissances de façon méthodique et systématique
Style pragmatique	<ul style="list-style-type: none"> → Intérêt pour la mise en application concrète des idées, des théories, des techniques, dans le but d'en expliquer et d'en valider le fonctionnement → Préférence pour les solutions réalistes et pratiques → Besoin de trouver des bénéfices concrets, des avantages pratiques aux nouvelles connaissances

Tableau 3.1. Description des styles d'apprentissage du Honey et Mumford.

Honey et Mumford [1985] ont fondé leur cycle d'apprentissage sur les travaux de Kolb. Ils ont suggéré les styles d'apprentissage suivants : le style actif, le style réfléchi, le style théoricien et le style pragmatique. Le style actif décrit le comportement de la personne qui privilégie les attitudes

et les conduites propres à la phase d'expérience ; le style réfléchi, celles de la phase du retour sur l'expérience le style théoricien, celles de la phase de formulation de conclusions ; et le style pragmatique, celles de la phase de planification.

En voici ici un résumé sur les quatre styles :

1. Le style actif

Se caractérise par le goût de s'impliquer concrètement dans une expérience, de plonger dans l'activité « ici et maintenant ». Ce goût est particulièrement stimulé lorsque l'expérience comporte un élément de nouveauté ou de défi et qu'il y a possibilité de jouer un rôle actif en interaction avec d'autres personnes. Le style actif est aussi marqué par le goût de s'engager avec les gens, de confronter ses idées aux leurs et de relever des défis ou résoudre des problèmes en équipe. Il se caractérise aussi par la présence d'invention d'idées en l'absence de contraintes de structure ou de normes.

2. Le style réfléchi

Se caractérise par l'importance du recul et de la distance prise par rapport aux gens et aux choses. Il est marqué par la prudence et la réflexion approfondie avant de prendre des décisions et d'agir. L'observation, l'écoute, l'accumulation exhaustive de données avant d'émettre une opinion apparaissent essentielles. Revenir sur les événements et réviser ce qui s'est produit sont des conduites importantes. Ce style se caractérise aussi par le désir de prendre des décisions sans contraintes de temps.

3. Le style théoricien

Se caractérise par la recherche de logique et de cohérence dans l'organisation des informations accumulées. Il se caractérise aussi par le goût de l'analyse et de la synthèse, un intérêt pour les présupposés de base et les principes sous-jacents, une valorisation du rationnel et de l'objectivité. Ce goût est stimulé lorsqu'il s'agit de comprendre et d'expliquer en explorant de façon méthodique les liens entre les idées ou en étant confronté à des systèmes, des modèles ou des théories. Suivre une démarche systématique est très important lorsque des problèmes sont abordés.

4. Le style pragmatique

Se caractérise par un intérêt pour la mise en application des idées, des théories, des techniques, dans le but explicite d'en valider le fonctionnement. Il se caractérise aussi par une préférence marquée pour les solutions réalistes et pratiques, par le goût de prendre des décisions utiles et de résoudre des problèmes concrets. Répondre à un besoin immédiat bien identifié, trouver des bénéfices concrets, voir des avantages pratiques sont considérés comme des dimensions importantes de l'apprentissage.

Leur cycle d'apprentissage, largement utilisé aujourd'hui, se présente comme suit :

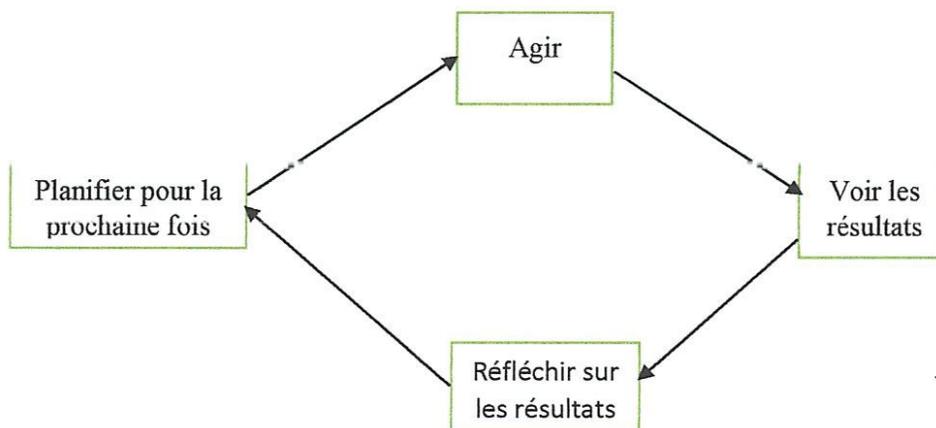


Figure 3.6. Cycle d'apprentissage

➤ Questionnaire sur les styles d'apprentissage

Pour mesurer ces quatre styles d'apprentissage nous avons élaboré ce questionnaire : Ce questionnaire a pour but de permettre d'identifier le style ou les styles d'apprentissage préférés d'un apprenant. Par ailleurs, au fil des années, un apprenant peut probablement développer des modes d'apprentissage qui peut l'aider à tirer parti d'avantage de certaines expériences que d'autres. Du qu'il n'avait probablement pas conscience de ces expériences, ce questionnaire lui aidera à identifier avec précision ses expériences d'apprentissage, afin de lui permettre de mieux choisir la méthode d'apprentissage qui convient à son style.

De ce fait, en tant qu'apprenant qui passe ce questionnaire, vous ne devriez pas prendre plus de dix minutes pour remplir le questionnaire. L'exactitude des résultats dépend de votre honnêteté. Il n'y a ni réponses justes, ni réponses fausses.

Voici une série de questions de choix :

- ✓ 1. J'agis souvent sans prendre en considération les conséquences possibles.
- ✓ 2. Lorsque j'entends parler d'une nouvelle idée ou d'une nouvelle approche, je commence immédiatement à étudier comment l'appliquer dans la pratique.
- ✓ 3. Je suis très intéressé par l'autodiscipline, par exemple, surveiller son régime alimentaire, prendre de l'exercice régulièrement, respecter un fixe, etc.
- ✓ 4. Je suis fier d'effectuer une tâche à fond.
- ✓ 5. Je m'entends mieux avec les personnes logiques, analytiques, et moins avec les personnes pratiques.
- ✓ 6. Je suis attiré davantage pour des idées nouvelles, peu courantes, que par des idées pratiques.
- ✓ 7. Dans les discussions, je passe directement à l'essentiel.
- ✓ 8. Je fais attention à ne pas tirer des conclusions trop hâtives.
- ✓ 9. Je préfère réagir aux événements de manière spontanée et flexible, au lieu de projeter des choses à l'avance.
- ✓ 10. Je pense que les décisions prises à partir d'une analyse approfondie de toute l'information sont plus valides que celles qui reposent sur l'intuition.
- ✓ 11. J'ai tendance à être perfectionniste.
- ✓ 12. Le plus souvent, les règles sont faites pour être violées.
- ✓ 13. Je suis souvent en mesure de percevoir des façons plus performantes, plus pratiques, de faire un travail.
- ✓ 14. Si j'ai un rapport à rédiger, j'ai tendance à produire de nombreux brouillons avant de décider de la version finale.
- ✓ 15. Dans des discussions, je constate souvent que je suis la personne réaliste, que j'amène les gens à se concentrer sur l'essentiel et à éviter des suppositions fantaisistes.
- ✓ 16. Dans les discussions avec les gens, je constate souvent que je suis le plus calme et le plus objectif.
- ✓ 17. Quand les choses tournent mal, je me satisfais de hausser les épaules et de dire que 'cela me servira de leçon.'
- ✓ 18. Il est préférable de réfléchir attentivement avant d'agir.
- ✓ 19. Cela ne me dérange pas de blesser les gens, tant que le travail est fait.
- ✓ 20. J'aime que les réunions se déroulent de façon méthodique.

➤ **Comment établir le score**

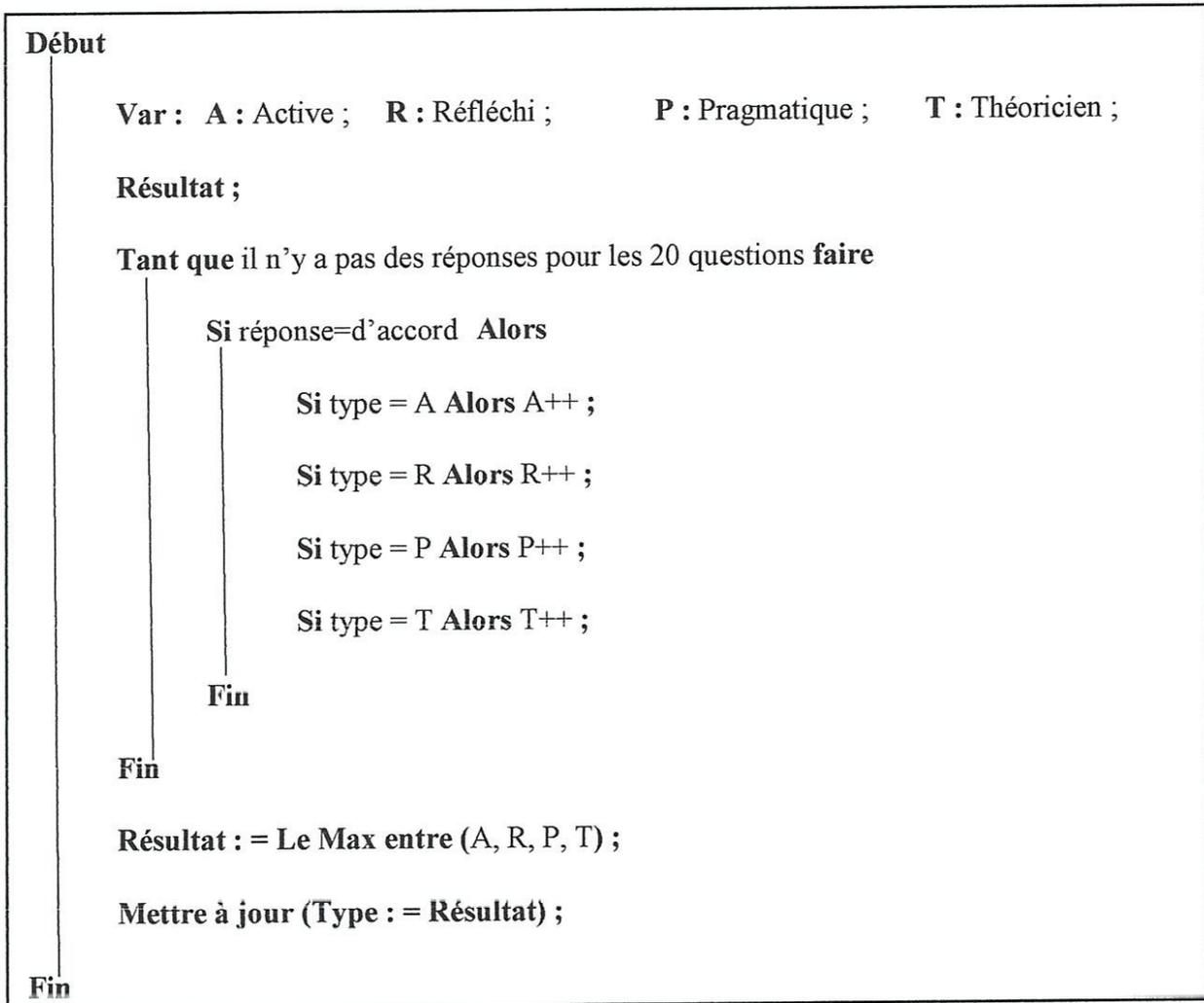
Une fois le questionnaire rempli, le score doit être établi. On le fait en utilisant l'Algorithme score, qui attribue à chaque question une lettre codée A, P, R, ou T pour inscrire les réponses.

Pour chaque question qui a une réponse de d'accord, nous allons ajouter un point dans la lettre correspondante. Par exemple, si nous avons d'accord avec la question N° 1, on ajout un point dans la lettre A. lorsqu'on a terminé, on ajoute tous les points pour chaque lettre. Et la lettre ayant le nombre de points le plus élevé est probablement le style d'apprentissage préféré de l'apprenant.

Voici une correspondance entre chaque question avec son style d'apprentissage.

Question N° : style.

1. A	11. T
2. P	12. A
3. T	13. P
4. R	14. R
5. T	15. P
6. A	16. T
7. P	17. A
8. R	18. R
9. A	19. P
10. R	20. T



Algorithme 3.1. Calcul de score. ? ref

En utilisant l'algorithme 1, le système affecte le type d'apprentissage à l'apprenant selon le score calculé.

3.5. Modèle d'adaptation

Dans un cadre éducatif, l'apprenant est très favorisé dans la phase de son style d'apprentissage préféré. Dans le cadre de notre approche, les ressources pédagogiques associées aux quatre phases seront présentées à l'apprenant en favorisant celle reflétant son style. Ainsi, quatre parcours pédagogiques sont distingués : actif, réfléchi, théorique et pratique (Figure 3.7).

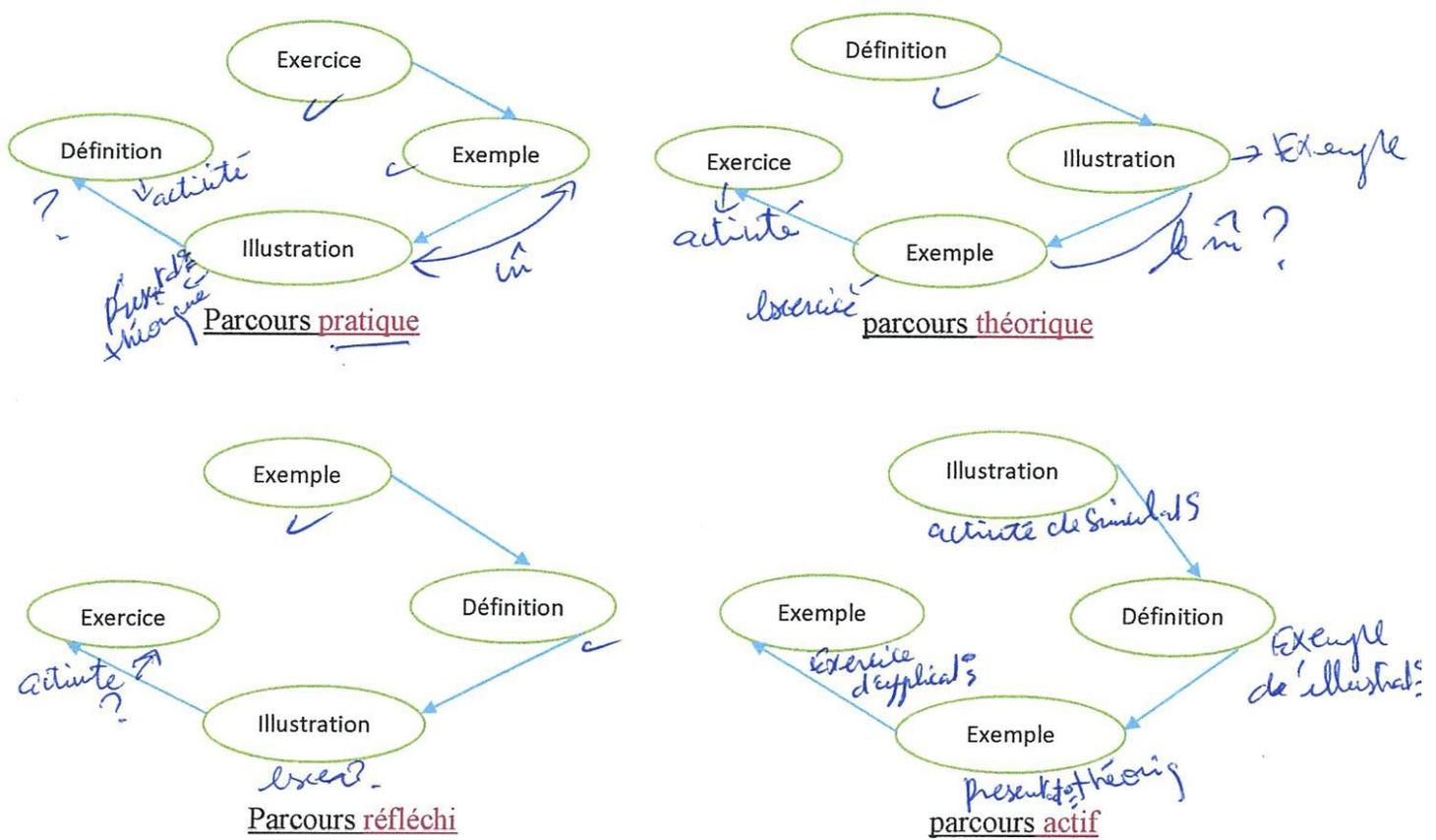


Figure 3.7. Représentation de parcours pédagogique (ny?)

```

Début
  Var : T : Type ;

  Si T = A Alors Style = Active ;
  Sinon Si T = P Alors Style = Pratique ;
  Sinon Si T = R Alors Style = Réfléchi ;
  Sinon Style = Théorique ;

Fin
  
```

Algorithme 3.2. Adaptation de style d'apprentissage. (ny?)

L'ordre de parcours de quatre phases est adapté en fonction de type de personne. Le style de personnalité traduira la performance pour l'un des quatre phases de concept d'apprentissage.

Le parcours pratique commence par un exercice pratique, suivi d'un exemple d'illustration, puis d'une présentation théorique pour apporter les informations complémentaires et enfin d'une activité. (ds la fig ce parcours se termine par Déf?) (présentation théorique??)

?
Le **parcours théorique** commence par une présentation théorique, suivie d'un exemple d'illustration, puis d'un exercice d'application et enfin d'une activité.

?
Le **parcours réfléchi** commence par un exemple, suivi d'une présentation théorique, puis d'un exercice d'application et enfin d'une activité.

?
Le **parcours actif** commence par une activité de simulation sur ordinateur, suivie d'un exemple d'illustration, puis d'une présentation théorique pour apporter les informations nécessaires et enfin d'un exercice d'application.

3.5.1. Caractéristiques d'un apprenant

Plusieurs études montrent que la différence entre les bonnes et les mauvaises performances est lié aux différents traits de personnalité des apprenants. Pour cela, on distingue plusieurs caractéristiques des apprenants.

Dans le cadre de notre travail, nous présentons un modèle qui comprend aux diverses caractéristiques d'un apprenant, à base de concepts, sous concepts et relations entre les différents concepts. Nous proposons de décrire un apprenant sous quatre facettes (Figure 3.8).

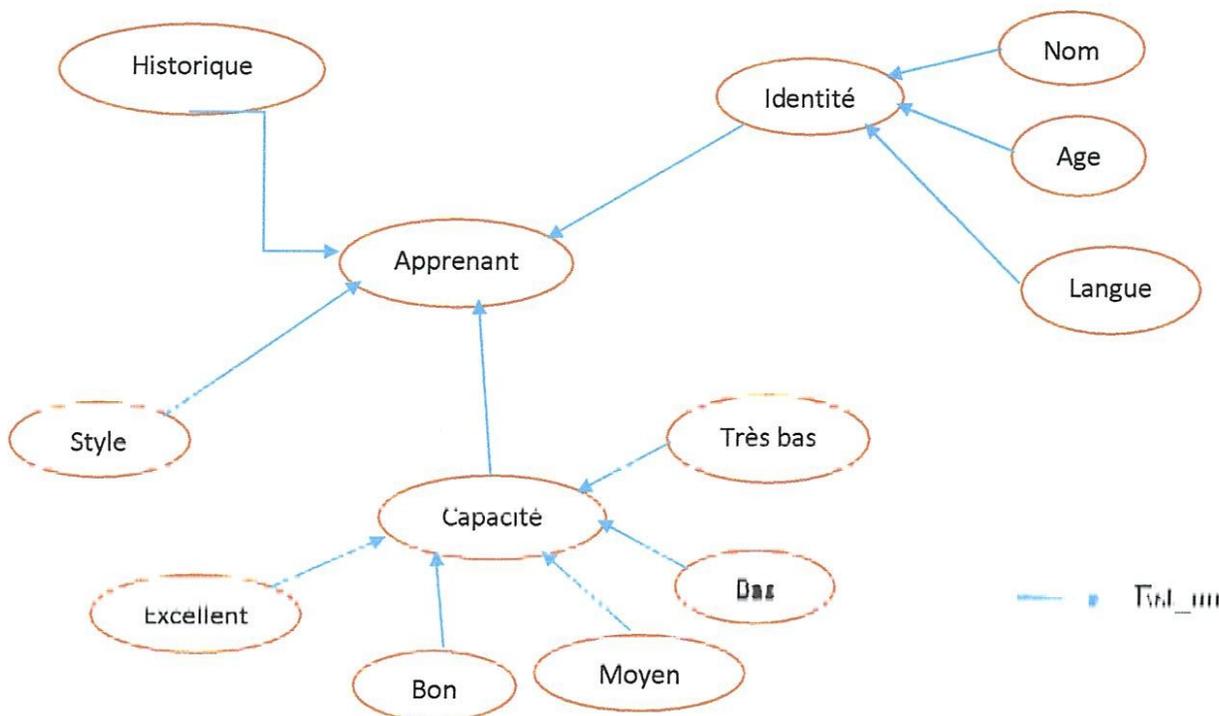


Figure 3.8. Caractéristique d'apprenant

Dans cette figure (Figure 3.8), ces facettes décrites comme des notions abstraites.

- ✓ **Identité** : première facette chargée de représenter les informations concernant un apprenant particulier. Elle est composée d'attributs prédéfinis indispensables et communs à tous les utilisateurs : nom, âge, langue.
- ✓ **Capacité (connaissance)** : deuxième facette chargée de représenter ou de donner un niveau de connaissance d'un apprenant pour un concept. Les valeurs possibles sont : très bas, bas, moyen, bon, excellent. Cette échelle nous permet d'avoir plus de précision sans qu'elle soit trop profonde, nécessaire à l'adaptation.
- ✓ **Historique** : troisième facette chargé de garder trace de l'état des historiques d'un apprenant. Mémoire de la navigation et des ressources lues. Cette représentation permet de donner la date du parcours d'une ressource ou encore des chemins de parcours dans l'ordre de navigation.
- ✓ **Style** : quatrième facette chargé de représenter les préférences d'apprentissages chez les apprenants. Cette composante se modélise sous la composition de Modèle de Kolb.

3.5.2. Techniques d'adaptation

L'adaptation nécessite des mécanismes internes et externes très spécifiques. Au niveau externe, le domaine du système hypermédia adaptatif propose de nombreuses techniques d'adaptation permettant de présenter un hyperespace de manière personnalisée [3].

Après avoir identifié le type de personnalité d'un apprenant selon le modèle de style, le système calcule et stocke les résultats des préférences dans le modèle de l'apprenant, ensuite l'apprenant définit le concept sur lequel il vient rechercher les objets pédagogiques qui traitent le concept en question. Le processus d'adaptation se réalise comme suit :

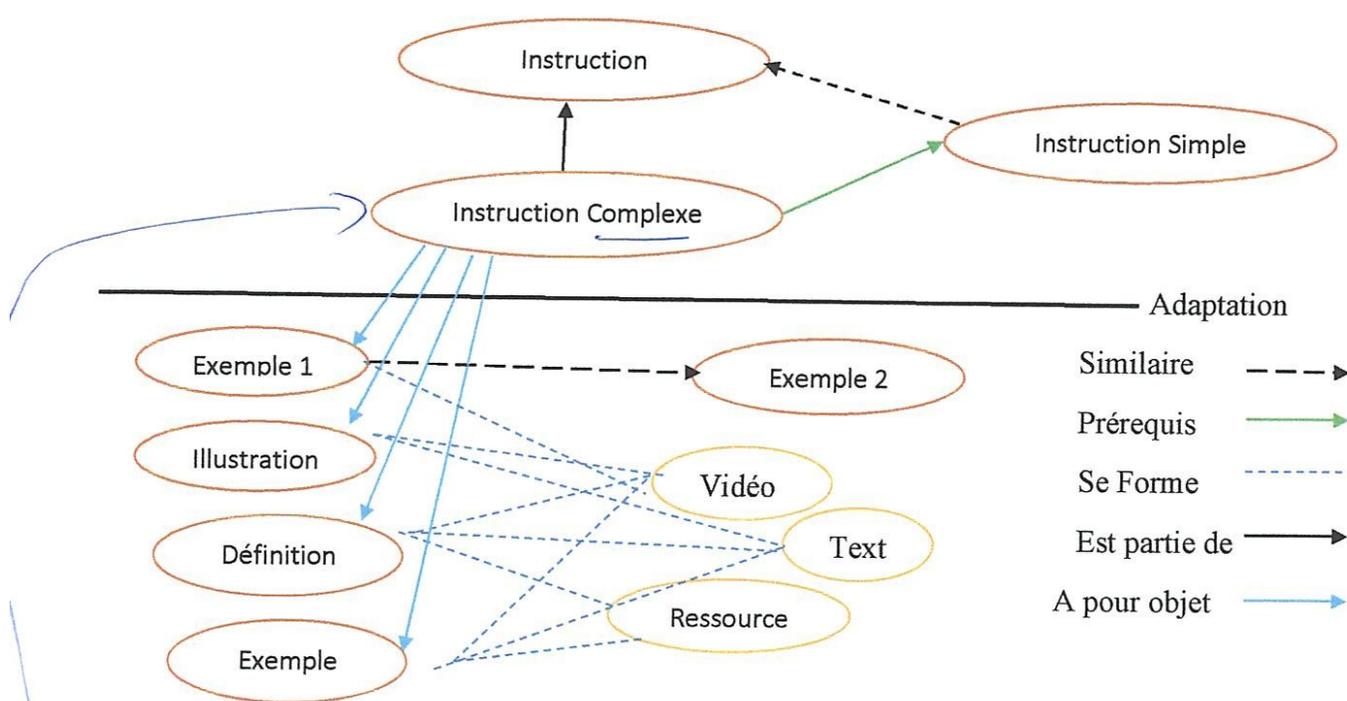


Figure 3.9. Des concepts ont des objets pédagogiques

Un apprenant désire rechercher tous les objets pédagogiques en rapport avec le concept (Instruction Répétitive). Ce concept est lié à d'autres concepts (Instruction Simple) par différents liens sémantiques (pré_requis, Partie_de), des objets pédagogiques sont donc attachés à ces concepts grâce à d'autres liens sémantiques (objet_de, similaire_a) comme le montre la figure 3.9.

3.6. Modèle d'objet pédagogique

Dans la suite de notre thème, nous préférons le terme objet pédagogique qu'au terme ressource pédagogique. Un objet pédagogique dans notre cas fait référence à différents niveaux de granularités (une définition, un exercice, une image, etc.). Cet objet doit être retrouvé et intégré dans les documents personnalisés selon le profil apprenant. L'ensemble des objets pédagogiques permettent de véhiculer et transmettre des contenus d'enseignements.

Chaque concept du domaine d'enseignement indexe des objets pédagogiques de différentes catégories (Définition, Exemple, Illustration, Exercice) de différents niveaux (Bas, Moyen, Excellent) de différents types (Image, Texte). Chaque objet possède des valeurs de styles différents selon l'usage de chaque objet. Plusieurs facettes sont proposées pour la description d'un objet pédagogique (Figure 3.9).

- ✓ **Métadonnée :** la première facette qui permet de décrire les principales caractéristiques de l'objet pédagogique (auteur, date, langue, format, niveau, localisation).

- ✓ **Catégorie** : la deuxième facette permettant de classer les objets pédagogiques en catégories (Définition, Exemple, Illustration, Exercice) en se basant sur leurs contenus.
- ✓ **Style** : la troisième facette permettant de prendre en compte les différents styles d'apprentissage de l'objet pédagogique.

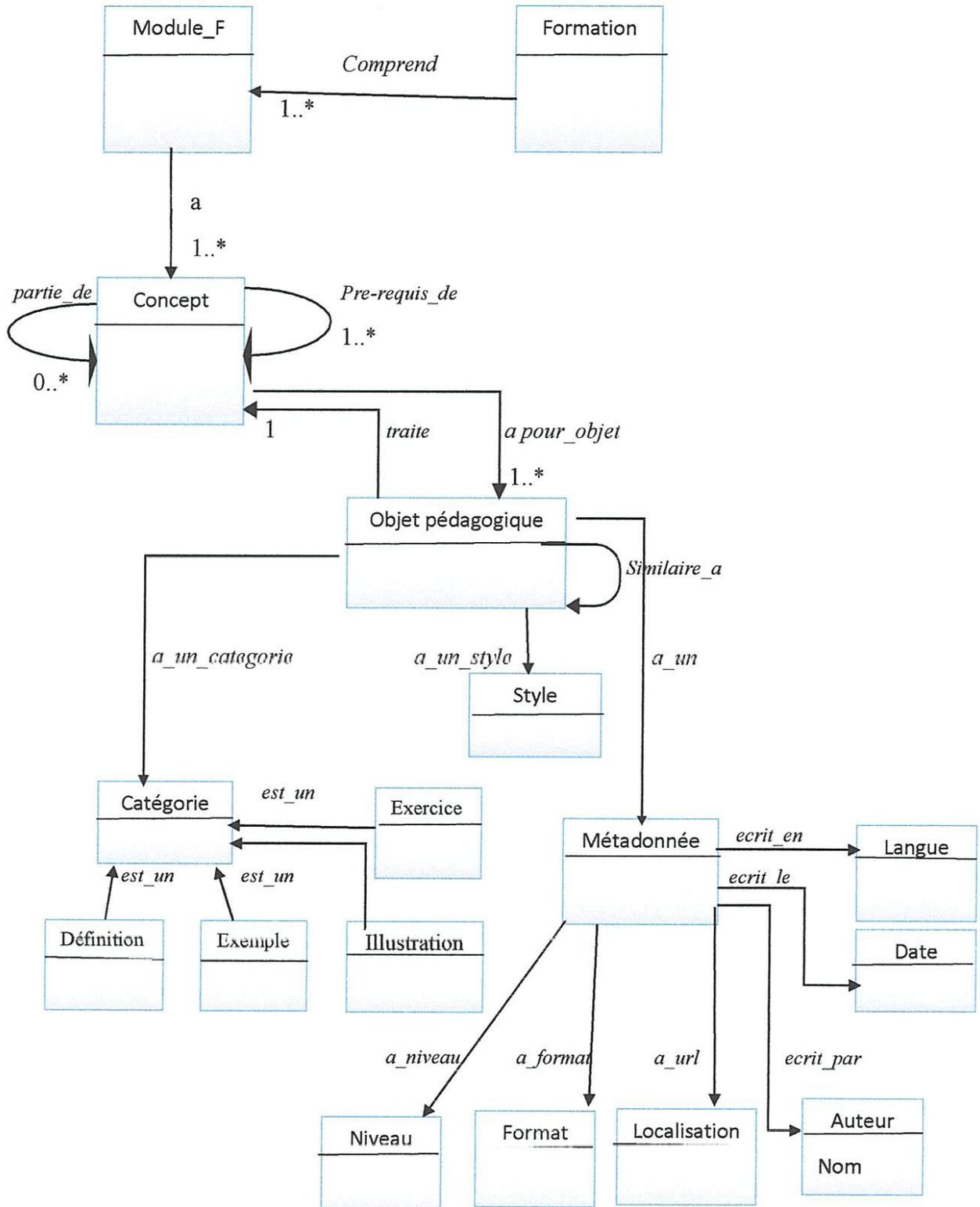


Figure 3.10. Modèle pédagogique complet

Pour certain lien sémantique entre les objets pédagogiques, nous avons :

- ✓ Le lien **Similaire_a** : qui dénote que la sémantique de l'objet A est similaire à celle de l'objet B.
- ✓ La relation **a_pour_objet** : cette relation lie un concept X du domaine à un ou plusieurs objets pédagogiques. Elle permet à l'apprenant d'accéder immédiatement aux connaissances pour assimiler le concept.
- ✓ Le lien **Traite** : ce lien permet de lier un objet pédagogique à un concept de domaine.

3.7. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté notre démarche méthodologique développée à la modélisation de notre environnement SHA. En sachant que notre environnement (SHA) est constitué de trois composants à savoir le modèle de domaine, le modèle de l'apprenant ainsi que le modèle utilisateur. Nous avons essayé de décortiquer pour chacun de ces modèles, ces points essentiels, dans cet environnement, l'apprenant est guidé et orienté en cas de besoin par un tuteur intelligent à travers ces préférences pour s'adapter afin de recevoir des recommandations qui lui convient. L'intégration de cette nouvelle capacité (STI) permet, par la gestion intelligente de l'utilisateur, d'améliorer les performances d'un apprenant et ainsi d'augmenter l'efficacité de l'enseignement Un STI est capable de reconnaître à tout temps le niveau et les préférences de l'apprenant et d'induire chez celui-ci une optimisation de ses capacités cognitives.

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter en détail une implémentation de notre environnement le système hypermédia adaptatif (SHA) dans lequel nous intégrons un système tutoriel intelligent (STI) afin de recommander des objets pédagogiques à l'apprenant.

IMPLEMENTATION

4.1. Introduction

Dans ce quatrième et dernier chapitre, nous mettons en application les objectifs de notre projet. Au niveau de ce chapitre, nous allons décrire les différents aspects techniques liés à l'implémentation de notre application web. Nous rappelons que l'objectif de notre travail est l'intégration d'un tuteur intelligent avec un système hypermédia adaptatif pour la recommandation des apprenants.

De ce fait, nous commençons par la présentation des différents outils utilisés sur lesquels est réalisée notre application. Ensuite, nous présentons un exemple concret montrant le fonctionnement et les interfaces graphiques de notre application.

4.2. Environnement de l'ordinateur

- ✓ Processeur : Intel(R) Inside(R) core i3
- ✓ Capacité de la mémoire RAM : 4.00GB
- ✓ Vitesse d'horloge : 1.70GHz
- ✓ Type de système : Système d'exploitation 64bits
- ✓ Système d'exploitation : Windows10

4.3. Présentation des outils de développement

La programmation web peut avoir différentes formes : de la simple page statique à la page dynamique. Nous allons faire ici une petite présentation de différentes technologies utilisées pour le développement de notre application.

4.3.1. EasyPHP

Il s'agit d'une plateforme de développement web, permettant de faire fonctionner localement (sans se connecter à un serveur externe) des scripts PHP. EasyPHP n'est pas en soi un logiciel, mais un environnement comprenant deux serveurs (un serveur web Apache et un serveur de base de données MySQL), un interpréteur de script (PHP), ainsi qu'une administration SQL phpMyAdmin. Il dispose d'une interface d'administration permettant de gérer les alias (dossiers virtuels disponibles sous Apache), et le démarrage/arrêt des serveurs. Il permet donc d'installer en une seule fois tout le nécessaire au développement local du PHP. Par défaut, le serveur Apache crée un nom de domaine virtuel (en local) 127.0.0.1 ou localhost.



Figure 4.1. EasyPHP

La dernière version est l'EasyPHP serveur 16.1.1 que nous utilisons pour développer notre plateforme.

➤ Fonctions principales

- ✓ Détection automatique du répertoire d'installation en fonction des droits de l'utilisateur
- ✓ Détection automatique des ports disponibles
- ✓ Gestion des composants : plusieurs versions de PHP (ou plusieurs fois la même) peuvent être installées
- ✓ Possibilité de basculer d'une version de PHP à une autre en un clic.

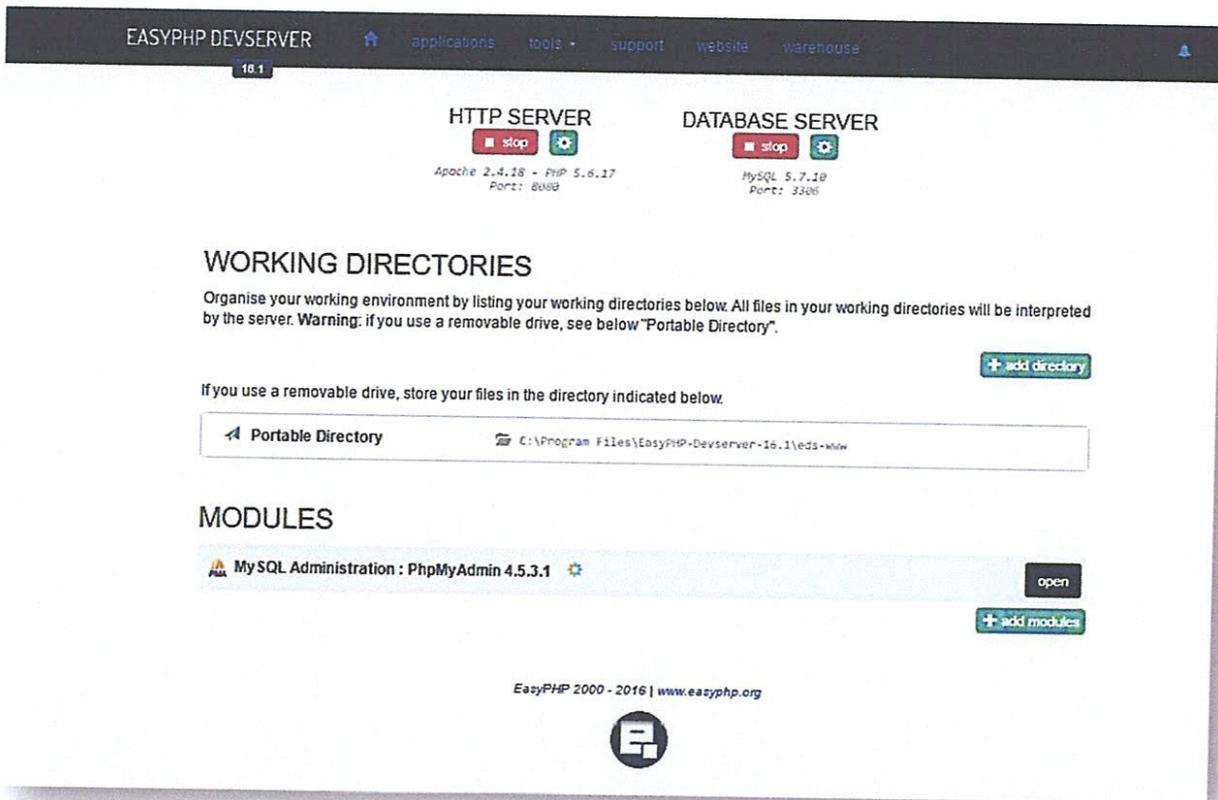


Figure 4.2. Interface principale d'EasyPHP serveur 16.1.1

4.3.2. Sublime Text

Sublime text est un éditeur de texte générique codé en C++ et Python, disponible sur Windows, Mac et Linux. Le logiciel a été conçu tout d'abord comme une extension pour Vim, riche en fonctionnalités.

Depuis la version 2.0, sortie le 26 juin 2012, l'éditeur prend en charge 44 langages de programmation majeurs, tandis que des plugins sont souvent disponibles pour les langages plus rares.

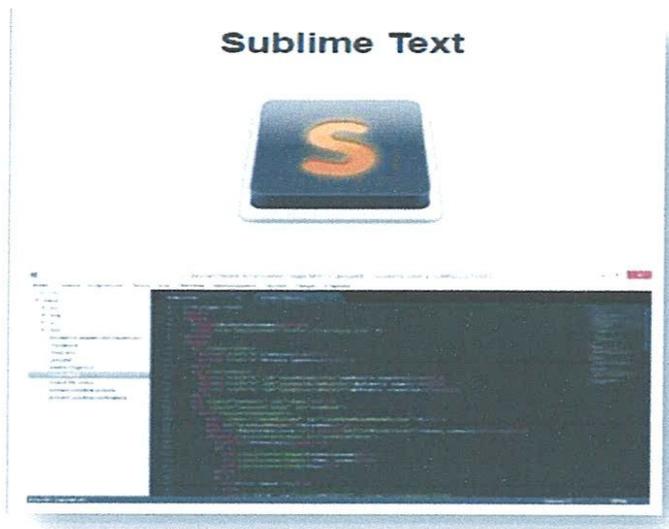


Figure 4.3. Sublime Text

➤ Historique

En 2007, son créateur, Jon Skinner, quitta son travail chez Google pour poursuivre un de ses rêves : créer un meilleur éditeur de texte. Il se donna trois principes pour ce logiciel :

- Discret, interface minimum : on doit pouvoir se focaliser sur le texte et non une myriade de barres d'outils ;
- Ne pas cacher le texte par des fenêtres ;
- Utiliser toute la place possible : plein écran, multi-écrans, édition de fichiers cote à cote devraient être possibles.

➤ **Fonctionnalités**

Sublime Text intègre la plupart des fonctionnalités de base d'un éditeur de texte, dont la coloration syntaxique personnalisable, l'auto complétion, un système de plugins... l'éditeur propose cependant des fonctions plus avancées, dont :

- ✓ Minimap : prévisualisation de tout le fichier dans une barre latérale ;
- ✓ Sélection et édition dans plusieurs sections de code en parallèle ;
- ✓ Marque-page au sein même des fichiers ;
- ✓ Sauvegarde automatique ;
- ✓ Recherche et remplacement par expression régulières ;
- ✓ Support des macros et de plugins en Python ;
- ✓ Personnalisation des raccourcis clavier.

4.3.3. PHP

PHP est un langage de programmation libre, principalement utilisé pour produire des pages web dynamiques via un serveur http, mais pouvant également fonctionner comme n'importe quel langage interprété de façon locale. PHP est aussi un langage impératif orienté objet.

Il a permis de créer un grand nombre de site web célèbres, comme Facebook, YouTUBE, Wikipédia, etc. il est considéré comme la base de la création des sites internet dits dynamiques.

Il est à l'origine d'un langage de script conçu spécialement pour agir sur les serveurs web. En ajoutant quelques lignes de PHP à une page HTML, le serveur exécute les instructions correspondantes pour écrire du code HTML à la place. Le résultat est envoyé au navigateur. Sa principale application se situe au niveau de la gestion des sites web dynamiques. PHP dispose de près de 3 000 fonctions utilisables dans des applications très variées et couvre pratiquement tous les domaines en rapport avec les applications web.

Parmi les avantages de PHP, c'est qu'il est :

- ✓ Gratuit et disponible du code source (PHP est distribué sous la licence GNU GPL).
- ✓ Simple pour l'écriture des scripts
- ✓ Simple pour l'interfaçage de base de données

- ✓ Intégration au sein de nombreux serveurs web (Apache, Microsoft IIS, etc.)
- ✓ Sa portabilité
- ✓ PHP fonctionne si l'hébergeur possède un moteur PHP.

4.3.4. MySQL

MySQL est un système de gestion de base de données relationnelle (SGBDR). Il est distribué sous une double licence GPL et propriétaire. Il fait partie des logiciels de gestion de base de données les plus utilisés au monde, autant le grand public (application web principalement) que par des professionnels, en concurrence avec Oracle, Informix et Microsoft SQL Server. Il stocke les données dans des tables séparées plutôt que de tout rassembler dans une seule table. Cela améliore la rapidité et la souplesse de l'ensemble. Les tables sont reliées par des relations définies, qui rendent possible la combinaison de données entre plusieurs tables durant une requête.

Son nom vient du prénom de la fille du cocrateur Michael Widenius, My. SQL fait référence au Structure Query Language, le langage de requête utilisé.

4.3.5. HTML

L'*Hypertext Markup Language*, généralement abrégé HTML, est le format de données conçu pour représenter les pages web. C'est un langage de balisage permettant d'écrire de l'hypertexte, d'où son nom. HTML permet également de structurer sémantiquement et de mettre en forme le contenu des pages, d'inclure des ressources multimédias dont des images, des formulaires de saisie, et programmes informatiques. Il est souvent utilisé conjointement avec des langages de programmation (JavaScript) et des formats de présentation (feuilles de style en cascade).

4.3.6. Apache

C'est un serveur http créé et maintenu au sein de la fonction Apache. C'est le serveur le plus populaire de World Wide Web. Il est conçu pour prendre en charge de nombreux modules lui donnant des fonctionnalités supplémentaires : l'interprétation des langages (perl,

PHP, Python et Ruby, serveur proxy, Common, Gateway Interface, Serveur Side Includes) réécriture d'URL, négociation de contenu, protocoles de communication additionnels, etc.

4.3.7. JavaScript

JavaScript est un langage de programmation de scripts principalement employé dans les pages web interactives mais aussi pour les serveurs. C'est un langage orienté objet à prototype, c'est-à-dire que les bases du langage et ses principales interfaces sont fournies par des objets qui ne sont pas des instances de classe, mais qui sont chacun équipés de constructeurs permettant de créer leurs propriétés, et notamment une propriété de prototypage qui permet d'en créer des objets héritiers personnalisés. En outre les fonctions sont des objets de première classe.

4.4. Présentation de l'application

Dans cette partie nous allons présenter à l'aide d'un ensemble de captures d'écran, les principales fonctions à partir d'un ensemble d'interfaces de notre application.

Avant tout, notre système recommande aux apprenants en fonction de leurs préférences, style et historique d'apprentissage en vue d'améliorer à la fois leurs compétences et le rendement des systèmes hypermédias adaptatifs. Si l'apprenant est inscrit (il possède déjà un compte), il peut rentrer son adresse mail et son mot de passe pour y accéder. Dans le cas contraire, il doit suivre les procédures d'inscription en remplissant un formulaire d'inscription. En voici notre interface principale.



Figure 4.4. Interface principale de notre application

Cette page permet l'accès d'un apprenant déjà inscrit à la plateforme d'apprentissage pour suivre sa formation. S'il n'est pas encore inscrit, le système lui offre la possibilité de s'inscrire en remplissant et validant le formulaire d'inscription. Dans notre exemple, la formation offerte est le langage Java.

4.4.1. Espace administrateur

Après avoir montré notre interface principale, nous allons commencer par la présentation des pages propres à l'espace administrateur.

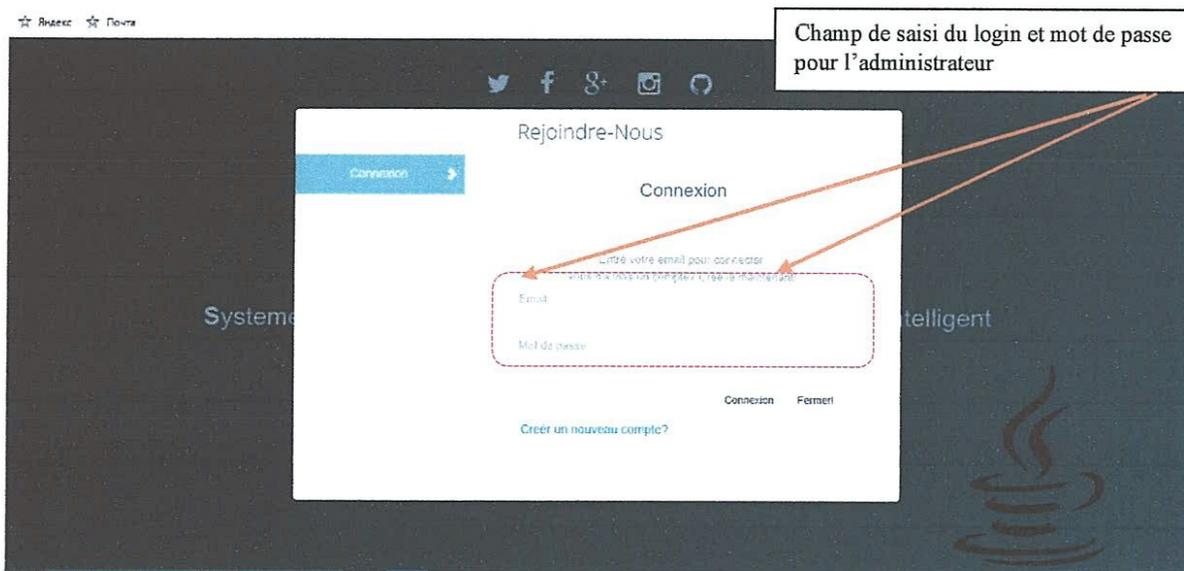


Figure 4.5. Page de connexion administrateur

Dans cette page, l'administrateur entre son identifiant accompagné de son mot de passe pour entrer dans son espace.

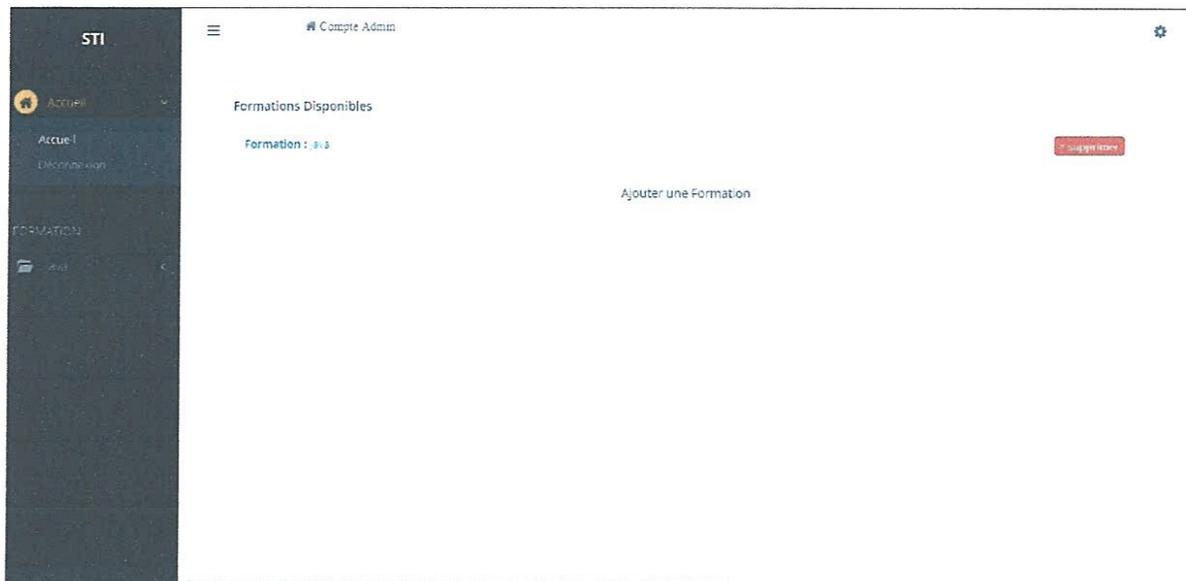


Figure 4.6. Interface principale de l'espace Administrateur

Dans cette figure (Figure 4.6), l'administrateur est celui qui fait les mises à jour de l'application ; ajouter des formations, des chapitres, des concepts, comme les montre les figures qui suivent.

✓ Ajout d'une formation

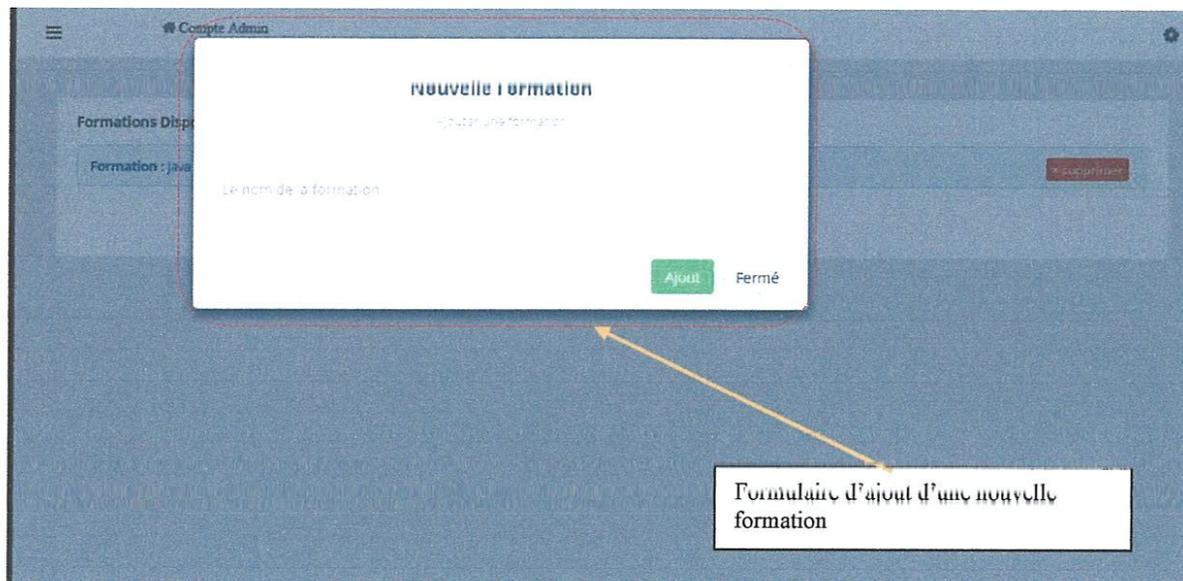


Figure 4.7. Ajout d'une Formation

Dans cette page, d'administrateur a le droit d'ajouter ou supprimer autant de formations qu'il veut. Dans notre exemple ici, nous avons ajouté deux formations (Java et PHP) ; comme le montre la figure (Figure 4.8) suivante.

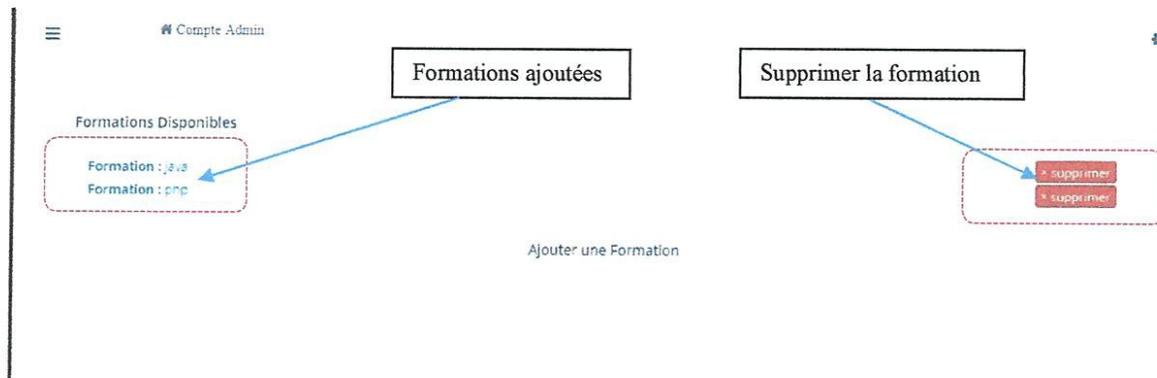


Figure 4.8. Liste des formations disponibles

Comme le montre la figure précédente (Figure 4.8), c'est d'administrateur qui possède les droits de mettre à jour le contenu de la formation.

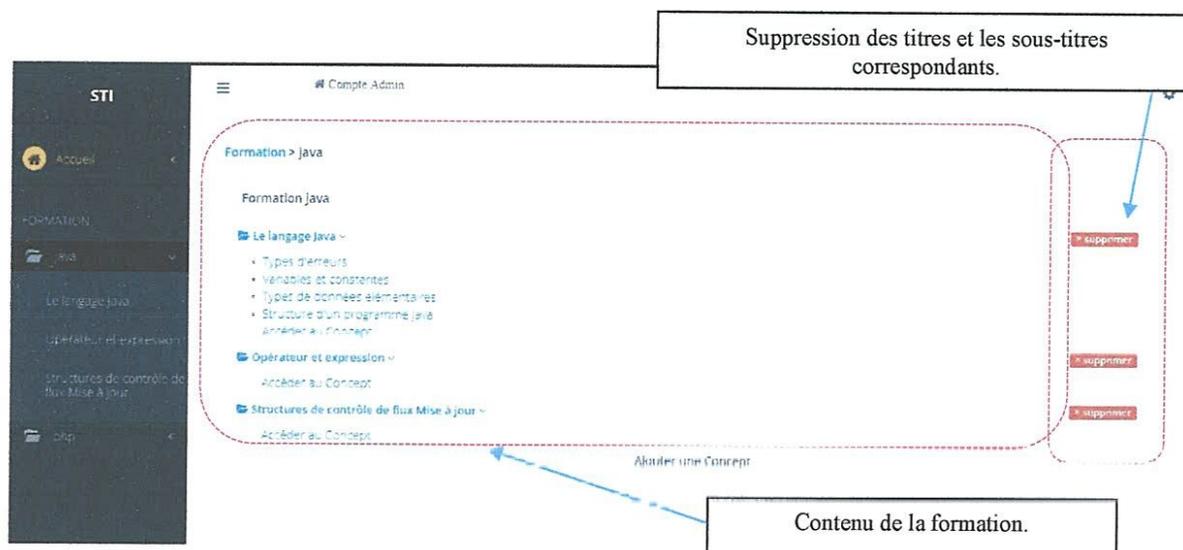


Figure 4.9. Contenu d'une Formation

Dans cette page (Figure 4.9), c'est là où il y a le contenu des formations.

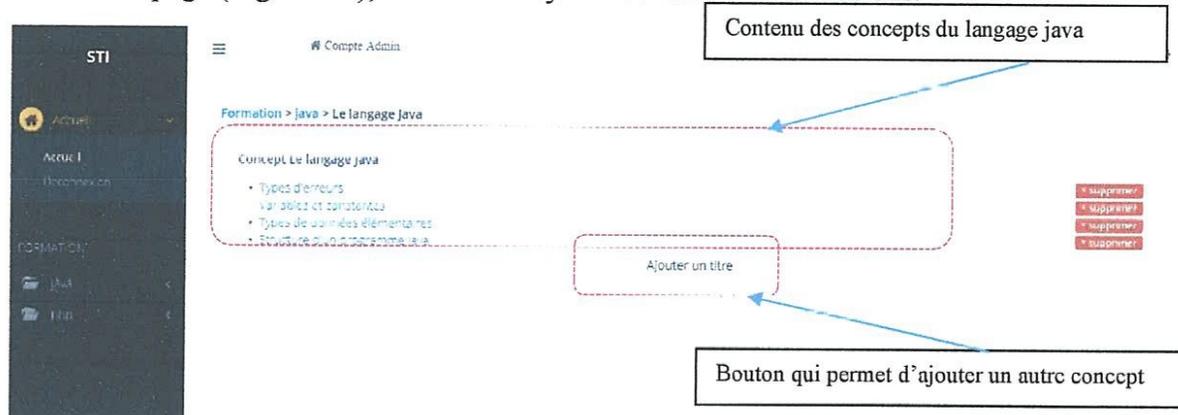


Figure 4.10. Contenu des concepts de la formation

La figure 4.10 affiche tous les contenus de chaque concept d'une formation.

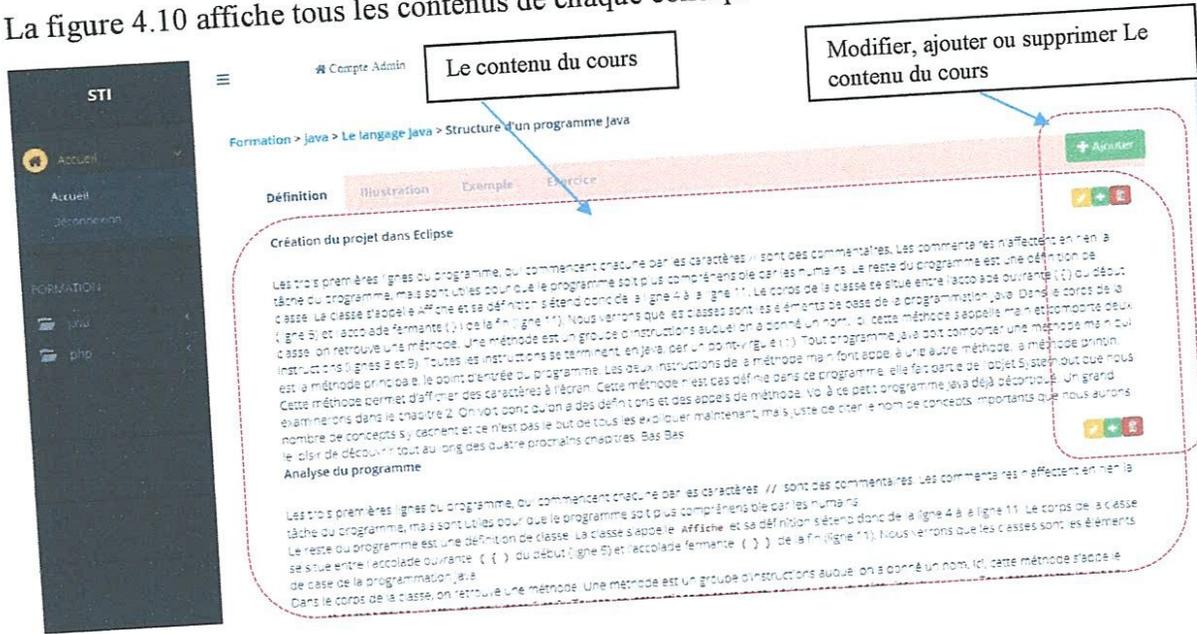


Figure 4.11. Liste des cours pour chaque concept

Visualisation de toutes les ressources pédagogiques par l'administrateur

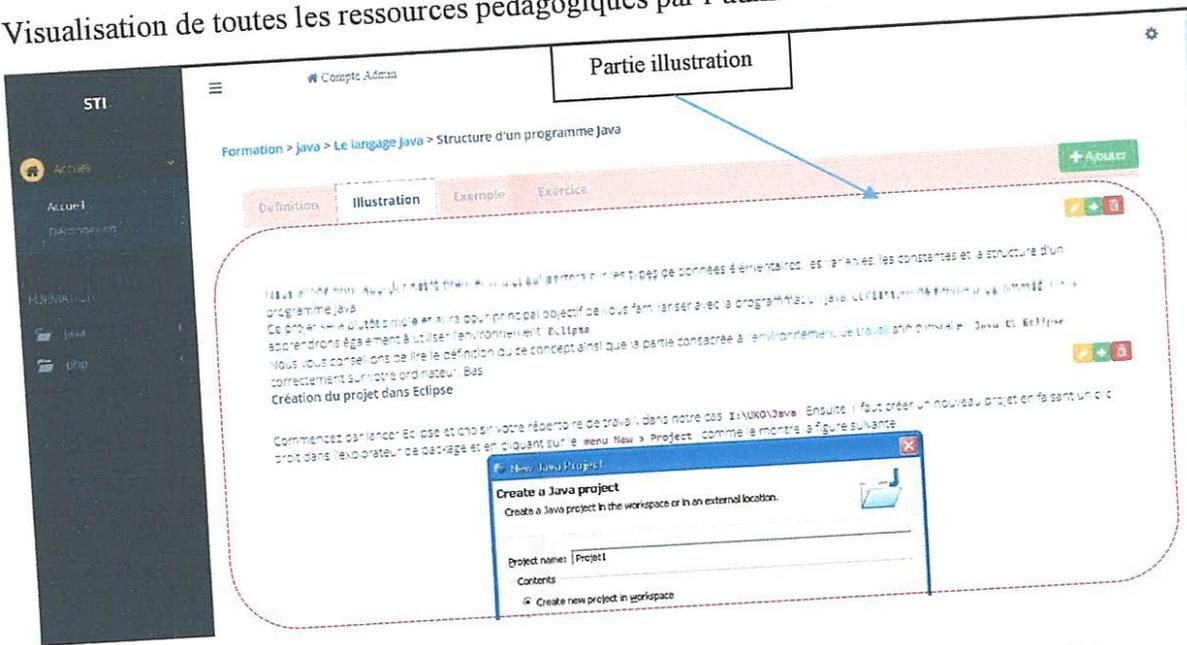


Figure 4.12. Illustration pour le concept Structure d'un Programme JAVA

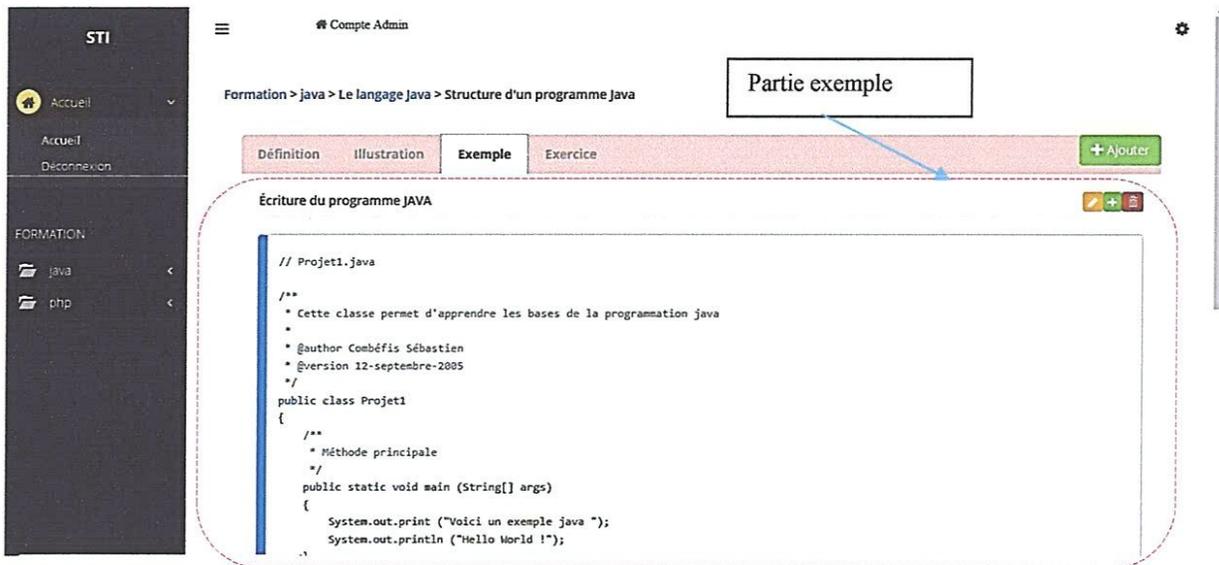


Figure 4.13. Exemple pour le concept structure d'un programme JAVA

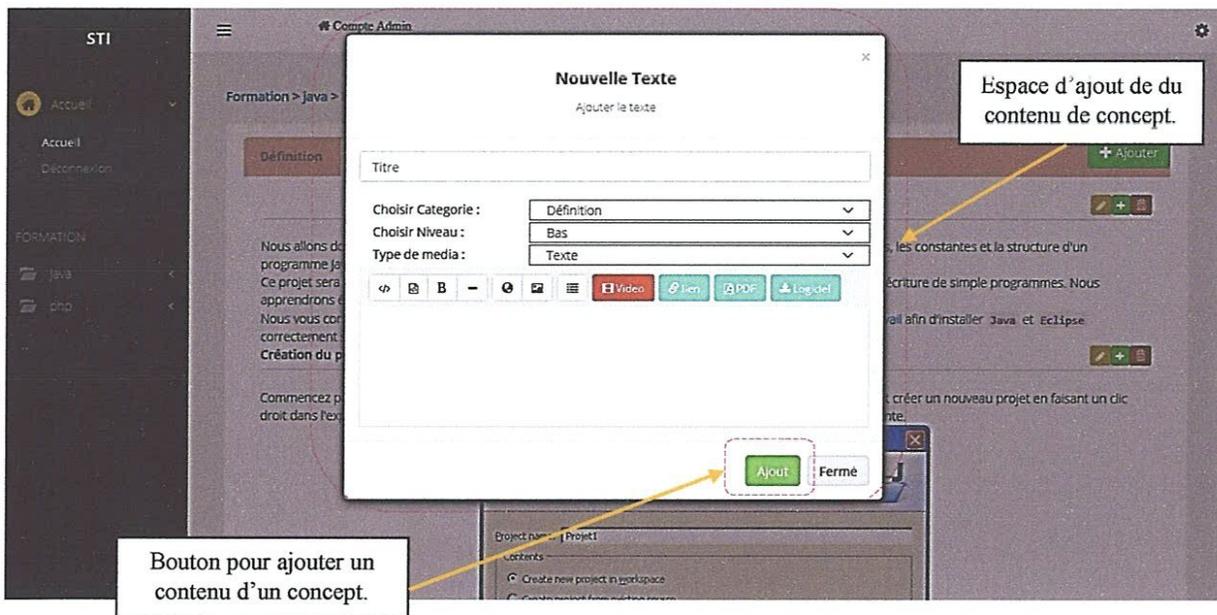


Figure 4.14. Ajout des concepts

Dans cette petite fenêtre de la figure 4.14, l'administrateur peut ajouter des concepts de la formation dans la base de données. Après avoir mettre le contenu du concept, il clique sur le bouton « ajout » pour valider.

4.4.2. Espace Apprenant

Dans cette partie, l'apprenant peut accéder dans le système s'il a un compte déjà créé dans ce dernier. En revanche, il est nécessaire pour lui de créer un compte en suivant la procédure d'inscription.

Dans le cas d'inscription, l'apprenant clique sur le bouton « *s'inscrire* » qui se trouve dans la figure précédente (Figure 4.4), c'est là où un formulaire va apparaître pour remplir les champs et valider l'inscription.

Figure 4.15. Formulaire d'inscription

Après avoir fait l'inscription, l'apprenant effectue un test qui détermine son style d'apprentissage. Ci-après, les figures qui illustrent cette étape.

Questionnaire sur les styles d'apprentissage

La typologie des styles d'apprentissage

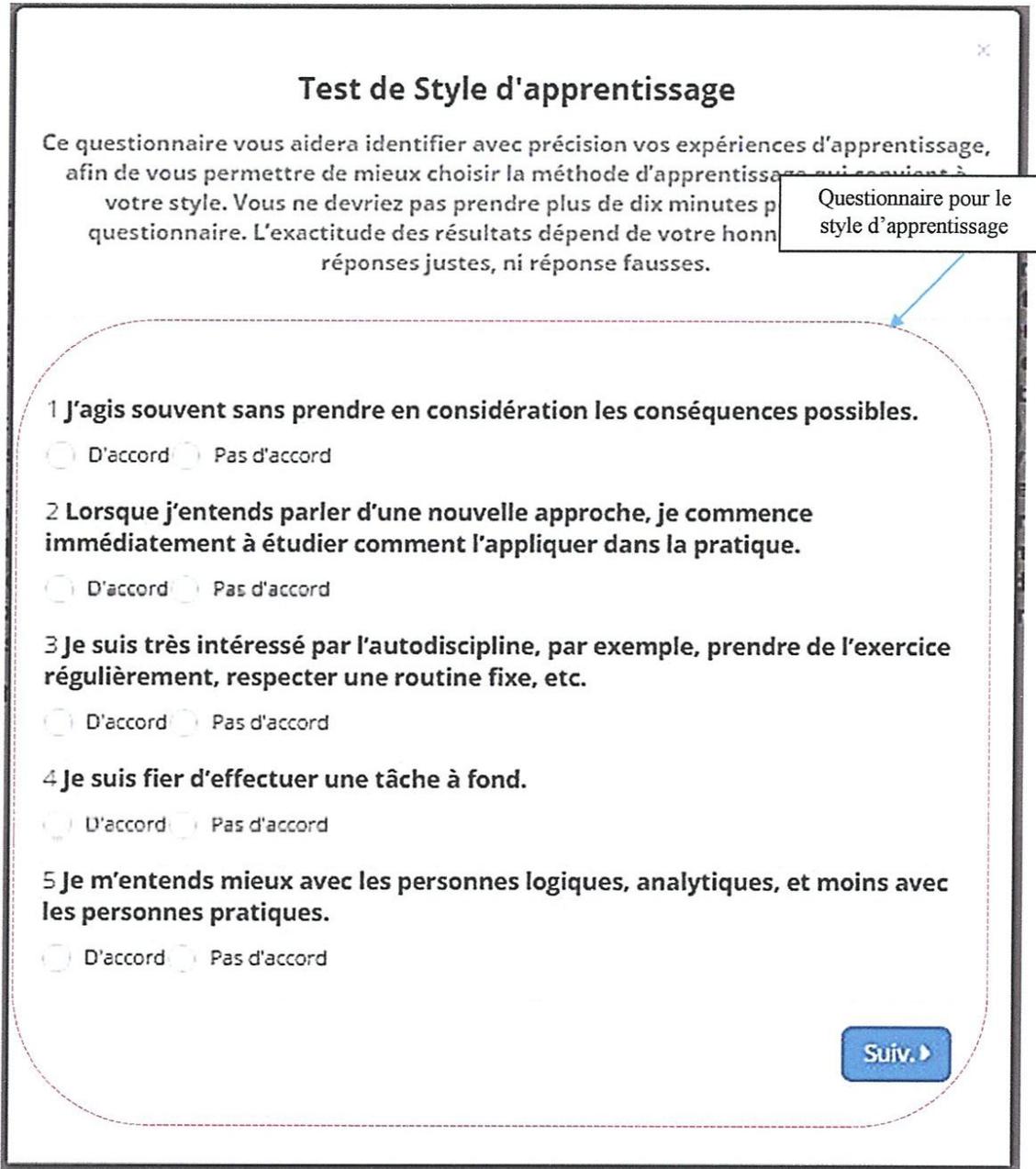
Honey et Mumford (1986) retiennent de Kolb (1984) l'idée d'un modèle d'apprentissage expérientiel en quatre phases qu'ils nomment l'expérience, le retour sur l'expérience, la formulation de conclusions et la planification. Selon eux, chacune des phases comporte des conduites et des attitudes propres et est importante pour compléter avec succès le processus même d'apprentissage. Or, la plupart des gens, à travers les réussites et les échecs de leurs conduites dans leurs tentatives d'apprendre, développent des préférences qui leur font « aimer » plus particulièrement certaines phases du processus. Dans la mesure où ces phases sont privilégiées par des individus, elles définissent quatre styles d'apprentissage, qui correspondent chacun à « une description d'attitudes et de conduites qui déterminent une manière d'apprendre préférée par un individu » (Honey et Mumford, 1992, p. 1). Ce faisant, Honey et Mumford (1992) postulent l'existence de quatre dimensions unipolaires plutôt que de deux dimensions bipolaires comme le fait Kolb (1984). Cette importante différence entre Kolb (1984) et Honey et Mumford (1992) dans leur façon de concevoir les styles d'apprentissage pourrait expliquer en partie la faiblesse des corrélations obtenues par Goldstein et Bokoros (1992) entre les scores au Learning Style Inventory (LSI) de Kolb, première (Kolb, 1976) et seconde version (Kolb, 1985), et ceux au Learning Styles Questionnaire (LSQ) de Honey et Mumford (1992). Cette manière de concevoir les styles d'apprentissage selon des dimensions unipolaires liées aux phases du processus d'apprentissage n'est pas unique à Honey et Mumford (1992), puisqu'elle est aussi préconisée par David Hunt (Abbey, Hunt et Welser, 1999; Hunt, 1997). Les quatre styles d'apprentissage selon Honey et Mumford (1992) sont le style actif, le style réfléchi, le style théoricien et le style pragmatique. Le style actif décrit le comportement de la personne qui privilégie les attitudes et les conduites propres à la phase d'expérience; le style réfléchi, celles de la phase du retour sur l'expérience; le style théoricien, celles de la phase de formulation de conclusions; et le style pragmatique, celles de la phase de planification. On trouvera à l'annexe 4 la description que donnent Honey et Mumford (1992) de chacun des styles d'apprentissage en termes d'attitudes et de comportements qui sont propres à chacune des phases du cycle d'apprentissage et qui peuvent faire l'objet d'une préférence marquée par des personnes.

Identifier votre style d'apprentissage préférés par le test c'est dessous

Lancer le Test !!

Figure 4.16. Typologie des styles d'apprentissage

Cette interface explique les différents styles d'apprentissage de Honey et Mumford, expliqués dans le chapitre précédent. Pour lancer le test, l'apprenant clique sur le bouton « *lancer le test* » et répond aux questions par « D'accord » ou « Pas d'accord » (Figure 4.17).



The image shows a web-based questionnaire titled "Test de Style d'apprentissage". The interface includes a title, an introductory paragraph, five numbered statements with radio button options for "D'accord" and "Pas d'accord", and a blue "Suiv. ►" button at the bottom right. A callout box with a blue arrow points to the questionnaire text.

Test de Style d'apprentissage

Ce questionnaire vous aidera identifier avec précision vos expériences d'apprentissage, afin de vous permettre de mieux choisir la méthode d'apprentissage qui convient à votre style. Vous ne devriez pas prendre plus de dix minutes pour ce questionnaire. L'exactitude des résultats dépend de votre honnêteté, de vos réponses justes, ni réponse fausses.

Questionnaire pour le style d'apprentissage

1 **J'agis souvent sans prendre en considération les conséquences possibles.**
 D'accord Pas d'accord

2 **Lorsque j'entends parler d'une nouvelle approche, je commence immédiatement à étudier comment l'appliquer dans la pratique.**
 D'accord Pas d'accord

3 **Je suis très intéressé par l'autodiscipline, par exemple, prendre de l'exercice régulièrement, respecter une routine fixe, etc.**
 D'accord Pas d'accord

4 **Je suis fier d'effectuer une tâche à fond.**
 D'accord Pas d'accord

5 **Je m'entends mieux avec les personnes logiques, analytiques, et moins avec les personnes pratiques.**
 D'accord Pas d'accord

Suiv. ►

Figure 4.17. Test pour le style d'apprentissage

Après avoir répondu au questionnaire, et déterminé le style d'apprentissage de chaque apprenant, le système va demander à l'apprenant la manière dont il préfère recevoir les contenus pédagogiques (Figure 4.18).

Test de Style d'apprentissage

Ce questionnaire vous aidera identifier avec précision vos expériences d'apprentissage, afin de vous permettre de mieux choisir la méthode d'apprentissage qui convient à votre style. Vous ne devriez pas prendre plus de dix minutes pour remplir le questionnaire. L'exactitude des résultats dépend de votre honnêteté. Il n'y a ni réponses justes, ni réponse fausses.

Choix de préférence pour l'apprenant

Merçi
vous avez finir votre test.

Comment tu veut voir tes cours par ordre :

- Video\Text\Ressource
- Text\Video\Ressource
- Ressource\Text\Video

◀ Prec. Finish ✓

Figure 4.18. Choix de l'ordre de réception du contenu pédagogique

Après avoir répondu au questionnaire et déterminé la préférence de l'apprenant, le système va l'envoyer dans une page là où il va voir la présentation de la formation qu'il va suivre (Figure 4.19).



Figure 4.19. Page d'accueil de la formation

C'est dans cette page que l'apprenant va comprendre le but de la formation, comprendre le langage de programmation Java. C'est aussi dans cette page qu'il peut avoir tous les outils nécessaires pour la programmation afin de pouvoir commencer la formation (Figure 4.20).

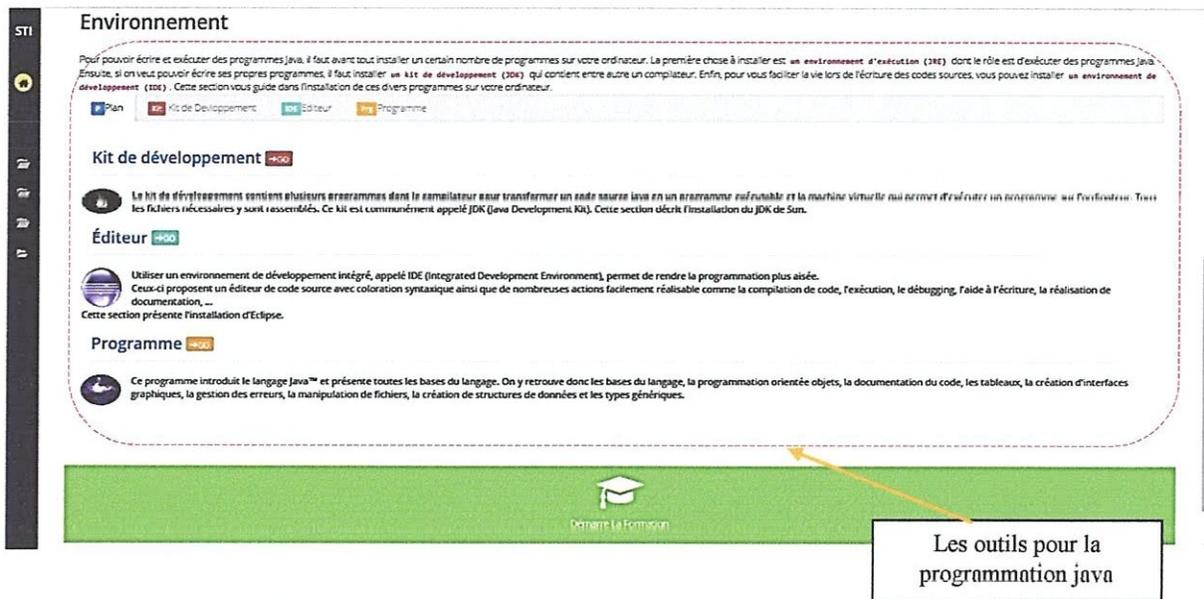


Figure 4.20. Outils nécessaires pour la formation Java

A ce niveau, l'apprenant peut commencer la formation en cliquant sur « Démarrer la formation ». Sachant que dans l'exemple, la formation choisie est le langage Java.?

Après avoir lancé la formation, l'apprenant va se trouver dans une page (Figure 4.21). Sur cette page, et avant de commencer l'apprentissage, l'apprenant peut tester son niveau en répondant à certaines questions qui permet au système de savoir son niveau afin de lui

recommander des contenus pédagogiques. Puis il peut commencer la formation comme la montre la Figure 4.22.

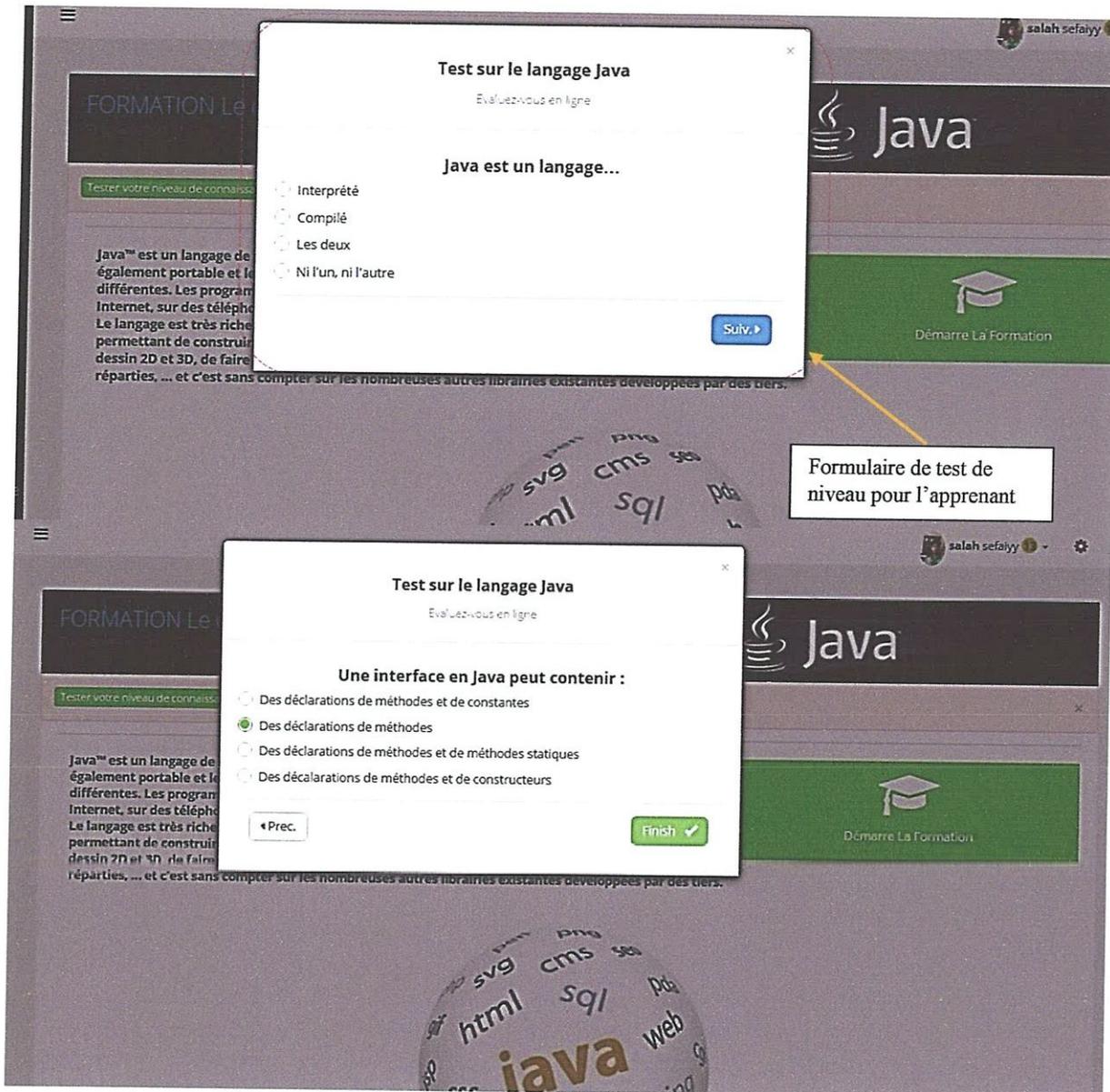


Figure 4.21. Test de Niveau

STI

salah sefaity

langage Java

INTRODUCTION

Introduction :

Langage compilés et interprétés

Il existe deux types de langages : les langages compilés et les langages interprétés. Pour rappel, la différence majeure est que pour les langages compilés, on transforme le code source du programme directement en langage compréhensible par la machine à l'aide d'un **compilateur** tandis que pour les langages interprétés, on a un programme, l'**interpréteur** qui va lire chaque ligne du code source et l'exécuter.

```
public class PFE_SHA_STI
{
    public static void main (String[] args)
    { System.out.println ("PFE_SHA_STI");
    }
```

Figure 4.22. Environnement d'apprentissage du langage Java

Dans cette page l'apprenant va trouver tous les types de médias que le tuteur lui a recommandé.

STI

- Accueil
- Accueil
- Introduction
- Profil
- Déconnexion

FORMATION

- Le langage Java
- Opérateur et expression
- Structures de contrôle de flux Mise à jour

TESTE DE NIVEAU

STI

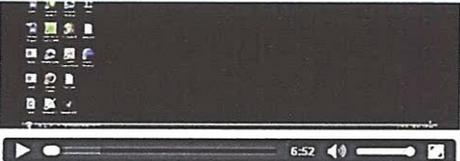
- Accueil
- Accueil
- Introduction
- Profil
- Déconnexion

FORMATION

- Le langage Java
- Opérateur et expression
- Structures de contrôle de flux Mise à jour

TESTE DE NIVEAU

[Teste de niveau](#)



Bas



Commençons en observant un petit programme Java qui affiche deux phrases à l'écran. Le listing ci-dessous vous montre le code source du programme en question.

```

//-----
// affiche deux phrases à l'écran.
//-----
public class Affiche
{
    public static void main (String[] args)
    {
        System.out.println ("Voici un exemple de programme Java");
        System.out.println ("Ce programme provient de STI");
    }
}

```

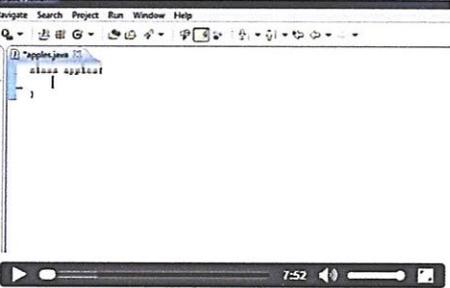
Programme 1 Mon premier programme Java : le programme *Affiche*.

Voici ce que l'on peut lire à l'écran après exécution du programme :

Illustration Définition **Exemple** Exercice

Programme hello!!





Bas



Écriture du programme JAVA

```

// Projet1.java
/**
 * Cette classe permet d'apprendre les bases de la programmation Java

```

Figure 4.23. Pages contenant les médias recommandés pour l'apprenant

✓ Profil utilisateur

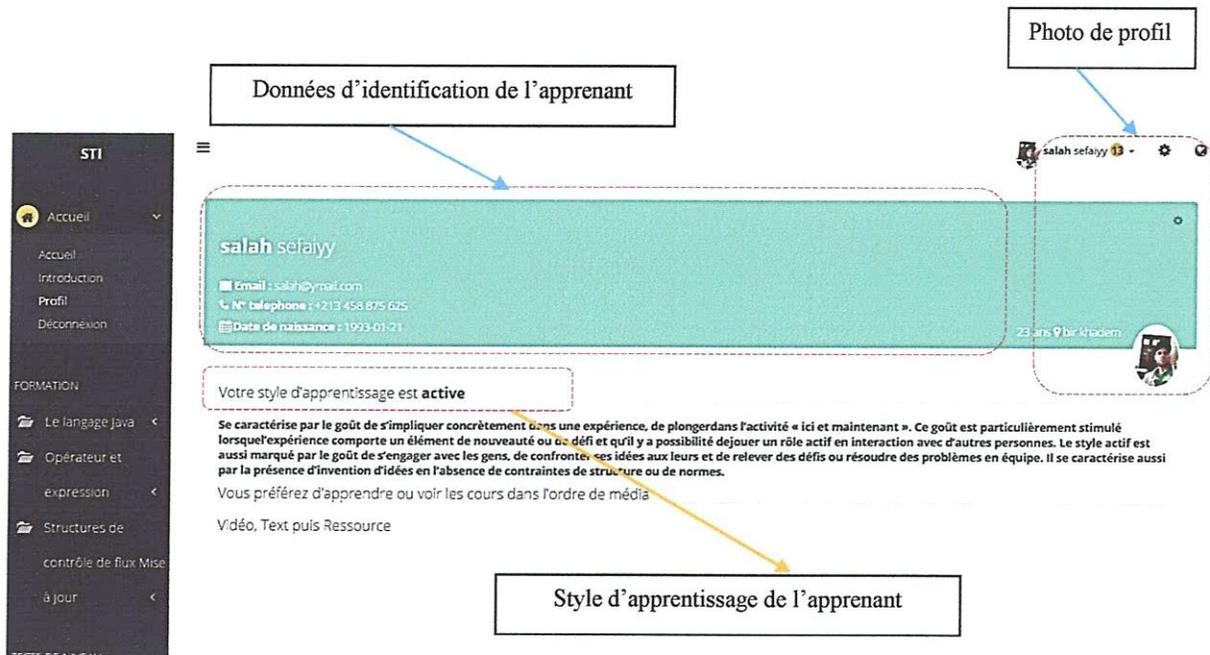


Figure 4.24. Profil de l'apprenant

4.5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'implémentation de notre application illustrée par des captures d'écrans montrant les différentes tâches qui peuvent être effectuée par l'apprenant lors d'un apprentissage guidé par un tuteur intelligent: détermination de style d'apprentissage, test de niveau, choix de l'ordre de contenu pédagogique, etc., Ainsi que les tâches qui peuvent achevées par l'administrateur pour préparer un environnement convivial facilitant l'accès rapide à l'information souhaitée: ajout d'une formation, concepts, sous-concepts, modification du contenu pédagogique, etc.

Lors d'une formation, l'apprenant peut à n'importe quel moment effectuer un test de niveau pour qu'il puisse passer d'un niveau inférieur à niveau supérieur, où le contenu pédagogique peut s'adapter automatiquement en fonction du niveau actuel de l'apprenant, et son style d'apprentissage.

Conclusion générale

Dans notre travail de recherche, nous nous sommes intéressés au SHA (Système hypermédia adaptatif) et au STI (Système tutoriel intelligent). Etant donnée l'avancée technologique dans le monde actuel, l'essor de l'internet, des chercheurs ont pensés à combiner les TICs (Technologies de l'information et de la communication) et l'apprentissage qui a conduit à l'émergence de l'e-Learning. Les hypermédias adaptatifs représentent une véritable avancée pour la recherche sur les systèmes d'enseignement assistés par ordinateur. Intégrer un tuteur intelligent dans un système hypermédia adaptatif a permis aux apprenants un parcours guidé par les préférences d'apprentissage. Il suffit que l'apprenant choisisse un style parmi les styles d'apprentissage pour qu'un parcours lui soit généré automatiquement par le tuteur virtuel.

Dans ce présent mémoire, pour mieux comprendre le concept, nous avons d'abord fait un état de l'art sur les Systèmes hypermédias adaptatifs ainsi que les Systèmes tutoriels intelligent qui nous a permis de comprendre les notions fondamentales. Nous avons parlé en générale des définitions expliquant les notions des hypermédias et hypertexte pour le chapitre 1 et celles de tuteur intelligent afin de montrer l'importance d'un tuteur virtuel pour l'apprentissage. Après cette partie de l'état de l'art, nous entrons dans le vif du sujet en parlant de l'intégration d'un tuteur intelligent avec un système hypermédia adaptatif pour les apprenants. Cette partie est consacrée à une étude détaillée pour les hypermédias adaptatifs et celui de tuteur intelligent. En parlant des hypermédias, nous avons vu en détaille les trois types de modèles principalo de SHA. Quant au STI nous avons essayés de donner des algorithmes montrant le fonctionnement et le rôle d'un tuteur dans un hypermédia. Ensuite, nous avons fait la conception de notre système. Enfin nous avons consacré la dernière partie de notre mémoire à l'implémentation de notre système.

Notre apport par rapport à ce sujet, était d'intégrer un tuteur virtuel intelligent qui remplace le tuteur humain afin de guider, d'orienter et de recommander des ressources pédagogiques pour l'apprenant.

Bibliographies

- [1] N. HAMMOND: Hypermedia and learning: Who guides whom? Dans Hermann MAURER, éditeur : Computer Assisted Learning, volume 360 de Lecture Notes in Computer Science, pages 167–181. Springer Berlin / Heidelberg, 1989.
- [2] P. BRUSILOVSKY: Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia. User Modeling and User-Adapted Interaction, 6(2):87–129, 1996.
- [3] P. BRUSILOVSKY: Adaptive Hypermedia. User Modeling and User-Adapted Interaction, 11(1) :87–110, 2001.
- [4] P. BRUSILOVSKY et E. MILLÁN: User Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems. Dans Peter BRUSILOVSKY, Alfred KOBSA et Wolfgang NEIDL, éditeurs : The Adaptive Web, volume 4321 de Lecture Notes in Computer Science, pages 3–53. Springer Berlin / Heidelberg, 2007.
- [5] A. MICARELLI et F. GASPARETTI : Adaptive Focused Crawling. Dans P. BRUSILOVSKY, A. KOBSA et W. NEIDL, éditeurs : The Adaptive Web, volume 4321 de Lecture Notes in Computer Science, pages 231–262, 2007.
- [6] M. MONTANER, B. LÓPEZ et J.L. de la ROSA : A Taxonomy of Recommender Agents on the Internet. Artificial Intelligence Review, 19(4):285–330, 2003.

- [15] D. KELLY: Implicit feedback: Using behavior to infer relevance. *New directions in cognitive information retrieval*, pages 169–186, 2005.
- [16] Sleeman et Brown, *Using Description Logics in Intelligent Tutoring Systems* Institut d'informatique de Munich, aout1982.
- [17] Murray, T. *Authoring Intelligent Tutoring Systems, An Analysis of the State of the Art. International Journal of AI and Education*, Vol. 10, no. 1, pp. 98-129,1999.
- [18] Ragnemalm,E. L. Student dianosis in practice ; Bridgind a gap. *User Modelling and and User Adapted Interaction*, 5(2):93-116,1996.
- [19] *Cognitive Therapy Across the Lifespan: Evidence and Practice* Beck,P12, 1996.
- [20] Bourdeau, J. et Pelleu-Tchétagani J. et Psyché V, *Le domaine des environnements d'apprentissage à base de connaissances*. Québec, Canada : Éditions Télé-Université, Université du Québec à Montréal,2010.