



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Mohamed Khider – BISKRA  
Faculté des Sciences Exactes, des Sciences de la Nature et de la Vie  
**Département d'informatique**

N° d'ordre :

## Mémoire

Présenté pour obtenir le diplôme de master académique en

## Informatique

Parcours : Réseaux et technologies de l'information et de la communication

---

# Adaptive and multi-agent learning system using learning style instrument

---

Par :

**Belarbi Yousra**

Soutenu le septembre 2020 devant le jury composé de :

Bourekache Samir

M.C.A

Encadreur

# Table des matières

<i>Table de figures</i> .....	I
<i>Liste des tables</i> .....	III
Résumé .....	IV
<i>Remerciements</i> .....	V
<i>Introduction générale</i> .....	VI
Chapitre I : E-Learning .....	1
I.1 Introduction .....	1
I.2 Historique de e-learning .....	1
I.2.1 La première génération .....	1
I.2.2 La deuxième génération .....	2
I.2.3 La troisième génération .....	2
I.2.4 La quatrième génération .....	2
I.3 Définition de e-Learning .....	4
I.4 les acteurs de e-learning [8] .....	4
I.4.1 Les utilisateurs du e-learning .....	4
I.4.2 L'administrateur .....	5
I.4.3 Le formateur et le tuteur .....	5
I.5 Théorie d'apprentissage .....	6
I.5.1 La théorie béhavioriste .....	6
I.5.2 La théorie constructivisme .....	7
I.5.3 la théorie Transmissive .....	8
I.5.4 La théorie socioconstructiviste .....	8
I.6 Apprentissage traditionnel vs e-Learning .....	9
I.7 Typologie de e-Learning .....	10
I.8 Les modes d'apprentissage dans les systèmes d'e-learning .....	10
I.9 Plateformes de e-learning .....	11

I.9.1 ATutor .....	11
I. 9.2 Dokeos.....	11
I.9.3 dotLRN.....	11
I.9.4 Ilias .....	11
I.9.5 LON-CAPA.....	12
I.9.6 Moodle .....	12
I.9.7 OpenUSS.....	12
I.9.8 Sakai .....	12
I.9.9 Spaghetti learning.....	12
I.9.10 Canvas .....	13
I.10 Les avantages et les inconvénients de e-learning .....	13
I.10.1 Les avantages .....	13
I.10.2 Les inconvénients.....	14
I.11 Conclusion .....	15
Chapitre II : les systèmes adaptatifs et les styles d'apprentissage .....	16
II .1 Introduction .....	16
II .2 Définition d'un système d'apprentissage adaptatif.....	16
II.3 Les dimensions d'adaptation .....	17
II .3.1 Adaptation de la navigation .....	17
II .3.2 Adaptation du contenu .....	18
II .3.3 Adaptation de la présentation .....	18
II .4 Les modèles utilisés dans un système adaptatif .....	19
II .4.1 Modèle de domaine.....	19
II .4.2 Modèle de l'utilisateur .....	19
II .5 Style d'apprentissage .....	19
II .5.1 Définition de style d'apprentissage.....	20
II .5.2 Modèles de styles d'apprentissage.....	20

II .5.2 .1	Le modèle de Kolb.....	21
II .5.2.2	Le modèle de Myers-Briggs .....	22
II .5.2.3	Le modèle de Honey et Mumford.....	23
II.5.2.4	Le modèle de Felder-Silverman.....	25
II .5.2.5	Le modèle de Fleming .....	26
II.6	Exemples de systèmes d'apprentissage adaptatif .....	27
II .6.1	iWeaver.....	27
II .6.2	INSPIRE .....	28
II .6.3	Arthur.....	28
II .6.4	CS383.....	28
II .6.5	AEC-ES .....	28
II .7	Les avantages des systèmes adaptatifs .....	28
II .8	Conclusion .....	29
Chapitre III : les systèmes multi agents .....		30
III.1	Introduction .....	30
III.2	Définition d'un système multi agent SMA .....	30
III.3	Concept agent.....	31
III .4	Caractéristiques des agents .....	32
III .5	Classification des agents .....	33
III .6	Architecture d'agents .....	33
III.6.1	Agents cognitifs.....	33
III .6.2	Agents réactifs .....	34
III .6.3	Architecture hybride.....	35
III .7	Interaction entre agents .....	36
III .8	Les avantages et les inconvénients d'un SMA .....	36
III .8.1	Les avantages d'un SMA.....	36
III .8.2	Les inconvénients de SMA.....	37
III .9	Domaine d'application de SMA .....	37

III .10 Les SMA et l'e-learning.....	37
III .11 Quelques travaux d'un système e-learning adaptatif avec SMA .....	38
III .11.1 Le premier travail : .....	38
III .11.2 Le deuxième travail : .....	39
III .11.3 Le troisième travail : .....	41
III .12 Tableau de synthèse .....	44
III .13 Conclusion.....	45
Chapitre IV : Conception .....	46
IV.1 Introduction.....	46
IV.2 Justification du choix des modèles de style d'apprentissage.....	46
IV.3 Règles d'adaptation.....	48
IV.4 L'instrument ALSI.....	49
IV .5 Architecture du système proposé.....	51
IV .5.1 Architecture générale .....	51
IV .5.1.1 Le modèle d'apprenant.....	51
IV .5.1.2 Le modèle du domaine .....	52
IV .5.1.3 Le modèle de style d'apprentissage.....	52
IV .5.1.4 Le modèle d'adaptation .....	53
IV .5.2 Architecture détaillée .....	54
IV .5.2.1 Agent Interface .....	55
IV .5.2.2 Agent Inscription et Authentification .....	55
IV .5.2.3 Agent Ressources pédagogiques .....	55
IV .5.2.4 Agent Profil apprenant .....	55
IV .5.2.5 Agent Test 1 .....	55
IV .5.2.6 Agent Test 2 .....	55
IV .5.2.7 Agent Identification style d'apprentissage.....	55
IV .5.2.8 Agent Adaptation .....	56
IV .5.2.9 Agent Quiz .....	56
IV .5.2.10 Agent Détection Comportementale.....	57
IV.6 Modélisation du système proposé à l'aide d'AUML.....	58

IV.6.1	Diagramme de classe.....	58
IV .6.2	Diagramme d'activité.....	59
IV.6.3	Diagramme de séquence.....	60
IV.7	Conclusion .....	62
Chapitre V : Implémentation.....		63
V.1	Introduction .....	63
V.2 .1	Le langage JAVA .....	63
V.2.2	Environnement de développement JAVA .....	63
V.2.3	Plateforme JADE.....	64
V.2.4	PhpMyAdmin .....	65
V.3	Résultats .....	66
V.4	Conclusion.....	78
<i>Conclusion générale</i> .....		VIII
<i>Références bibliographiques</i> .....		XI

# *Table des figures*

## Chapitre 1

<b>Figure I. 1:</b> Petite histoire de la formation à distance. ....	3
<b>Figure I. 2:</b> Les acteurs de E-Learning. ....	6

## Chapitre III

<b>Figure III. 1:</b> Représentation d'un système multi-agent. ....	30
<b>Figure III. 2:</b> Structure générale d'un agent dans un système multi-agents. ....	32
<b>Figure III. 3:</b> Architecture d'un agent cognitif. ....	34
<b>Figure III. 4:</b> Architecture d'un agent réactif. ....	35
<b>Figure III. 5:</b> Architecture d'un agent hybride. ....	35
<b>Figure III. 6:</b> Architecture d'un système adaptatif (1). ....	39
<b>Figure III. 7:</b> Architecture d'un système adaptatif (2). ....	40
<b>Figure III. 8:</b> Architecture hybride d'un système adaptatif. ....	42

## Chapitre IV

<b>Figure IV. 1:</b> Échantillon d'instrument ALSI. ....	50
<b>Figure IV. 3:</b> Architecture générale du système. ....	51
<b>Figure IV. 4:</b> Architecture du système avec les agents. ....	54
<b>Figure IV. 5:</b> Diagramme de classe du modèle utilisateur. ....	59
<b>Figure IV. 6:</b> Diagramme d'activité du système proposé. ....	60
<b>Figure IV. 8:</b> Diagramme de séquence du système proposé. ....	62
<b>Figure IV. 7:</b> Diagramme de séquence d'inscription apprenant. ....	63

## Chapitre v

<b>Figure V. 1:</b> fenêtre d'eclipse IDE. ....	64
<b>Figure V. 2:</b> Interface d'inscription apprenant. ....	66
<b>Figure V. 3:</b> Interface login apprenant. ....	67
<b>Figure V. 4:</b> Interface questionnaire d'estimation du style d'apprentissage. ....	67
<b>Figure V. 5:</b> Interface d'instrument ALSI. ....	68
<b>Figure V. 6:</b> Les tables de sauvegarde de données. ....	69
<b>Figure V. 7:</b> Interface des cours. ....	69
<b>Figure V. 8:</b> Interface cours français «la voix active et la voix passive » présenté à un apprenant auditif - actif. ....	70

<b>Figure V. 9:</b> Interface cours français «la voix active et la voix passive » présenté à un apprenant auditif - passif. ....	71
<b>Figure V. 10:</b> Interface cours français «la voix active et la voix passive» présenté à un apprenant visuel- actif. ....	72
<b>Figure V. 11:</b> Interface cours français «la voix active et la voix passive» présenté à un apprenant visuel- passif. ....	73
<b>Figure V. 12:</b> Interface test d'évaluation. ....	74
<b>Figure V. 13:</b> Interface test d'évaluation avec un score marqué. ....	74
<b>Figure V. 14:</b> Interface profil apprenant. ....	75
<b>Figure V. 15:</b> Interface cours sans adaptation. ....	76
<b>Figure V. 16:</b> Interface de chat entre étudiants. ....	77
<b>Figure V. 17:</b> Interface communication entre agents. ....	77



## *Liste des tables*

### Chapitre I

<b>Table I. 1:</b> Comparaison entre la formation traditionnelle et E-learning. ....	9
--	---

### Chapitre II

<b>Table II. 1:</b> Caractéristiques des différents styles d'apprentissage de Kolb. ....	22
--	----

<b>Table II. 2:</b> Les caractéristiques des préférences MBTI.....	23
--	----

<b>Table II. 3:</b> Description des styles d'apprentissage de Honey et Mumford. ....	24
--	----

<b>Table II. 4:</b> Description des styles d'apprentissage de Felder - Silverman. ....	26
--	----

### Chapitre III

<b>Table III. 1:</b> Comparaison des travaux similaires. ....	45
---	----

### Chapitre IV

<b>Table IV. 1:</b> Combinaison des styles d'apprentissage.....	47
---	----

# *Résumé*

Au cours des vingt-cinq dernières années, plusieurs modèles de style d'apprentissage ont été proposés et ont attiré de plus en plus l'attention sur l'amélioration du processus d'apprentissage des apprenants. Les apprenants impliqués dans l'environnement d'apprentissage en ligne sont hétérogènes de sorte qu'ils ont des caractéristiques, des préférences, des niveaux, des antécédents, des capacités et des besoins différents. Par conséquent, il n'est pas approprié d'utiliser les mêmes styles d'apprentissage pour tous. La négligence de l'adaptation empêche le haut niveau de compréhension du contenu d'apprentissage. Les adaptations des styles d'apprentissage et la façon dont ils peuvent être incorporés dans l'apprentissage électronique, sont devenus un sujet très intéressant dans les recherches récentes. Notre objectif principal est d'utiliser des instruments de style d'apprentissage de Felder - Silverman, et Neil Fleming pour améliorer et fournir un processus d'apprentissage adapté à chaque apprenant. De plus, l'agent est un paradigme approprié pour les systèmes modulaires et les systèmes d'apprentissage électronique.

# *Remerciements*

*Avant, toute personne, je tiens à remercier notre Dieu Tout Puissant pour m'avoir éclairci le chemin de ce travail.*

*Je souhaite remercier très particulièrement mon directeur de mémoire Monsieur BOUREKKACHE Samir docteur (M.C.A) à l'université de Biskra d'avoir assuré l'encadrement de ce mémoire ainsi, que pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils.*

*J'adresse mes plus profonds remerciements à mes chers parents pour le bonheur qu'ils ont toujours apporté, pour leur soutien et leur encouragement durant toutes mes années d'études.*

*Je tiens à remercier du fond du cœur mes grands-parents pour leur dévouement, leur compassion, leur patience et leur amour.*

*Merci également à tous les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont voulu porter à ce mémoire.*

*Je tiens à remercier les enseignants du département informatique qui ont permis d'élargir mes connaissances ainsi que pour tous qui ont contribué à améliorer ce mémoire.*

*Enfin, je remercie toutes les personnes qui ont contribué précieusement, de près ou de loin, à l'élaboration de ce travail.*

# *Introduction générale*

Le e-Learning ou l'apprentissage en ligne est la présentation d'un apprentissage, d'une formation ou d'un programme éducatif via un support électronique. Les systèmes d'apprentissage en ligne ont offerts de nombreux avantages dans le cadre éducatif. Où l'apprenant peut apprendre d'où il souhaite et quand il le désire en temps réel, contrairement aux méthodes classiques d'apprentissage.

Cependant ces systèmes offrent un nombre volumineux de données de ce fait l'utilisateur se voit confronté à une surcharge informationnelle dans laquelle il est difficile de distinguer l'information pertinente de l'information secondaire. Comme aussi ils n'offrent pas des services personnalisés, puisque tous les apprenants accèdent au même ensemble de ressources d'apprentissage, sans prendre en considération la diversité de leurs capacités et leurs compétences. En addition, ils n'utilisent pas les mêmes liens durant leur navigation. Les contenus et les liens inutiles augmentent la surcharge cognitive chez l'utilisateur. En plus, l'utilisateur risque de se perdre dans l'hyperespace de navigation. Ces obstacles ont poussé les chercheurs du domaine à développer des systèmes d'apprentissages adaptatifs qui provoquent des adaptations de façon autonome au modèle de l'utilisateur pour présenter des contenus pertinents aux besoins de l'utilisateur.

Néanmoins la qualité d'adaptation rendue de ces systèmes n'est pas toujours adéquate aux besoins de l'apprenant en termes de service pédagogique offert car elle ne prend pas en considération les préférences individuelles des apprenants. Il est nécessaire de prendre en compte les styles d'apprentissage pour maximiser la satisfaction de l'apprenant en l'apprentissage. On trouve que la majorité des travaux réalisés utilisent qu'un seul modèle de style d'apprentissage par conséquent le style d'apprentissage pertinent de l'apprenant ne sera pas détecté précisément. Pour cela nous avons implémenté deux modèles de style d'apprentissage. De plus il existe peu de systèmes d'apprentissage dynamiques. Afin de surmonter ces limites, nous proposons une architecture multi-agents qui fournit une adaptation dynamique non seulement des connaissances du domaine, mais aussi du comportement des apprenants individuels, et peut donc être utilisée pour relever les défis de e-Learning.

Ce mémoire présente un système d'apprentissage multi-agent et adaptatif en fonctions du style d'apprentissage, en utilisant une combinaison des deux modèles des styles

d'apprentissage en tant que critère d'adaptation d'un cours en ligne. Notre mémoire est organisée en cinq chapitres.

Le premier chapitre présente les concepts liés au E-Learning, ainsi la théorie d'apprentissage et quelques plateformes de e-Learning.

Le deuxième chapitre est consacré à la présentation des systèmes d'apprentissage adaptatifs avec les modèles utilisés, et quelques exemples de systèmes d'apprentissage adaptatifs. Comme en présentant aussi les concepts liés aux styles d'apprentissages et les dimensions d'adaptation. Ce chapitre met l'accent sur l'intérêt d'utilisation des styles d'apprentissage dans les systèmes d'apprentissage adaptatifs et la qualité d'adaptation offerte en tenant compte le style d'apprentissage de l'apprenant.

Le troisième chapitre est un survol sur les systèmes multi-agent et les travaux du E-Learning basés sur les styles d'apprentissage.

Le quatrième chapitre présente une vue conceptuelle de notre système. En justifiant le choix des deux modèles du style d'apprentissage, modèle de Fleming et Felder-Silveraman, adoptés dans ce mémoire.

Le dernier chapitre présente les outils utilisés dans la phase de l'implémentation et un aperçu des résultats obtenus.

# Chapitre I : E-Learning

## I.1 Introduction

L'avancement des ordinateurs et des réseaux a fourni de nouveau moyen de soutenir l'apprentissage de manière plus personnalisée, flexible, portable et à la demande. Au cours de la dernière décennie, la commercialisation s'est déroulée dans le domaine de l'éducation et l'économie fondée sur le savoir a beaucoup progressé. Les méthodes novatrices et novatrices d'enseignement ont fait leur apparition, entraînant des changements radicaux dans les technologies d'apprentissage et les organisations. L'apprentissage en ligne ou l'apprentissage électronique est l'un de ces processus qui prend de l'ampleur à un rythme très rapide.

## I.2 Historique de e-learning

Le e-learning ou formation à distance (FAD) n'est pas un nouveau concept car il existe depuis un siècle .la formation à distance qui a fait son apparition vers le 1728 sous forme des cours de correspondance privée à travers des petites annonces publiées dans la Boston Gazette par un certain Caleb Phillips [1]. On a quatre générations de la formation à distance (FAD) sont les suivantes :

### I.2.1 La première génération

Se caractérise par les cours par correspondance. En fait, la FAD la plus ancienne faisait référence aux cours par correspondance apparus en 1840 [2] [3]. Le développement des postes a permis aux professeurs et aux élèves d'utiliser le courrier pour transmettre les cours, les devoirs et les travaux dirigés. C'est le début du développement de la formation à distance en Europe et puis dans le reste du monde. L'objectif de la FAD, à l'époque était de faciliter l'accès au savoir pour tous, notamment aux personnes rencontrant des contraintes spatiales, dans le but de rendre possible l'égalité des chances en éducation et, en conséquence, de favoriser la mobilité sociale [4] [5]. Cependant, l'approche pédagogique individuelle utilisée dans ce mode d'apprentissage comporte plusieurs lacunes, compte tenu de la lenteur du système de communication postale. La possibilité que le courrier arrive en retard ou se perde en cours de route était bien réelle. L'interaction dans ce mode d'apprentissage était faible et les abandons nombreux [5].

### **I.2.2 La deuxième génération**

Cette génération est marquée par l'introduction d'une plus grande variété de médias, telle la télévision et la radio éducative dans les systèmes de FAD. L'imprimé n'est plus le seul support didactique auquel recourt la FAD. Les documents pédagogiques sont livrés également sous forme de bande audio ou vidéo ou encore en direct en utilisant les ondes hertziennes, permis par l'utilisation des émissions de radio à partir de 1927 ou de télévision en 1939 [6]. Afin de combler les lacunes de la FAD de première génération, des dispositifs d'aide aux apprenants isolés ont été mis en place grâce à des tuteurs et à un réseau de centres de ressources régionales. Le téléphone est alors le vecteur dominant de l'interaction. Toutefois, celle-ci reste limitée à la correction des travaux par correspondance et parfois par téléphone entre apprenants et tuteur [4].

### **I.2.3 La troisième génération**

Elle est caractérisée par l'enseignement assisté par ordinateur et le recours au multimédia. Avec la commercialisation de micro-ordinateurs bon marché dans les années 1970, on assiste à une certaine diffusion de l'informatique dans les écoles et à une première utilisation pédagogique des micro-ordinateurs en contexte éducatif. C'est ce qui donne naissance aux systèmes d'enseignement assisté par ordinateur, dont l'objectif est d'abord l'apprentissage en tant que produit univoque d'un processus de transfert de connaissances. Ces systèmes offrent une possibilité d'exercices dynamiques adaptés aux performances de l'apprenant. Vers les années 1980, les systèmes de FAD se sont mis à utiliser ces technologies dans le processus d'apprentissage. La FAC s'appuie sur des supports pédagogiques multimédias comme les didacticiels, les hypermédias et les tuteurs intelligents. Les services de télécommunication, tels que le téléphone, le fax et la messagerie électronique, sont autant de supports de communication facilitant l'interaction entre l'apprenant et le tuteur [4].

### **I.2.4 La quatrième génération**

Cette dernière est marquée par l'utilisation des médias interactifs et d'Internet. L'évolution rapide grâce au développement des technologies éducatives et des télécommunications ainsi que du réseau Internet à travers le monde a permis à la FAD d'effectuer une nouvelle mutation. En effet, l'utilisation des médias interactifs et d'Internet permet de créer un environnement d'apprentissage plus interactif et de faciliter la communication entre l'apprenant et l'institution éducative, en particulier pour les relations avec le tuteur et avec les pairs. Cette quatrième génération de la FAD est caractérisée par les technologies éducatives et est basée sur la combinaison de l'imprimé et de plusieurs médias

interactifs. L'utilisation des outils de base que sont les forums de discussion, le courriel et la consultation de pages Web ou encore la Web conférence, permet aux apprenants d'exploiter les technologies interactives pour l'apprentissage collaboratif [7].

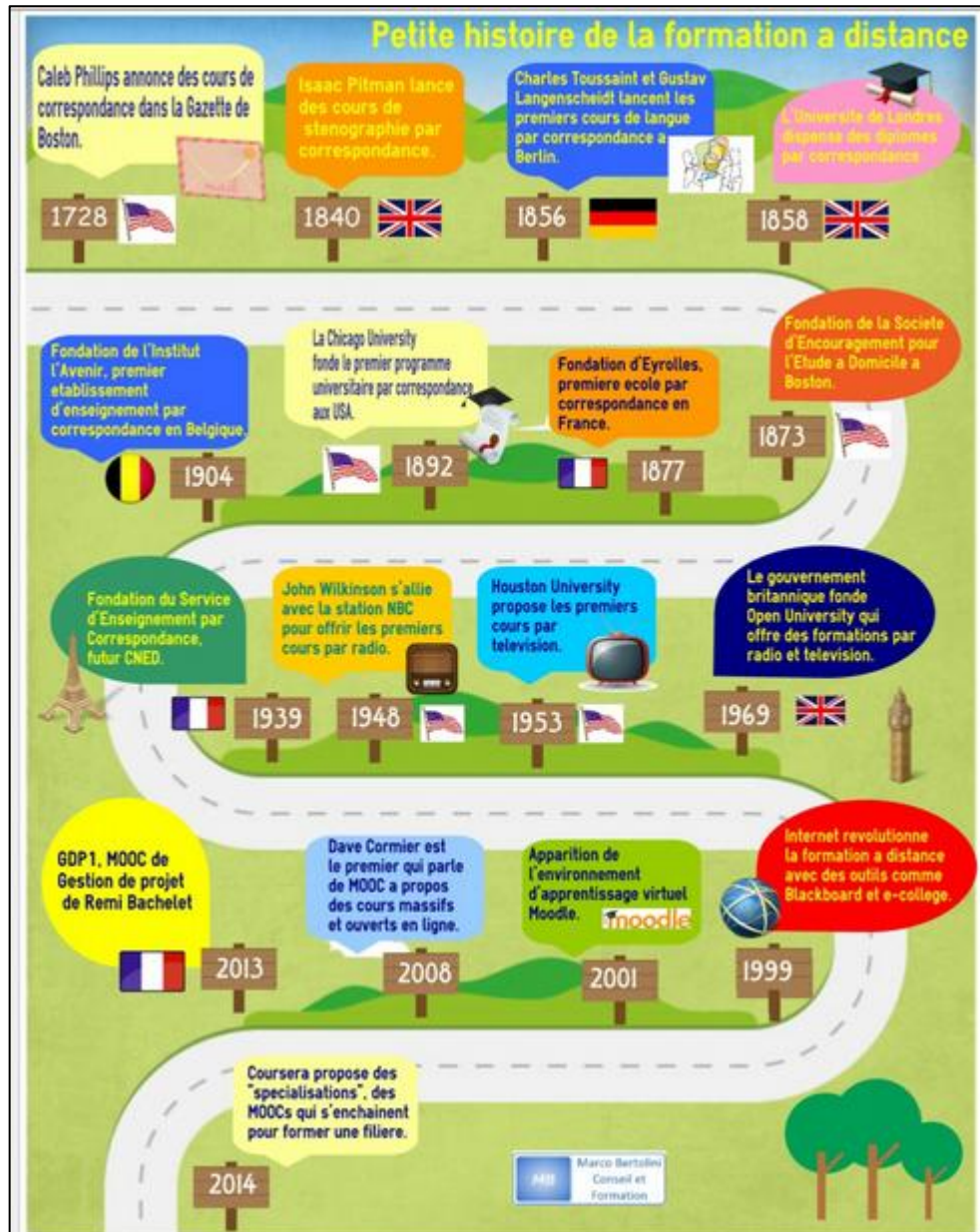


Figure I. 1: Petite histoire de la formation à distance.



### **I.3 Définition de e-Learning**

Il existe plusieurs termes qui servent à définir l'apprentissage en ligne sont les suivants: apprentissage en ligne, apprentissage sur Internet, apprentissage distribué, apprentissage en réseau, apprentissage à distance ou formation à distance (FAD) et apprentissage télématique, apprentissage virtuel, apprentissage assisté par ordinateur, apprentissage basé sur le Web.

L'e-learning est une autre façon d'enseigner et d'apprendre désignent l'ensemble des solutions et moyens permettant l'apprentissage par des moyens électroniques. La formation en ligne inclut ainsi des sites web éducatifs, la téléformation, l'enseignement télématique, ou encore l'e-training notamment. C'est une technique de formation reposant sur la mise à disposition de contenus pédagogiques via un support électronique : Cd-rom, Internet, intranet, extranet... [8].

L'e-learning est basé sur trois critères de base. Premièrement, l'apprentissage en ligne est mis en réseau et permet de mettre à niveau, de stocker et de récupérer, de distribuer et de partager des informations en temps réel. Deuxièmement, il est remis à l'utilisateur via son appareil utilisant la technologie Internet. Troisièmement, il se concentre sur la vision la plus large de l'apprentissage qui dépasse les paradigmes traditionnels de l'éducation [9].

Le e-Learning est un domaine révolutionnaire, un changement dans le champ de l'apprentissage. Les instructions qu'il offre en ligne peuvent être fournies n'importe quand et n'importe où par une gamme très vaste de solutions d'apprentissages électroniques telles que les groupes de discussions, les cours virtuels « on live », vidéo et audio, Web chat, simulations [10].

### **I.4 les acteurs de e-learning [8]**

L'e-learning présente des principaux acteurs sont : les utilisateurs de e-learning (apprenants), l'administrateur et le formateur.

#### **I.4.1 Les utilisateurs du e-learning**

Les écoliers, collégiens, lycéens et les étudiants sont parmi les utilisateurs du e-learning.

L'e-learning, que ce soit en Cd-rom ou par internet, peut aussi jouer un rôle de soutien scolaire. Cette solution permet aux étudiants de travailler leurs cours afin d'améliorer leurs résultats scolaires. Les particuliers utilisent le e-learning pour améliorer leur niveau pour des raisons personnelles ou professionnelles. Ils peuvent tout à fait suivre une formation en e-learning.

Dans les grandes sociétés, l'e-learning permet de former un grand nombre de salariés d'une entreprise, même dispersés géographiquement. Cette solution plaît particulièrement aux grandes sociétés, qui voient ici le moyen de former beaucoup de salariés, et ce à moindre coût.

#### **I.4.2 L'administrateur**

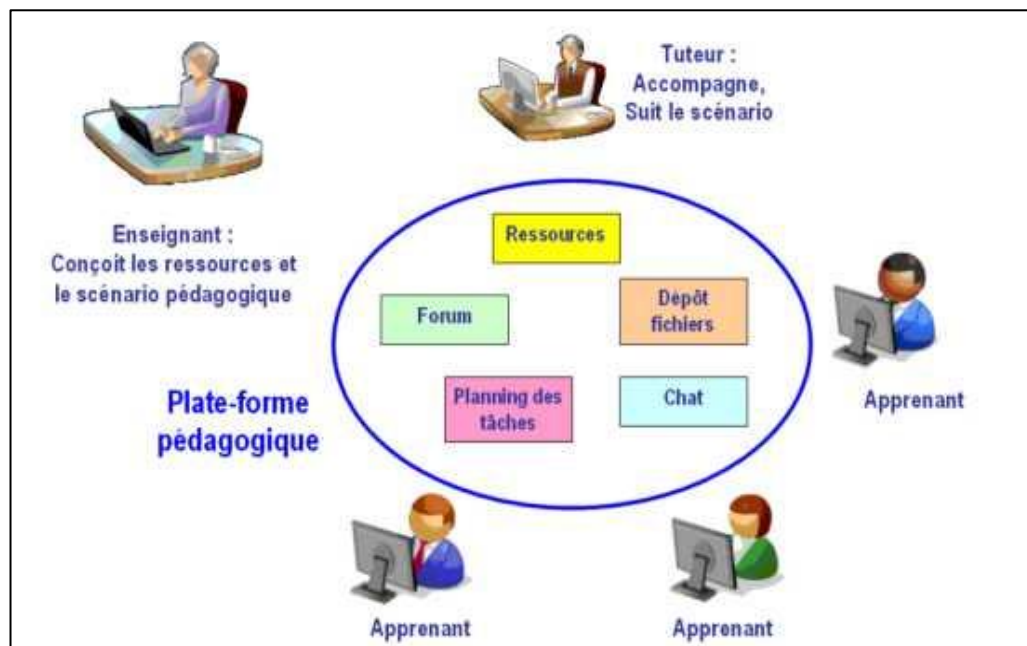
Parmi les principaux intervenants dans un projet e-learning, on retrouve l'administrateur ou une équipe certifiée dont le rôle sera principalement d'assurer la gestion de la plateforme e-learning. Cette équipe est formée d'un développeur, d'un infographiste, d'un gestionnaire de plateforme ainsi que de plusieurs spécialistes multimédias. Ils assurent la création, non seulement du logiciel auteur et du langage de développement, mais aussi de la charte graphique et l'ergonomie de l'interface.

#### **I.4.3 Le formateur et le tuteur**

Le formateur joue un rôle essentiel dans la réussite d'un projet e-learning, il est l'auteur des contenus. C'est le formateur qui a la meilleure vue du domaine de formation. Il peut aussi apporter son expertise à une autre personne qui fait la conception des contenus. Le formateur a, dans ce cas, une fois les textes rédigés, la fonction de les valider. Il est également le concepteur des contenus pédagogiques. Le concepteur établit le déroulement de la formation, élabore les activités et les modalités d'évaluation. Cette fonction peut être assurée par le formateur à condition qu'il ait les compétences techniques et pédagogiques nécessaires ou qu'il envisage de se former sur ces compétences...

Deux formes de tutorat existent :

- Le tutorat proactif, où le tuteur va au-devant des apprenants, propose des activités, des réunions de travail, etc. pour les relancer et les motiver...
- Le tutorat réactif, où le tuteur attend d'être sollicité par les apprenants et répond aux questions ou problèmes au fur et à mesure qu'ils se posent.



*Figure I. 2: Les acteurs de E-Learning.*

## I.5 Théorie d'apprentissage

L'apprentissage utilise des théories telles que le behaviorisme [11] le transmissif [8], le constructivisme et le socioconstructivisme [12], ces théories étudient les facteurs susceptibles de favoriser la transmission et l'acquisition des savoirs dans le processus d'apprentissage.

### I.5.1 La théorie béhavioriste

La théorie béhavioriste s'intéresse à l'étude des comportements observables et mesurables et considère l'esprit comme une « boîte noire ». La théorie béhavioriste tire ses origines des recherches pionnières du physiologiste Pavlov sur le conditionnement des animaux. Pavlov proposa une théorie de l'apprentissage essentiellement basée sur le conditionnement. L'expérience de Watson, avec le jeune garçon Albert et son rat blanc, montre que l'homme n'est que le reflet de son milieu.

Dès les années 1950, les théories béhavioristes se sont cristallisées dans les travaux de Skinner qui a mis au point un programme de conditionnement plus élaboré que celui

initialement développé par Watson. Les expériences de Skinner consistent à introduire un rat affamé dans une cage et par essais successifs pour sortir ou trouver la sortie, le rat est capable d'atteindre sa nourriture.

Avec ces expériences, Skinner annonçait une forme nouvelle de conditionnement, lié au seul renforcement de conduites. Skinner introduit une modalité pédagogique révolutionnaire à son époque : l'enseignement programmé, conçu pour renforcer le comportement du sujet avec une récompense. Bien qu'il conserve encore un intérêt réel, le béhaviorisme comporte certaines limites. Les béhavioristes sont incapables d'expliquer certains comportements sociaux. De plus, ils peuvent modeler de nouveaux comportements plusieurs jours après l'observation initiale sans y avoir été renforcé. Vers les années 1960, étant donné ces observations, des auteurs proposent d'intégrer les conceptions et les processus mentaux au processus d'apprentissage, ce qui mènera à l'apparition des théories du cognitivisme et éventuellement du socioconstructivisme.

### **I.5.2 La théorie constructivisme**

Le constructivisme a pris son essor en réaction au behaviorisme qui limitait trop l'apprentissage à l'association stimulus-réponse. ...

Piaget entre 1896 et 1980, en réaction aux associationnistes, a développé une théorie du développement de l'intelligence où il a placé le sujet au cœur du processus. Il suppose que le sujet construit sa connaissance au fil d'interactions incessantes avec les objets ou phénomènes. Il y aurait un équilibre progressif, c'est-à-dire que des processus de régulations internes à l'œuvre (autorégulation).

Assuraient une meilleure adaptation de l'individu à son environnement. À cet égard, Piaget insiste sur le rôle du processus d'assimilation et d'accommodation : le premier permettant d'assimiler les nouvelles connaissances à celles déjà en place dans les structures cognitives et la deuxième permettant une transformation des activités cognitives afin de s'adapter aux nouvelles situations.

### **I.5.3 la théorie Transmissive**

Dans ce premier modèle, l'enseignant a pour mission de transmettre à une classe d'élèves, supposée homogène, un savoir académique, référencé. Ce modèle s'appuie sur le fait que l'apprenant n'a aucune conception préalable du sujet traité :

L'apprenant a une tête vide et le savoir est reçu sans déformation tel que l'enseignant le perçoit, tête pleine. Dans la pratique ces deux conditions ne sont pas toujours vérifiées dans l'apprentissage, ce qui induit les limites du modèle. Si l'apprenant est attentif et motivé, ce modèle, économe en temps et en moyens, peut être efficace dans la transmission de savoirs théoriques comme ressources internes d'une démarche par compétences.

La limite du modèle transmissif est que si une conception initiale inadéquate existe, elle risque de ne pas être remise en cause, et d'interférer avec la nouvelle connaissance. Ce qui est dit par l'enseignant n'est pas toujours entendu de la même façon par tous les élèves.

### **I.5.4 La théorie socioconstructiviste**

Le plus important dans le socioconstructivisme est qu'il est nécessaire de passer d'une psychologie "binaire", c'est-à-dire d'une interaction individu-tâche à une psychologie "ternaire" interaction individu-tâche-alter. Le développement ne peut plus être considéré comme indépendant de l'apprentissage, et l'apprentissage ne peut pas être seulement une relation "privée" entre un enfant et un objet. Dans ce type d'approche, on considère que les variables sociales sont consubstantielles aux processus d'apprentissage eux-mêmes, et que tout développement résulte des apprentissages grâce à l'effet des mécanismes interindividuels sur les mécanismes intra individuels. Toutes les fonctions psychiques supérieures, pour Vygotski, comme l'attention, la mémoire, la volonté, la pensée verbale ou autres, sont directement issues de rapports sociaux par transformation de processus interpersonnels en processus intra personnels. Ainsi, le développement intellectuel ne peut donc pas être envisagé indépendamment des situations éducatives et est à considérer comme une conséquence des apprentissages auxquels l'enfant est confronté : les processus du développement suivent l'apprentissage. Ce sont par contre les apprentissages qui fondent ce que Vygotski appelle la zone proximale de développement et pour être relativement complet, intégrer un courant important qui remonte aux années 50, les théories Cognitivistes.

## I.6 Apprentissage traditionnel vs e-Learning

La plus grande différence est que l'apprentissage traditionnel oblige une personne à se trouver dans un lieu en particulier, à une date et heure définie, tandis que cela n'est pas le cas avec l'apprentissage en ligne. Cette différence est de la plus grosse importance parce que cela maximise votre RSI (retour sur investissement). En effet, vous dépensez moins de temps et moins d'argent et obtenez tout de même d'excellents résultats [13].

Le tableau suivant présente une comparaison entre l'apprentissage traditionnel et E-learning [14] :

Dimension	Formation traditionnelle	E-learning
Livraison	L'instructeur qui détermine les séquences des connaissances.	L'apprenant qui détermine son propre agenda.
Réactivité	Anticipation : Suppose de connaître le problème.	Réactionnaire : Répond à problème à la main.
Accès	Linéaire : séquence de connaissances.	Non-linéaire : Permet d'accéder directement à la connaissance dans un ordre quelconque selon chaque situation.
Symétrie	Asymétrique : la formation se produit comme une activité distincte.	Symétrique : L'apprentissage se fait comme une activité intégrée.
Modalité	Discrète : La formation se déroule en morceaux dédiés avec des départs et des arrêts prédéfinis.	Continue : l'apprentissage fonctionne dans les boucles parallèles et ne s'arrête jamais.
Autorité	Centralisée : le contenu est sélectionné à partir d'une bibliothèque de documents élaborés par l'éducateur.	Distribué : contenu provient de l'interaction des participants et les éducateurs.
Personnalisation	Produit de masse : Le contenu doit répondre aux besoins d'un grand nombre.	déterminé par les besoins de l'utilisateur individuel et vise à satisfaire les besoins de chaque utilisateur.
Adaptabilité	Statique : contenu et l'organisation restent sous leur forme originale sans égard aux changements environnementaux.	Dynamique : Modifications de contenu sans cesse à travers l'entrée d'utilisateur, les expériences, les nouveaux apprenants, les règles de gestion et l'analyse heuristique.

*Table I. 1: Comparaison entre la formation traditionnelle et E-learning.*

## I.7 Typologie de e-Learning

Il existe deux approches générales de e-learning : auto-rythmée et animée / dirigée par un instructeur.

Les apprenants autonomes sont seuls et complètement indépendants, tandis que le e-learning est facilité et dirigé par un instructeur les cours offrent différents niveaux de soutien de la part des tuteurs et des instructeurs et de la collaboration entre les apprenants. Les cours en ligne combinent souvent les deux approches, mais pour simplifier, il est facile de les considérer séparément [15] [16] :

- **Les cours e-learning auto-rythmés et animés :**

Les apprenants peuvent étudier le matériel du cours lorsqu'ils le souhaitent. Pour cela il est indispensable que les apprenants aient accès à un ensemble de documents interactifs et autonomes. L'apprentissage numérique facilité ou dirigé se déroule à un moment précis et intègre généralement des modules d'auto-apprentissage avec des activités de collaboration, telles que des discussions ou des groupes de travail.

- **Les cours e-Learning dirigés par un instructeur :**

Utilisent des outils de communication qui permettent aux apprenants de communiquer avec les animateurs et les autres participants. Ces outils peuvent être asynchrones, mais aussi synchrones.

## I.8 Les modes d'apprentissage dans les systèmes d'e-learning

Il existe deux modèles fondamentaux de e-learning [17]:

- **E-learning synchrone ('en temps réel') :** Caractérise une forme de communication bidirectionnelle comme le « chat » ou la vidéoconférence dans laquelle tous les participants sont connectés en même temps et communiquent directement les uns avec les autres par exemple Les classes virtuelles se déroulent dans la même unité de temps. Tous les outils de l'interactivité sont alors accessibles pour faciliter non seulement l'échange mais aussi la compréhension commune.
- **E-learning collaboratif asynchrone ('en différé')** : Caractérise une forme de communication bidirectionnelle comme le forum de discussion ou le courrier électronique dans laquelle les messages sont stockés de manière à ce que les interlocuteurs

puissent prendre connaissance ceux-ci au moment qui leur convient, un mode de fonctionnement autonome les échanges ont lieu par des messages asynchrones et forums.

## **I.9 Plateformes de e-learning**

Les plateformes de E-learning s'améliore jour après l'autre. Parmi les plates-formes E-learning les plus utilisés :

### **I.9.1 ATutor**

ATutor est un système d'apprentissage à distance open source supportant la gestion de contenu et spécifiquement les questions de l'accessibilité et l'adaptabilité. Il a été publié en 2002 après deux études menées qui visent à évaluer l'accessibilité aux utilisateurs ayant des difficultés d'apprentissage [18].

### **I. 9.2 Dokeos**

Dokeos est une suite d'enseignement à distance complète. Elle permet de produire des cours, organiser la formation, assurer l'interaction et le suivi des apprenants. La plupart des parties de la plate-forme peuvent être téléchargées gratuitement, alors que d'autres sont offertes sur une base commerciale [19].

### **I.9.3 dotLRN**

dotLRN est une plateforme E-Learning open source développée au Massachusetts Institute of Technology basé sur OpenACS (Open Architecture Community System). dotLRN est utilisée par un nombre important d'utilisateurs, gouvernement, et organisation à but non lucratif [20].

### **I.9.4 Ilias**

Ilias est un logiciel d'apprentissage en ligne open source. Son premier prototype a été développé dans le projet de VIRTUS dans les années 1997/1998 à l'Université de Cologne (Allemagne). En 2000 Ilias est devenu un logiciel libre. Actuellement, il est développé par un réseau de collaboration de plusieurs universités et sociétés [21].



### **I.9.5 LON-CAPA**

LON-CAPA est un système de gestion de cours basé sur le web. Il a été développé à l'Université d'État du Michigan (MSU) aux États-Unis. Sa première version LON-CAPA 0.5 a été apparue en 2002. Actuellement cette plate-forme est utilisée par un nombre important des institutions [22].

### **I.9.6 Moodle**

Moodle est un système de gestion de cours open source, ses origines sont datées depuis les années 1990. En 2003 la société moodle.com a été lancée pour fournir l'assistance commercial, gérer l'hébergement, le conseil et d'autres services. Depuis 2005, une équipe de développeurs a été employés par Moodle, ainsi qu'une grande communauté de développeurs et des organisations de soutien contribuant au projet des codes sources, des idées, etc. [23].

### **I.9.7 OpenUSS**

OpenUSS avec l'extension FSL (Open University Support System and Free Style Learning), son apparition est datée au début des années 2000 à l'Université de Munster en Allemagne. Actuellement OpenLMS est aussi en collaboration avec OpenUSS [24].

### **I.9.8 Sakai**

Sakai est un système de gestion d'apprentissage open source développé en 2004 par les universités du Michigan, de l'Indiana, Stanford et le Massachusetts Institute of Technology. Ces dernières ont intégré à la nouvelle plate-forme à leurs existants systèmes. Plus tard, d'autre institutions et partenaires ont rejoint la communauté Sakai en développant des outils Sakai en fonction de leurs produits (ex. OSPortfolio, Samigo, Melete) [25].

### **I.9.9 Spaghetti learning**

Spaghetti learning est un système de gestion de l'apprentissage développé en PHP, actuellement il est connu sous le nom Decebo depuis la version 2.0. Docebo LMS ne se limite pas à l'enseignement universitaire, mais profite aussi aux grandes entreprises, centres de formation, gouvernements, etc [26].

### **I.9.10 Canvas**

CANVAS est un système de gestion d'apprentissage open source développé par la société de technologie en éducation. Ce système offre une intégration avec d'autres services web et propose des outils simplifiés pour le classement et l'évaluation des apprenants [27].

## **I.10 Les avantages et les inconvénients de e-learning**

### **I.10.1 Les avantages**

- ✓ La formation est ouverte à toute personne, quel que soit son âge, son niveau d'instruction, sa catégorie socioprofessionnelle, etc.
- ✓ L'accès aux informations, aux savoirs et aux savoirs faire sans limites de distance.
- ✓ Favoriser la créativité et l'esprit de découverte.
- ✓ Le e-learning permet l'accès à de nouvelles compétences qui sont plus que jamais indispensables aux exigences de la vie moderne. Chacun peut se familiariser avec les nouvelles technologies comme l'ordinateur, les systèmes multimédias et l'Internet.
- ✓ Formation sur place : pas de déplacements ce qui favorise un gain de temps, une économie en argent et des conditions optimales de formation (à la maison par exemple) sans oublier que cet avantage est très bénéfique pour les personnes handicapées.
- ✓ Un formateur peut s'adresser à un grand nombre d'apprenants tout en assurant une relation individualisée avec chacun d'eux.
- ✓ Bénéficier des connaissances et des expériences de formateurs de renommée internationale qu'on ne peut rencontrer en face à face directement.
- ✓ Autonomie de la formation : Les conditions spatio-temporelles de la formation sont choisies par l'apprenant.
- ✓ Choisir les thèmes voulus, construire les cours à apprendre (à la carte), définir les orientations de la formation et adaptation aux objectifs assignés et fixés et aux exigences de l'apprenant (selon ses désirs, son niveau actuel, sa qualité professionnelle, l'exigence du travail, etc.).
- ✓ L'apprenant est le centre de concentration et non plus le formateur. Donc, l'apprenant est incité à être un émetteur de feed-back et de participer d'une manière significative à

la formation et ne plus se limiter à être un récepteur d'informations et de savoirs comme c'est le cas des étudiants à la traditionnelle.

- ✓ La qualité et la quantité de connaissances, d'informations et de savoirs faire progressent d'une manière très rapide. Les moyens actuels de formation traditionnelle ne permettent pas d'accéder à toutes ces informations surtout qu'elles sont réparties partout dans le monde, chose qui est plus accessible à travers la formation à distance.
- ✓ Les informations recueillies à travers la formation à distance sont constamment mises à jour du fait que les nouveautés sont rapidement détectées.
- ✓ Proposer au secteur professionnel des formations répondant à ses exigences, en se basant sur les dernières nouveautés de la recherche et en y incluant des experts du monde entier.
- ✓ A l'heure où le travail en réseau se développe, où les entreprises intensifient leur présence à l'international, le e-learning constitue une solution efficace pour former rapidement un nombre important de collaborateurs partout dans le monde. L'entreprise peut élaborer des parcours de formation qui permettront aux salariés d'acquérir un vocabulaire commun, d'échanger leurs « best practices » d'accéder à une base de connaissances partagées, de développer leurs compétences... etc. C'est l'avènement du Knowledge Management.

### **I.10.2 Les inconvénients**

Malgré que le e-learning a beaucoup des avantages mais ça n'empêche pas qu'il a quelques inconvénients sont les suivants [29] :

- L'apprentissage en ligne peut provoquer une isolation sociale.
- L'apprentissage en ligne nécessite de fortes compétences d'auto-motivation et de gestion du temps.
- Manque de développement des compétences communicationnelles chez les étudiants en ligne.
- La prévention de la triche lors des évaluations en ligne est compliquée.
- Les instructeurs en ligne ont tendance à se concentrer sur la théorie plutôt que sur la pratique.
- L'apprentissage en ligne manque de communication en face à face.
- L'apprentissage en ligne est limité à certaines disciplines.

- L'apprentissage en ligne est inaccessible à la population analphabète informatique.
- Manque d'accréditation et l'assurance de la qualité d'information dans l'enseignement en ligne.

## **I.11 Conclusion**

Aujourd'hui, les systèmes de E-Learning sont très importants car ils deviennent le support de base de l'apprentissage sur le web. Ils offrent plusieurs services aux apprenants : le parcours des cours, la disponibilité, flexibilité, pas de frontières géographiques, haute qualité, et plusieurs techniques pour aider l'apprentissage des connaissances.

Dans ce chapitre nous avons tout d'abord commencé par l'historique de e-learning, ses différentes définitions, ses acteurs et typologies, puis nous avons présenté les quatre théories de e-learning, et nous avons fait une comparaison entre l'apprentissage traditionnel et l'e-learning. Nous avons remarqué que le marché est plein d'outils, des technologies pour satisfaire les besoins d'évolution de e-Learning. C'est pour cela qu'on peut trouver plusieurs plates-formes d'apprentissage comme Moodle, ATutor...etc. Finalement nous avons montré les avantages et les inconvénients de e-learning.

# **Chapitre II : les systèmes adaptatifs et les styles d'apprentissage**

## **II .1 Introduction**

De nombreux théoriciens et chercheurs en éducation considèrent les styles d'apprentissage comme un facteur important dans le processus d'apprentissage et conviennent que leur intégration dans les systèmes adaptatifs au potentiel de faciliter l'apprentissage pour les apprenants. Ainsi, d'un point de vue théorique, on peut affirmer que l'intégration des styles d'apprentissage des apprenants facilite leur apprentissage et augmente leur efficacité d'apprentissage. Les systèmes adaptatifs permettent à l'utilisateur de changer certains paramètres et adapter le comportement des systèmes.

## **II .2 Définition d'un système d'apprentissage adaptatif**

La définition d'un système adaptatif se diffère en termes d'adaptation, ce que signifie qu'il existe plusieurs définitions.

Les systèmes d'apprentissage adaptatifs ont été décrits comme des systèmes capables de fournir un soutien d'apprentissage personnalisé à l'apprenant tout au long de son interaction en fonction des objectifs, des préférences et des connaissances de chaque apprenant [30].

Graf a constaté que les systèmes d'apprentissage adaptatifs conduisent à de meilleurs résultats d'apprentissage, réduisent le temps et les efforts requis et augmentent la satisfaction des apprenants [31].

Les systèmes adaptatifs peuvent s'adapter pour utiliser des données, des données d'utilisation et des données d'environnement. Les données utilisateur font référence à diverses caractéristiques de l'utilisateur, telles que les styles d'apprentissage et les traits cognitifs. Les données d'utilisation font référence à l'interaction de l'utilisateur avec le système. Les données sur l'environnement se réfèrent à l'adaptation le contexte utilisateur, y compris l'emplacement ou la plate-forme. Fournir une adaptabilité basée sur ces considérations facteurs a été classé en deux domaines différents présentation adaptative et navigation adaptative. Présentation adaptative comprend l'adaptation de texte et multimédia technologies tout en prenant en charge la navigation adaptative comprend le tri et le masquage des liens et la fourniture orientation directe [32].

Un système éducatif adaptatif signifie la personnalisation de l'environnement d'apprentissage ou du processus d'apprentissage pour faciliter ou accélérer la performance d'apprentissage individuel de manière dynamique. L'adaptation signifie la capacité du système d'apprentissage à détecter les différences dans les approches d'apprentissage individuelles, en termes de niveau de connaissance, de préférence des styles d'apprentissage, de capacité cognitive, d'objectifs, etc...[33].

Une autre définition d'un système d'adaptatif est qu'il s'agit d'une forme d'apprentissage en ligne où la présentation du contenu peut varier en fonction du style d'apprentissage préféré d'un individu. Le matériel peut être disponible dans différents formats tels que du texte, des graphiques, de l'audio ou de la vidéo, et un système d'apprentissage adaptatif serait alors en mesure de sélectionner automatiquement le style le plus approprié pour un apprenant donné. Le potentiel de l'apprentissage adaptatif est d'accélérer les performances des apprenants dans la réalisation de leurs objectifs, de réduire le temps consacré à l'apprentissage, de faciliter les instructions ou d'améliorer les scores ou les connaissances des apprenants [34].

## **II.3 Les dimensions d'adaptation**

Selon [35] [36], l'adaptation peut se réaliser sur trois niveaux: Adaptation du contenu,

Adaptation de la navigation et Adaptation de la présentation.

### **II .3.1 Adaptation de la navigation**

Elle consiste à changer l'ordre d'apparition de liens, l'annotation de liens, la cible du lien ou même le nombre de liens présentés aux apprenants. Cela permet de soutenir la navigation en empêchant ainsi les apprenants de suivre des voies de navigation sans rapport avec leurs tâches ou leurs buts.

L'adaptation de la navigation peut prendre les techniques suivantes :

- Le guidage direct : l'objectif de cette technique est de déterminer la destination de l'apprenant. Elle se base sur la stratégie le suivant est le meilleur, (guidage avec le bouton « Suivant »).
- L'annotation des liens : les liens seront annotés par du texte, des couleurs ou des icônes.

- Le masquage des liens : en fonction du modèle de chaque apprenant, le système masque les liens hypertextes dont la destination est jugée non adaptée pour cet apprenant.
- Le tri des liens : il s'agit de changer l'ordre d'apparition des liens de telle façon qu'ils soient affichés selon un ordre décroissant de pertinence.

### **II.3.2 Adaptation du contenu**

Elle consiste à sélectionner les différentes ressources, à savoir images, textes, animations, vidéos, etc. En fonction du modèle de l'apprenant par exemple, il s'agit de présenter un même contenu sous un format soit vidéo, soit texte en fonction des préférences des apprenants. Parmi les techniques d'adaptations utilisées pour ce mécanisme, nous distinguons :

- Le texte extensible : cette technique permet de déterminer les fragments de contenu qui sont étendus et qui sont rétrécis en fonction du modèle de l'apprenant.
- Les fragments conditionnels : le choix de la partie de l'information à afficher par le système se décidera en se basant sur les informations fournies par le modèle de l'apprenant et le concept des relations du modèle du domaine ;
- Les pages variantes : cette technique consiste à garder des pages avec des contenus adaptés pour chaque niveau.
- L'approche basée sur les cadres : cette technique utilise des cadres comme un moyen d'intégration de l'information qui peuvent être affichés, cachés, classés ou présentés en alternance selon les règles d'affichage définies.

### **II.3.3 Adaptation de la présentation**

Elle propose différentes mises en page des éléments d'interface de communication de l'apprenant. Il s'agit par exemple de l'ordonnancement des différents médias, du choix de différentes couleurs du texte, la taille de police ou la taille de l'image. On a deux méthodes d'adaptation de présentation :

- Les multi-langues : l'objectif de la méthode multi-langue est l'adaptation de la présentation de la page au langage préférée de l'apprenant.
- La mise en page : la méthode de mise en page comprend toutes les alternatives possibles requises pour l'adaptation de la présentation (couleurs, taille, police, etc.).

## **II.4 Les modèles utilisés dans un système adaptatif**

### **II.4.1 Modèle de domaine**

Le modèle du domaine est le composant d'un système d'enseignement qui permet à l'ordinateur de connaître ce qui va être enseigné à l'utilisateur. Ce modèle est défini par les experts du domaine à enseigner, c'est-à-dire les enseignants. Dans les systèmes d'enseignement, les enseignants jouent le rôle des experts qui sélectionnent et annotent les documents du domaine (les cours), et les apprenants sont considérés comme des utilisateurs qui consultent ces cours [37].

### **II.4.2 Modèle de l'utilisateur**

Le modèle utilisateur [38] est le cœur de tout système d'adaptation. Il a pour but de représenter l'utilisateur d'un système. Il contient des caractéristiques sur les connaissances, les préférences, les objectifs, les centres d'intérêts, etc. Le modèle utilisateur est défini selon:

- Les données personnelles permettant d'identifier et de catégoriser l'utilisateur.
- Les préférences regroupant l'ensemble des caractéristiques sur lesquelles l'utilisateur peut agir pour modifier le comportement du système.
- L'historique ayant pour objectif de mémoriser l'activité de l'utilisateur.
- Les données environnementales, regroupant les caractéristiques du dispositif d'accès, de la plateforme matérielle et logicielle.
- Les centres d'intérêt de l'utilisateur.

## **II.5 Style d'apprentissage**

Les apprenants ont différents modes de perception, de construction et de rétention de la connaissance [39]. Chaque apprenant a un processus d'apprentissage unique, car chacun a des différentes connaissances préalables, capacités mentales et facteurs de personnalité. Les individus perçoivent et traitent les connaissances de différentes manières qui conduisent à définir la théorie comme "Théorie des styles d'apprentissage".

La théorie des styles d'apprentissage a commencé avec Jung [39] qui a souligné les différences majeures entre les individus en termes de perception, de décision et d'interaction. Le style d'apprentissage a mis l'accent sur la compréhension des différences en cours de



formation. Selon la théorie des styles d'apprentissage, chaque apprenant a des différentes manières de la perception, et un style ne s'adresse pas à tous les individus. Donc, L'instruction doit être présentée de différentes manières selon ces différences. En d'autres termes, les instructeurs doivent se demander comment cet apprenant peut atteindre plus au lieu de pourquoi cet apprenant n'est pas un élève très performant [40] [41] [42].

### **II .5.1 Définition de style d'apprentissage**

Selon Claxton Le style d'apprentissage est la manière constante d'un apprenant de répondre à des stimulus et de les utiliser en cours d'apprentissage [43].

Selon Keefe Les styles d'apprentissage sont des comportements cognitifs, affectifs et physiologiques caractéristiques des individus et qui servent comme indicateurs relativement stables de la manière dont les apprenants perçoivent, interagissent et répondent dans un environnement d'apprentissage [44].

Patureau définit le style d'apprentissage d'une personne comme sa façon d'apprendre, modelée par son style cognitif et son vécu en matière d'enseigner-apprendre [45].

Selon Dunn Le style d'apprentissage est la manière dont chaque apprenant commence à se concentrer sur une information nouvelle et difficile, la traite et la retient [46].

Le style d'apprentissage est une prédisposition à adopter une stratégie d'apprentissage particulière [47].

Kirbya définit le style d'apprentissage par : «la façon personnellement préférée de transiger avec l'information et l'expérience dans des situations d'apprentissage indépendamment des contenus [48].

La définition de Riding et Rayner : « Le terme style d'apprentissage renvoie à un ensemble individuel de différences qui incluent non seulement une préférence personnelle exprimée concernant l'enseignement ou une association avec une forme particulière d'activité d'apprentissage, mais aussi à des différences individuelles que l'on retrouve en psychologie de l'intelligence ou de la personnalité » [49].

### **II .5.2 Modèles de styles d'apprentissage**

Les différents modèles de style d'apprentissage sont regroupés en trois typologies [50] :

- Les modèles de style d'apprentissage qui s'intéressent aux préférences pour les conditions d'enseignement et d'apprentissage. Exemple : Grasha et Reichmann (1975).

- Les modèles de style d'apprentissage qui s'intéressent à la manière dont l'apprenant traite l'information, en termes de moyens privilégiés. Exemples : Gregorc; Honey et Mumford ; Kolb (1984).
- Les modèles de style d'apprentissage qui traitent la personnalité de l'apprenant. Exemples : Kagan, Rosman, Day, Alpert et Phillips; Myers et Briggs, Witkin.

### **II .5.2 .1 Le modèle de Kolb**

Le modèle de Kolb [51] se fonde sur un processus d'apprentissage expérientiel comportant quatre phases chacune constituant une étape essentielle : l'expérience concrète, l'observation réfléchie, la conceptualisation abstraite et l'expérimentation active

- Expérience Concrète (EC) – sentir.
- Observation Réfléchie (OR) – regarder.
- Conceptualisation Abstraite (CA) – penser.
- Expérimentation Active (EA) – faire.

Les quatre phases se regroupent selon deux dimensions, concret/abstrait et action/réflexion.

La typologie de Kolb compte quatre styles d'apprentissage issus des diverses combinaisons possibles selon le mode dominant sur chaque dimension: le style convergent, le style divergent, le style assimilateur et le style accommodateur. Le tableau suivant décrit ces différents styles d'apprentissage. Le tableau suivant décrit ces différents styles d'apprentissage.

Style d'apprentissage	Description
Le style divergent	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intérêt marqué sur l'expérience concrète, l'observation réfléchie, l'imagination et les activités novatrices.</li> <li>• Raisonnement systématique et cohérent à propos d'une information présentée ou d'un problème particulier.</li> <li>• Sens aigu et habileté à percevoir des situations concrètes sous différents angles.</li> <li>• Tendance à accorder les sentiments pour s'orienter.</li> </ul>
Le style assimilateur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intérêt marqué sur la conceptualisation abstraite et l'observation réfléchie.</li> <li>• Tendance à créer, formuler et planifier des modèles théoriques.</li> <li>• Appropriation d'une gamme étendue d'informations et intégration concise et logique de celles-ci.</li> <li>• Raisonnement fondé sur la cohérence et le jugement des experts.</li> </ul>
Le style convergent	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intérêt marqué sur la conceptualisation abstraite et l'expérimentation active.</li> <li>• Tendance à mettre en pratique des idées et des théories, à résoudre des problèmes et à prendre des décisions.</li> <li>• Préférence de résoudre des problèmes techniques.</li> <li>• Raisonnement basé profondément sur la logique et le contrôle d'émotions.</li> </ul>
Le style accommodateur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intérêt marqué sur l'expérience concrète et l'expérimentation active.</li> <li>• Facilité d'adaptation à de nouvelles expériences comportant un défi.</li> <li>• Tendance à résoudre les problèmes par manipulation (essais-erreurs) et à prendre des risques.</li> <li>• Goût perçue à la planification et la réalisation d'activités.</li> </ul>

**Table II. 1:** Caractéristiques des différents styles d'apprentissage de Kolb.

Pour mesurer ces styles, Kolb a développé l'instrument Learning Style Inventory (LSI). Le LSI comprend neuf groupes de quatre mots. Pour chaque ensemble de mots, le répondant assigne une pondération différente de 1 à 4. La cote 4 est réservée au mot qui désigne le mieux la manière habituelle d'apprendre et la cote 1 à celui qui caractérise le moins la manière habituelle d'apprendre. De ces neuf groupes de mots, seulement six seront retenus dans la compilation des scores. Pour déterminer le mode dominant sur un axe, Kolb calcule la différence entre les scores obtenus sur chacun des modes. Ce procédé permet ainsi d'en arriver à déterminer le mode dominant sur chaque dimension et par là le style d'apprentissage de l'apprenant correspond à la combinaison des deux modes dominants [51].

### II .5.2.2 Le modèle de Myers-Briggs

Ce modèle [52] se base sur l'idée que des caractéristiques de la personnalité définissent le style d'apprentissage d'une personne, certains auteurs ont montré comment identifier les conduites éducatives caractéristiques de chacun des types et spécifier des styles d'apprentissage.

Les types de personnalité fournis par ce style sont résumés dans la table 2.2.

Extraversion (I)	Introversion (E)
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Énergie projetée, dirigée vers les gens et les choses extérieures.</li> <li>▪ Plus de dynamisme, expressivité et sociabilité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Énergie concentrée à l'intérieur et fortement interactif à l'action : réfléchir, agir, puis réfléchir à nouveau.</li> <li>▪ Concentration, discrétion, moins d'interactivité au monde extérieur et plus d'attention.</li> </ul>
Sensation (S)	Intuition (N)
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Préférence de se concentrer sur les informations acquises grâce aux cinq sens et sur les applications pratiques et concrètes.</li> <li>▪ Tendance à mettre l'accent sur l'expérience réelle, les faits, les données et les détails.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Préférence de se concentrer sur les structures, les rapports et les significations possibles.</li> <li>▪ Tendance à apprendre avec des informations plus abstraites ou théoriques.</li> </ul>
Pensée (T)	Sentiment (F)
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Préférence à faire des analyses objectives des causes et des effets.</li> <li>▪ Tendance à donner des commentaires très directe, des décisions fondées sur la logique et des justifications des faits.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Préférence à donner des décisions sur un processus d'appréciation, compte tenu des personnes impliquées.</li> <li>▪ Tendance à mettre en place l'empathie avec la situation, le consensus et l'ajustement, compte tenu des besoins.</li> </ul>
Jugement (J)	Perception (P)
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Appréciation planifiée et présentée comme une affirmation.</li> <li>▪ Tendance à statuer sur une question et à éprouver les décisions prises.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Appréciation souple et spontanée.</li> <li>▪ Tendance à recouvrer et distinguer les opinions.</li> </ul>

Table II. 2: Les caractéristiques des préférences MBTI.

### II .5.2.3 Le modèle de Honey et Mumford

Le modèle de Honey et Mumford [53], fondé sur les travaux de Kolb. Le tableau suivant résume les principales caractéristiques de ces quatre styles d'apprentissage.

Style d'apprentissage	Description
<b>Le style actif</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Préférence marquée pour l'acquisition de connaissances par l'expérimentation.</li> <li>• Goût pour la confrontation d'idées ou la résolution de problèmes en équipe.</li> <li>• Esprit ouvert et enthousiasme pour tout ce qui est nouveau.</li> <li>• Possibilité de jouer un rôle actif en interaction avec d'autres personnes.</li> <li>• Présence d'invention d'idées en l'absence de contraintes de structure ou de normes.</li> </ul>
<b>Le style réfléchi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Style marqué par la prudence et la réflexion approfondie avant de prendre des décisions et d'agir.</li> <li>• Importance de recul face aux situations.</li> <li>• Observation, écoute, accumulation exhaustive de données avant d'émettre une opinion.</li> <li>• Préférence d'apprendre à partir d'activités exigeant de réfléchir, d'analyser, de pondérer une quantité d'informations.</li> <li>• Désir de prendre des décisions sans contrainte de temps.</li> <li>• Révision de ce qui s'est produit sont des conduites importantes, un désir de les examiner selon différents points de vue.</li> </ul>
<b>Le style théoricien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Importance donnée à la logique, à la cohérence dans l'organisation des informations accumulées.</li> <li>• Besoin de situer et d'intégrer les informations dans un cadre conceptuel, une structure, un modèle ou une théorie.</li> <li>• Goût pour l'analyse, l'explication et la synthèse.</li> <li>• Intérêt marqué pour les présupposés de base et les principes sous-jacents et une valorisation du rationnel et de l'objectivité.</li> <li>• Acquisition de nouvelles connaissances de façon méthodique et systématique.</li> </ul>
<b>Le style pragmatique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intérêt pour la mise en application concrète des idées, des théories, des techniques, dans le but d'explicitier et d'en valider le fonctionnement.</li> <li>• Préférence marquée pour les solutions réalistes et pratiques.</li> <li>• Besoin de trouver des bénéfices concrets et des avantages pratiques aux nouvelles connaissances.</li> <li>• Préférence pour apprendre d'activités où il y a des liens entre les connaissances et la vie réelle.</li> <li>• Goût marqué pour la prise des décisions utiles et la résolution des problèmes concrets.</li> </ul>

*Table II. 3: Description des styles d'apprentissage de Honey et Mumford.*

Honey et Mumford ont développé un instrument qui mesure les quatre styles d'apprentissage (Learning Styles Questionnaire). Cet instrument a été adapté en français par Fortin, Chevrier et Amyot, en 1997. Dans sa version anglaise, le LSQ compte 80 énoncés auxquels on répond sur une échelle dichotomique en indiquant l'accord ou le désaccord. Les items se regroupent en quatre échelles, chacune comprenant 20 items et mesurant le degré de

préférence pour un style d'apprentissage donné. La version française comporte aussi 20 items par échelle mais quelques-uns ont été modifiés afin d'améliorer sa fidélité et sa validité.

#### II.5.2.4 Le modèle de Felder-Silverman

Le modèle de Felder-Silverman [54], inspiré du modèle de Kolb, a été formulé à l'origine dans un contexte d'ingénierie. Il a été appliqué dans une vaste gamme de disciplines. Ce modèle décrit de différents types d'apprenants selon quatre axes : l'analyseur ou l'intuitif, l'actif ou le réflexif, le visuel ou le verbal, et le séquentiel ou le global. Les apprenants actifs et réflexifs peuvent être mieux distingués lorsqu'ils sont intégrés dans une activité.

Felder-Silverman constatent que nous sommes tous des actifs et des réflexifs mais selon le degré d'activité ou de réflexivité, fort, modéré ou faible, qu'on classifie l'apprenant. Ces deux styles, actif et réflexif, peuvent accomplir l'un l'autre car si on procède avant de réfléchir, on peut plonger dans des difficultés et si on ne procède qu'avant réfléchir, on risque d'accomplir la tâche ou l'activité. Selon le type préféré à la perception de l'information, on distingue l'apprenant visuel et l'apprenant verbal. La plupart des gens apprennent plus lorsque l'information est présentée visuellement et verbalement. Or, l'apprentissage visuel domine chez la plupart des gens. Les analyseurs ont tendance à être plus pratiques et plus prudents que les intuitifs. Or, les intuitifs ont tendance à travailler plus vite et être plus innovateurs que les analyseurs. De l'autre côté, les apprenants globaux peuvent avoir de sérieux problèmes jusqu'à ce qu'ils aient compris l'idée générale. Le tableau ci-dessous illustre Les caractéristiques principales de chaque style d'apprentissage:

L'apprenant analyseur	L'apprenant intuitif
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Intérêt marqué pour la résolution de problèmes par des méthodes bien établies.</li> <li>▪ Tendance à mémoriser les faits, effectuer le travail pratique et éviter les complications et les cours n'ayant pas de lien apparent avec le monde réel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Préférence à l'innovation et à la découverte de possibilités.</li> <li>• Tendance à éviter les cours exigeant beaucoup de mémorisation, des calculs routiniers et des répétitions.</li> </ul>
L'apprenant actif	L'apprenant réflexif
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exerçante par une volonté délibérée en essayant de voir comment ça marche.</li> <li>• Tendance à faire des expériences et à travailler en équipe.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Préférence de réfléchir d'abord en relevant du retour sur la connaissance.</li> <li>• Tendance à travailler seul.</li> </ul>
L'apprenant visuel	L'apprenant verbal
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Préférence d'apprendre à l'aide d'images, de diagrammes, d'organigrammes, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Préférence d'apprendre à l'aide de discussions, d'explications orales, de débats, etc.</li> </ul>



L'apprenant séquentiel	L'apprenant global
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tendance à comprendre étape par étape en suivant logiquement des voies pour trouver des solutions.</li> <li>• Possibilité d'avoir des difficultés à relier les composantes des diverses parties du même sujet ou de différents sujets.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tendance à apprendre à grands pas.</li> <li>• Capacité de résoudre rapidement des problèmes complexes ou de faire des liens de manières nouvelles après la compréhension de l'idée générale.</li> </ul>

*Table II. 4: Description des styles d'apprentissage de Felder - Silverman.*

Soloman-Felder ont inventé un instrument permettant d'estimer le style d'apprentissage, *Soloman and Felder Index of learning styles questionnaire*. Ce questionnaire comporte 44 questions chacune comporte deux possibilités.

### II .5.2.5 Le modèle de Fleming

Le modèle de Neil Fleming [8] est l'un des modèles de styles d'apprentissage les plus connus et les plus faciles à utiliser. Le modèle de Neil Fleming se base sur les principaux modes sensoriels d'apprentissage : la vision, l'ouïe et le toucher. Il s'intéresse aux modalités de traitements de l'information par l'apprenant. Dans sa forme originale, le modèle de Fleming englobe quatre styles d'apprentissage : le style visuel, le style auditif, le style lecture/écriture et le style kinesthésique. De nombreux concepteurs incluent la préférence lecture/écriture dans le style d'apprentissage visuel. Ainsi, les préférences d'apprentissage visuelles, auditives et kinesthésiques fournissent des renseignements précieux sur la manière dont les gens apprennent, un contexte pour songer à ce que les enseignants peuvent faire pour intéresser diverses préférences d'apprentissage [8]. De ce fait, on va s'intéresser uniquement aux trois styles d'apprentissage VAK : le style visuel (V), le style auditif (A) et le style kinesthésique (K).

#### **Le style visuel**

Les apprenants visuels se caractérisent par une meilleure mémoire en utilisant la vision. Ils apprennent mieux avec du matériel visuel comme les cartes, les graphiques, les diagrammes, les images, les vidéos, les documents de cours, les diaporamas, les marches à suivre illustrées dans les manuels, etc. La couleur joue un rôle très important dans l'apprentissage visuel. Généralement, elle permet d'attirer les attentions des apprenants visuels aux documents pertinents pour améliorer l'apprentissage.

**Le style auditif**

Les apprenants auditifs apprennent mieux en écoutant. Ils aiment acquérir des connaissances avec des discussions, des exposés, des débats et d'autres situations qui donnent l'occasion de discuter et d'écouter ce que les autres ont à dire. La narration orale des histoires ou la création des analogies verbales joue un rôle très important dans l'illustration d'un point précis lors d'une situation d'apprentissage. Ils sont sensibles aux sens sous-entendus que dégagent le ton et la hauteur de la voix ainsi que le débit de l'orateur.

**Le style kinesthésique**

Les apprenants kinesthésiques apprennent en bougeant, en exécutant et en touchant. Ils aiment souvent prendre des notes, qu'ils embellissent d'illustrations, de diagrammes, de situations d'apprentissage pratiques, etc. Ainsi, Ils préfèrent balayer du regard le matériel écrit au départ pour avoir une idée générale avant de se concentrer sur les détails. Lors de la situation d'apprentissage, les apprenants kinesthésiques aiment écouter de la musique et font souvent des pauses. Pour apprendre une langue, ils préfèrent se réunir avec d'autres personnes pour tenir une conversation.

Barbe, Swassing et Milone ont développé un instrument, Swassing-Barbe Perceptual Modality Instrument, permettant d'identifier les styles visuel, auditif et kinesthésique. L'originalité de ce modèle est de mesurer les styles à partir du rapport entre des scores de performance à des tests de mémorisation plutôt qu'à partir des perceptions de l'apprenant de son comportement.

**II.6 Exemples de systèmes d'apprentissage adaptatif**

Il existe de nombreux systèmes d'apprentissage adaptatif prenant en charge des techniques adaptatives, ayant implémentées des différentes technologies et ayant différentes méthodologies.

Ces systèmes incluent iWeaver [55], INSPIRE [56], Arthur [57], CS388 [58], AEC-ES [59], etc.

**II.6.1 iWeaver**

Le système iWeaver, destiné à enseigner la programmation en langage Java, il utilise le modèle de Dunn et Dunn et quatre préférences psychologiques : impulsive, réflexive, globale et analytique. Il s'appuie sur de nombreuses techniques d'adaptation telles que le tri des liens, le masquage des liens, les pages variantes, etc.



**II .6.2 INSPIRE**

INSPIRE utilise les styles d'apprentissage identifiés par Honey et Mumford : actif, réflexif, théoricien et pragmatique. Le système s'appuie sur le questionnaire de Honey et Mumford pour estimer le style d'apprentissage en offrant aux apprenants la possibilité de modifier leurs styles d'apprentissage. Les mêmes modules (théories, exemples, exercices et activités) seront présentés aux apprenants différemment selon leurs apparences pour chaque style d'apprentissage. Le modèle de Honey et Mumford est ainsi utilisé dans Feijoo.net.

**II .6.3 Arthur**

Le système Arthur s'appuie sur le modèle de Fleming en utilisant les trois préférences d'apprentissage : auditif, visuel et kinesthésique. Le contenu des cours est découpé en concepts. Le système estime les scores d'apprentissage chez l'apprenant après avoir reçu le premier concept, si le pourcentage est inférieur à 80 % le système met à jour son style d'apprentissage.

**II .6.4 CS383**

CS383 est l'un des premiers systèmes hypermédias éducatifs prenant en considération les styles d'apprentissage des apprenants. Ce système prend en compte trois dimensions du modèle de Felder-Silverman : analyseur-intuitif, visuel-verbal et séquentiel-global. L'adaptation est réalisée au niveau de la présentation en s'appuyant sur la technique de tri des fragments (tri des fragments selon les préférences de chaque style particulier).

**II .6.5 AEC-ES**

Le système AES-CS system s'appuie sur la dépendance-indépendance à l'égard du champ du modèle de Witkin. AES-ES utilisé deux techniques : les textes conditionnels et les pages variantes pour fournir l'information préférée à chaque style d'apprentissage.

**II .7 Les avantages des systèmes adaptatifs**

Les systèmes adaptatifs s'évaluent par rapport aux systèmes classiques. Ils sont des moyens de réussite pour les enseignants et les apprenants. Ces systèmes ont des avantages promoteurs :

➤ Ils proposent des contenus qui correspondent aux besoins de l'utilisateur et une présentation adéquate des ressources sélectionnées, en fonction des préférences de l'utilisateur [60].

- Ils permettent aux enseignants de mieux structurer leur travail. En effet, le fait de distinguer la connaissance des outils qui permettent de présenter, éclaircit le travail de l'enseignant. Ce dernier peut alors mieux structurer son travail en pensant tout d'abord à l'organisation des connaissances, et ensuite à la façon des exposants [61].
- Les différentes techniques utilisées permettent à guider l'apprenant dans son apprentissage [62].

## **II.8 Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons vu les systèmes adaptatifs, les mécanismes d'adaptation, les modèles d'adaptation et le style d'apprentissage avec ses différentes définitions, les modèles de styles d'apprentissage et quelques exemples de systèmes adaptatif tel que (iWeaver, INSPIRE, Arthur, CS388, AEC-ES), et on a fini ce chapitre avec les avantages des systèmes adaptatifs.

## Chapitre III : les systèmes multi agents

### III.1 Introduction

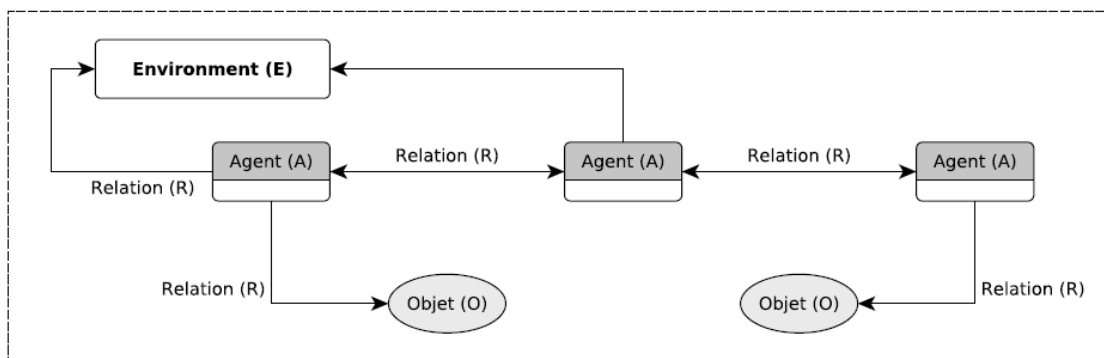
Les systèmes multi-agents prennent aujourd'hui une place de plus en plus importante en informatique, particulièrement dans le domaine de l'intelligence artificielle et les systèmes distribués. C'est une discipline qui s'intéresse aux comportements collectifs produits par les interactions entre agents. Ces agents, qui représentent des entités autonomes et flexibles, sont très utiles pour la modélisation, la conception et l'implémentation de systèmes intelligents, complexes, ouverts et dynamiques tels que les systèmes d'apprentissage en ligne.

Ce chapitre introduit la notion d'agent et celle des systèmes multi-agents et l'intégration de ces systèmes dans les systèmes e-learning adaptatif.

### III.2 Définition d'un système multi agent SMA

Selon Ferber [64] un système multi-agent est un ensemble d'entités autonomes, que l'on appelle agents, situés dans un certain environnement et interagissant selon certaines relations. D'une manière plus formelle, caractérisé par:

- Un environnement ( $E$ );
- Un ensemble d'objets ( $O$ ) situés dans  $E$ . Ces objets peuvent être perçus, créés, détruits et modifiés par les agents;
- Un ensemble d'agents ( $A$ ), qui sont des objets particuliers ( $A \mu O$ ), lesquels représentent les entités actives du système;
- Un ensemble de relations ( $R$ ) qui unissent des objets (et donc des agents) entre eux.



*Figure III. 1: Représentation d'un système multi-agent.*

Une autre définition, donnée par Wooldridge et Jennings, présente un SMA comme étant un SMA est un ensemble d'agents ayant des buts ou des tâches, et qui interagissent pour les accomplir [65].

Demazeau [66] propose une décomposition d'un SMA en quatre dimensions qui correspondent aux quatre voyelles A, E, I et O, et qui est développée dans :

- Agent (A): définition des modèles ou des architectures des composants du système.
- Environnement (E): milieu dans lequel sont plongés les agents, compose d'objets qui sont perçus et manipulés par les agents, et qui obéissent à des lois physiques.
- Interactions (I): ensemble des infrastructures, langages et protocoles d'interaction entre agents.
- Organisation (O): structure des agents en groupes, hiérarchies, relations, etc.

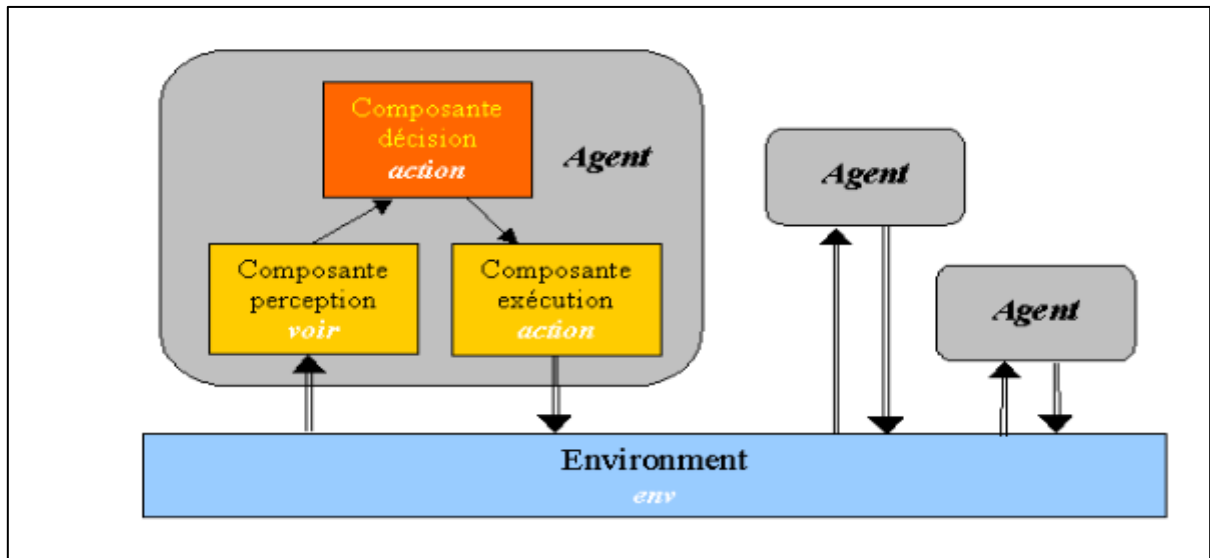
### **III.3 Concept agent**

Selon Wooldridge un agent est un système informatique situé dans un environnement donné, et qui est capable d'agir de manière autonome dans cet environnement en fonction des objectifs qui lui sont définis [67].

Russell et Norvig Définissent un agent comme une entité qui peut être considérée comme percevant son environnement grâce à des capteurs et qui agit sur cet environnement via des effecteurs [68].

On appelle agent une entité physique ou virtuelle qui est capable d'agir dans son environnement, qui peut communiquer directement avec d'autres agents, qui est mue par un ensemble de tendances (sous la forme d'objectifs individuels ou d'une fonction de satisfaction, voire de survie, qu'elle cherche à optimiser), qui possède des ressources propres, qui est capable de percevoir son environnement, qui ne dispose que d'une représentation partielle de cet environnement, qui possède des compétences et des offres de services, qui peut éventuellement se reproduire, dont le comportement tend à satisfaire ses objectifs, en tenant compte des ressources et des compétences dont elle dispose, et en fonction de sa perception, de ses représentations et des communications qu'elle reçoit [64].

On peut définir un agent par le schéma suivant :



*Figure III. 2: Structure générale d'un agent dans un système multi-agents.*

### III .4 Caractéristiques des agents

Un agent peut posséder les caractéristiques citées ci-dessous [70] [71]:

- L'autonomie : l'agent est capable de prendre des décisions et d'agir sans l'intervention d'un tiers (humain ou agent), comme il peut contrôler ses propres actions ainsi que son propre état interne.
- La capacité représentationnelle ou la perception: l'agent peut avoir une vision très locale ou plus large de son environnement et des agents qui l'entourent.
- La réactivité : quand l'agent reçoit des informations de son environnement, il doit être capable de réagir en conséquence et de répondre à temps.
- L'intentionnalité ou pro-activité : l'agent n'est pas seulement capable de réagir aux changements de son environnement mais il peut même exhiber un comportement proactif orienté vers ses objectifs et prendre des initiatives au moment approprié.
- La communication : l'agent peut communiquer avec les autres agents.
- L'anticipation : l'agent possède plus ou moins les capacités d'anticiper les événements futurs.
- La rationalité : les agents rationnels peuvent évaluer leurs actions selon des critères et choisir les meilleures actions pour atteindre l'objectif.

- L'adaptabilité: l'agent peut apprendre de ses expériences passées et sait résoudre les nouveaux problèmes à partir de ces dernières.
- La sociabilité : un agent interagit avec les autres agents (logiciels et humains) quand la situation l'exige afin d'accomplir ses tâches ou d'aider les autres agents dans leurs activités et atteindre leurs buts.

### **III .5 Classification des agents**

On distingue sept catégories d'agents sont les suivantes [72] :

- Les agents réactifs: cette catégorie d'agents n'a pas de mémoire des expériences passées et n'a pas une représentation explicite de son environnement, elle réagit quand un stimulus se présente (stimulus/action).
- Les agents collaboratifs : ce sont des agents autonomes, qui coopèrent et négocient avec les autres agents afin d'atteindre des ententes quand il s'agit de la résolution distribuée de problèmes et éviter les conflits d'intérêt entre les agents.
- Les agents d'interface : ces agents fournissent une assistance à l'utilisateur. Ils sont capables de s'adapter aux préférences de l'utilisateur.
- Les agents mobiles : ceux sont des agents qui ont la capacité de se déplacer d'un site à un autre pour se rapprocher des données ou des ressources.
- Les agents d'information ou d'Internet : ils sont chargés d'administrer, manipuler ou collecter les informations de plusieurs sources distribuées.
- Les agents hybrides : il combine plusieurs caractéristiques des autres agents.
- Les agents intelligents : un agent intelligent se caractérise par son autonomie, sa réactivité, sa capacité à agir ainsi que sa sociabilité.

### **III .6 Architecture d'agents**

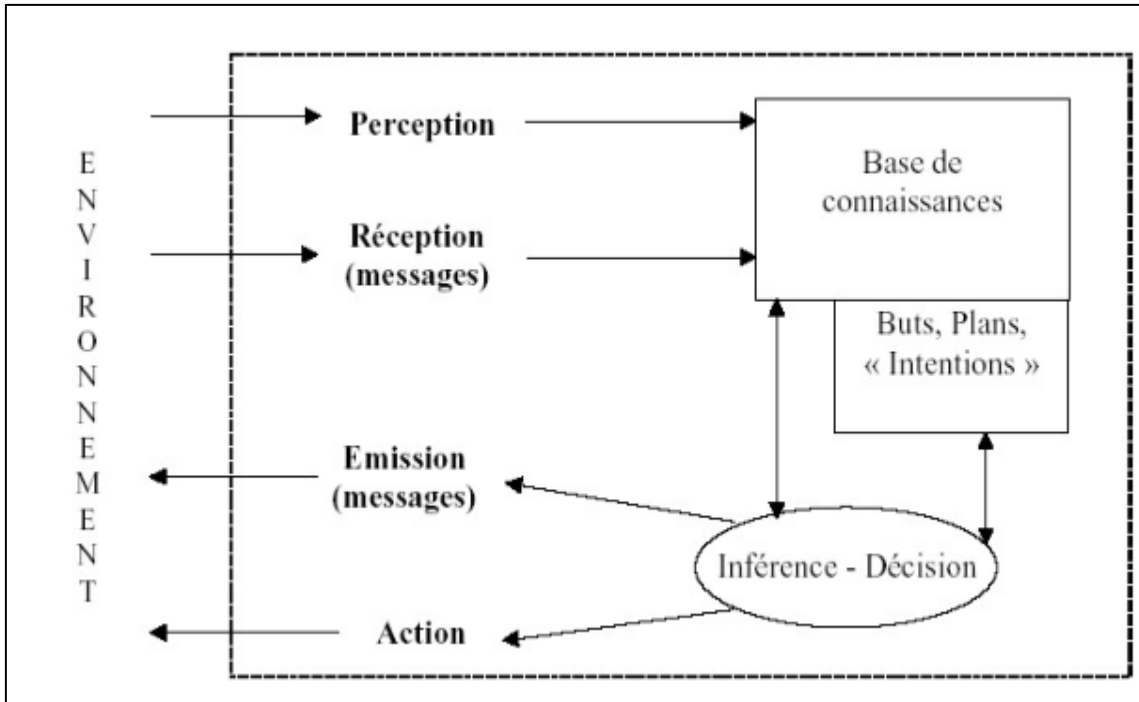
On a trois architectures d'agents : Agents cognitifs, Agents réactifs et Agents Hybrides.

#### **III.6.1 Agents cognitifs**

Les agents cognitifs sont définis par leur capacité de raisonnement et de mémorisation des situations. Ils analysent, prévient des réactions possibles à leurs actions, en tirant des conduites pour les événements futurs et donc de planifier leur propre comportement [64].

Les caractéristiques les plus importantes pour ce type d'agent :

- Représentation explicite de l'environnement.
- Mémoire locale, pour mémoriser des données sur l'état précédent.
- Agent complexe.
- Petit nombre d'agent.



*Figure III. 3: Architecture d'un agent cognitif.*

### III .6.2 Agents réactifs

Un agent réactif est souvent qualifié de ne pas être « intelligent » qu'au niveau de groupe, du système. Il n'a pas une représentation symbolique de l'environnement ou des connaissances et ne possède ni croyances, ni mécanismes d'envoi de message. Ces capacités répondent uniquement au mode stimulus/action qui peut être considéré comme une forme de communication [74].

Les principales caractéristiques d'un agent réactif sont les suivantes :

- Pas de représentation explicite.
- Pas de mémoire de passé.
- La forme de prise de décision se fait sous « stimuli-réponse ».
- L'organisation entre les agents inspirés du phénomène biologique.
- Grand nombre d'agent.

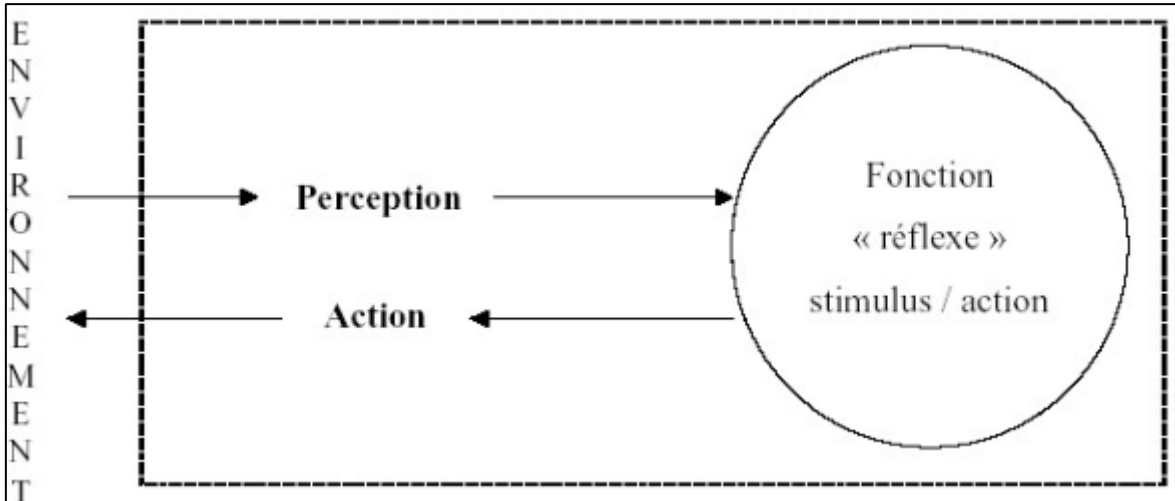


Figure III. 4: Architecture d'un agent réactif.

### III .6.3 Architecture hybride

Une architecture hybride d'un agent intelligent est une architecture composée d'un ensemble de modules organisés dans une hiérarchie, chaque module étant soit une composante cognitive avec représentation symbolique des connaissances et capacités de raisonnement, soit une composante réactive. De cette manière, on combine le comportement pro-actif de l'agent, dirigé par les buts, avec un comportement réactif aux changements de l'environnement. En plus, on espère obtenir simultanément les avantages des architectures cognitives et réactives, tout en éliminant leurs limitations [69].

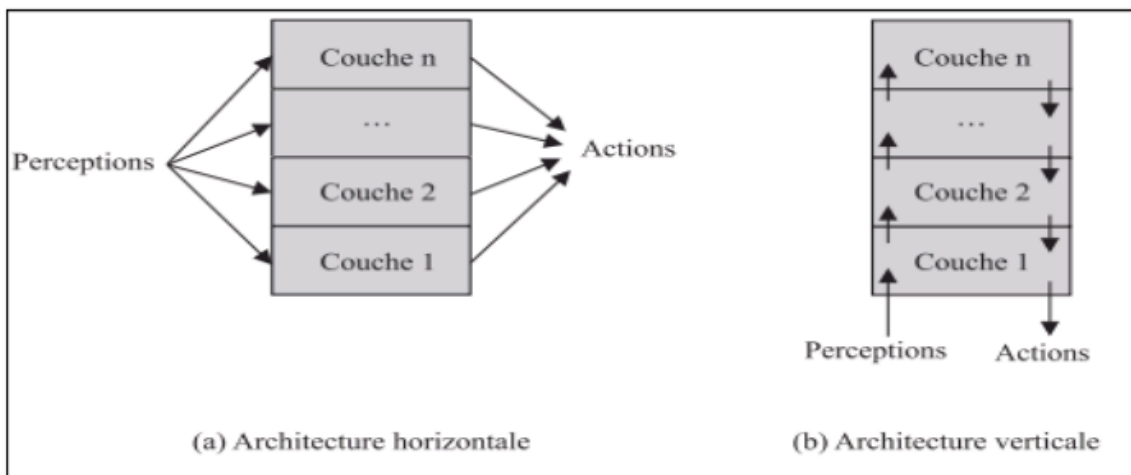


Figure III. 5: Architecture d'un agent hybride.



### **III .7 Interaction entre agents**

Les types d'interaction entre agents sont [75] :

- La coopération: travailler ensemble à la résolution d'un but commun.
- La coordination: est l'acte de gérer les interdépendances des différentes activités exécutées pendant la réalisation d'un but. Les interdépendances regroupent les prérequis, le partage de ressources et la simultanéité.
- La négociation: est une discussion dans laquelle des individus intéressés échangent des informations et arrivent à un accord en commun.
- La communication: La communication dans les systèmes multi-agents est à la base des interactions et de l'organisation des agents. Il existe deux modes de communication :
  - La communication indirecte qui se fait par transmission de signaux via l'environnement.
  - La communication directe qui correspond aux échanges des messages entre les agents.

### **III .8 Les avantages et les inconvénients d'un SMA**

#### **III .8.1 Les avantages d'un SMA**

Les systèmes multi-agents offrent plusieurs avantages :

- Les systèmes multi-agents fournissent une robustesse et efficacité et permet l'interopérabilité de systèmes existants [76].
- Simulation de phénomènes complexes [61].
- Les SMA résolvent des problèmes avec une manière distribuée [76].
- Les systèmes multi-agent héritent aussi des bénéfices envisageables de l'intelligence artificielle comme le traitement symbolique (au niveau des connaissances) [76].
- La facilité de maintenance, la réutilisation et la portabilité mais surtout, ils ont l'avantage de faire intervenir des schémas d'interaction sophistiqués [61] .
- La modularité, permet de rendre la programmation plus simple [61].
- La *vitesse*, due principalement au parallélisme [61].

### **III.8.2 les inconvénients de SMA**

Malgré les avantages des systèmes multi-agents, ces systèmes confrontent plusieurs défis résident dans [77] :

- La formulation des problèmes, l'allocation des ressources aux différentes entités et la synthèse des résultats.
- L'interaction entre les agents (quand et comment) et le raisonnement sur les autres agents durant le processus d'interaction.
- L'assurance de cohérence des comportements en assurant un compromis entre les actions locales et le traitement distribué et en éliminant les effets indésirables (comme les comportements chaotiques).
- L'ingénierie des systèmes multi-agents en développant des méthodes, des méthodologies, des techniques et des outils facilitant le développement de ces systèmes.

### **III.9 Domaine d'application de SMA**

On trouve les systèmes multi-agents dans plusieurs domaines [78] :

- Applications industrielles: contrôle en temps réel, production, réseaux de télécommunications, systèmes de transport, systèmes de distribution, etc.
- Gestion de processus de business, support à la décision.
- Commerce électronique.
- Systèmes d'information coopératifs: découverte des sources, recherche de l'information, filtrage des informations, fusion des informations et personnalisation.
- Interaction homme-machine.
- Mondes virtuelles.
- Divertissement.

### **III.10 Les SMA et l'e-learning**

Les systèmes multi-agents (SMA) semblent, en théorie, un excellent moyen d'intégrer les différents systèmes de composants utilisés dans une plate-forme e-Learning, la technologie des agents a été appliquée dans divers types d'applications pour l'éducation : à la conception d'environnements pairs-assistance, les agents de recherche d'information, les agents de traitement des informations de l'élève, les agents de recueil ou de génération des Feedbacks,

les agents pédagogiques, les agents de tutorat...etc. Une étude empirique effectuée pour évaluer l'efficacité des agents intelligents dans l'enseignement en ligne a montré que les agents peuvent améliorer le taux d'achèvement, la satisfaction des apprenants et la motivation [79]. Les agents pédagogiques soutiennent l'apprentissage humain en interagissant avec les élèves dans le contexte de l'environnement d'apprentissage intelligent. Ils étendent et améliorent les travaux antérieurs sur les systèmes de tutorat intelligents de plusieurs façons. Ils adaptent leur comportement à l'état dynamique de l'environnement d'apprentissage, en profitant des possibilités d'apprentissage à mesure qu'elles se présentent. Ils peuvent prendre en charge l'apprentissage collaboratif ainsi que l'apprentissage individualisé, car plusieurs étudiants et agents peuvent interagir dans un environnement partagé [80]. A propos de là on va présenter quelque travail sur les system e-learning adaptatifs avec les systèmes multi-agents en intégrant les styles d'apprentissage.

### **III .11 Quelque travaux d'un système e-learning adaptatif avec SMA**

#### **III .11.1 Le premier travail :**

Les auteurs de ce travail [81] proposent un modèle adaptatif pour E-Learning basé sur des styles d'apprentissage. Ces styles font référence à la façon dont un apprenant reçoit et traite les informations, par conséquent, chaque apprenant a un style d'apprentissage différent. Parmi les modèles existants de styles d'apprentissage, Felder-Silverman modèle de style d'apprentissage (FSLSM) a été sélectionné. Ce travail propose un cadre adaptatif qui identifie les styles d'apprentissage et fournit par conséquent support de navigation personnalisé. La littérature-basée sur l'approche est utilisée pour identifier le style d'apprentissage. Cette approche a été montrée une plus grande précision des résultats dans la détection des styles d'apprentissage. C'est principalement basé sur le suivi des comportements des apprenants sur modèles déterminés sur la base du FSLSM. L'objectif du cadre est de réaliser deux fonctions principales:

Premièrement identification de l'apprentissage des apprenants style, et deuxièmement la recommandation du matériel d'apprentissage approprié et les organiser d'une manière que l'apprenant préfère. La recommandation et l'organisation de l'apprentissage matériaux a été conçu en fournissant des conseils et un soutien à la navigation basés style d'apprentissage préféré. Le moteur adaptatif se compose de deux agents principaux pour effectuer les fonctionnalités souhaitées:

- 1) un apprentissage agent d'identification de style
- 2) un recommandeur agent.

L'agent d'identification est responsable d'identifier les styles d'apprentissage et les stocker dans les profils des apprenants qui sont utilisés par agent de recommandation pour fournir l'adaptabilité et le soutien à la navigation souhaités aux apprenants. La figure suivante propose l'architecture du système :

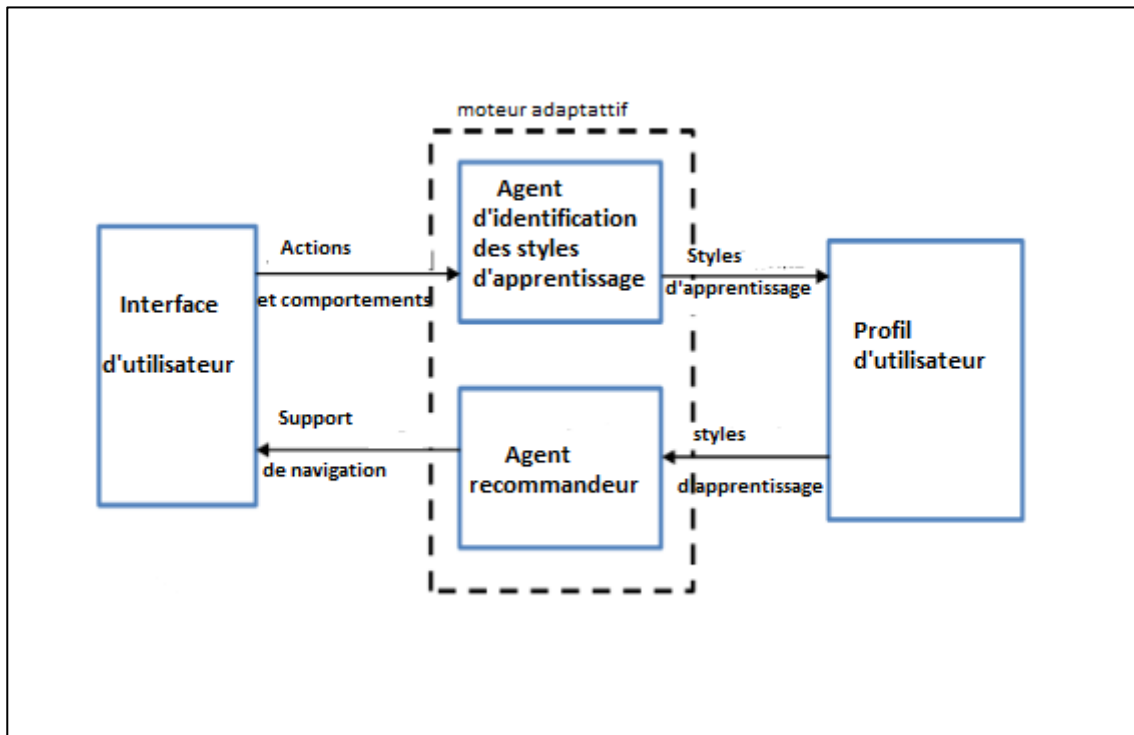


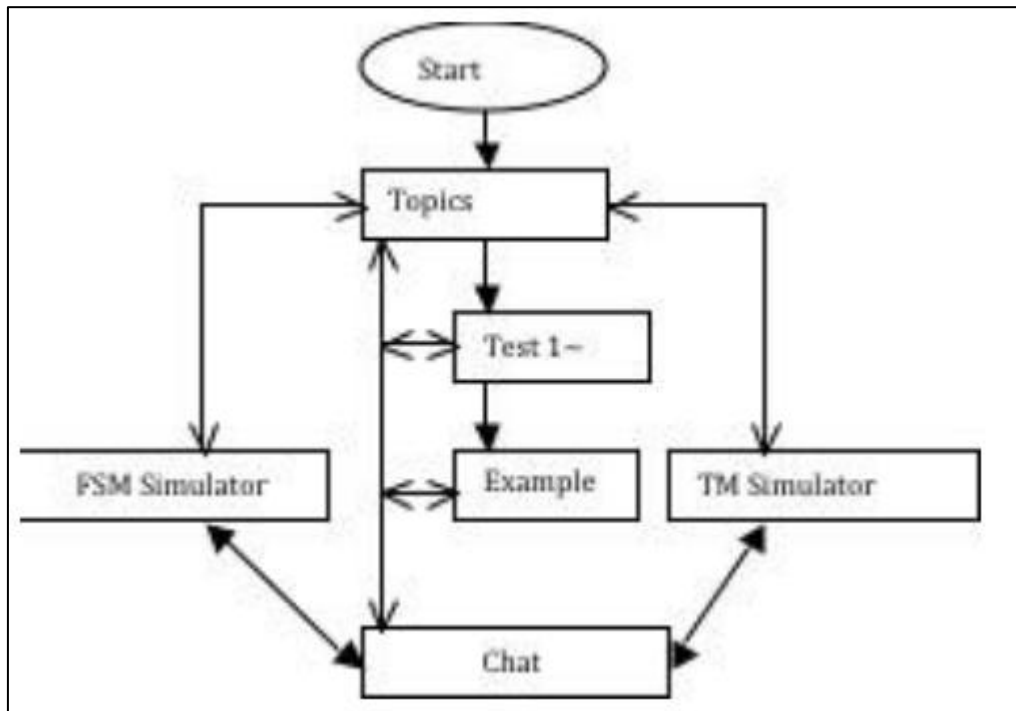
Figure III. 6: Architecture d'un système adaptatif (1).

### III .11.2 Le deuxième travail :

Le travail [82] présente une nouvelle version des systèmes d'apprentissage en ligne ils ont développé une version améliorée d'un index de style d'apprentissage qui peut être intégré dans systèmes d'apprentissage intelligents et adaptatifs. Cet indice amélioré de style d'apprentissage (ELSI) étend Felder-Silverman indice de style d'apprentissage (LSI) de deux manières: un nouveau système d'évaluation de type flou et une nouvelle dimension sociale / émotionnelle. Nous avons implémenté notre modèle d'une manière qui permet aux apprenants de vérifier facilement leurs préférences d'apprentissage. En outre, les enseignants peuvent avoir une perspective plus large sur les préférences d'apprentissage de leurs élèves. Dans cette mesure, notre mise en œuvre utilise plusieurs outils importants tels que: interface Web, applets Java, serveur Web Apache, application Tomcat serveur, base de données MySQL et connecteur JDBC. Cette implémentation peut produire des représentations graphiques des styles d'apprentissage d'un groupe d'élèves, ce qui est très utile pour les enseignants d'avoir

une vue d'oiseau des préférences d'apprentissage de tous les élèves de leur classe. Ils ont testé le système sur un échantillon de 83 lycéens. Ils ont déduit leurs préférences d'apprentissage en tant qu'individus et en tant que groupes. Ils ont ensuite analysé le résultat et fait part de nos recommandations à leurs enseignants qui a apprécié le travail. Pour montrer la flexibilité et l'utilité de notre système amélioré, nous l'avons intégré dans un système intelligent et système d'apprentissage en ligne adaptatif basé sur la technologie Java2D et contenant un ensemble intensif de matériel d'apprentissage pour soutenir toutes sortes d'apprenants. Ainsi, les apprenants ayant des préférences différentes bénéficieront de différents ensembles d'activités d'apprentissage.

Par exemple, il sera recommandé aux apprenants actifs d'utiliser du matériel pertinent correspondant à leurs préférences. Avec cette intégration, le système d'apprentissage en ligne des automates devrait être plus efficace puisque les apprenants peuvent explorer plus facilement et comprendre le riche ensemble de matériaux dans le système. L'architecture de système est comme suit :



**Figure III. 7:** Architecture d'un système adaptatif (2).

Lors de l'utilisation du composant ELSI du système d'apprentissage, l'utilisateur obtient un ensemble de recommandations pour commencer à étudier les automates en fonction de ses préférences d'apprentissage. Par exemple, un apprenant visuel est recommandé pour

sélectionner l'ensemble d'activités suivant, que les apprenants peuvent considérer lorsqu'ils utilisent l'environnement:

1. Commencez à utiliser l'environnement en jouant avec les exemples visuels. Cela n'a pas besoin de spéciales connaissances ou antécédents concernant les sujets. Il attirera également l'attention des apprenants sur la pertinence des sujets. L'attention des apprenants et la pertinence du sujet sont fondamentales pour le modèle de motivation ARCS de Keller.
  2. Faites le premier test général simple. En répondant aux questions simples et générales de ce test, l'apprenant gagne la familiarité et la confiance en soi qui sont un facteur important de la motivation des apprenants dans la motivation de l'ARCS modèle. À ce stade, les apprenants sont prêts à commencer à lire les concepts théoriques des sujets objet.
  3. La navigation dans les concepts de l'objet des sujets fournit aux apprenants les connaissances théoriques fond pour le sujet.
  4. Commencez à utiliser les simulateurs FSM et TM. Basculer entre la lecture des sujets et l'utilisation des simulateurs est recommandé. Après avoir lu un certain sujet, l'apprenant peut passer au simulateur et essayer de construire un modèle pour ce sujet et tester le modèle avec différentes entrées. Cela peut aider à approfondir la connaissance et peut améliorer le processus d'apprentissage.
  5. Lors de la lecture des sujets et de l'utilisation des simulateurs, il est recommandé aux apprenants d'essayer les tests (dans l'objet de test) pour l'auto-évaluation et pour gagner plus de confiance dans leurs progrès d'apprentissage.
  6. À n'importe quelle étape du processus d'apprentissage, les apprenants en ligne peuvent discuter entre eux via l'objet de discussion.
- Cela permet aux apprenants d'échanger des idées et de s'entraider pour comprendre les sujets et répondre au test questions de manière collaborative.

### **III .11.3 Le troisième travail :**

Le travail [83] présent un modèle de système adaptatif pour l'identification en ligne des styles d'apprentissage qui prend en charge la personnalisation du contenu. Le système était développé avec une architecture d'apprentissage hybride, dans lequel les techniques des réseaux de neurones, la logique flou et le raisonnement basé sur les cas sont intégrés dans le système d'agent. Les auteurs présentent l'architecture du Modèle système réseaux de neurones, les résultats de l'analyse du modèle tests de validation établissant des conclusions et des recommandations.

Pour la collecte des données de test, ils ont appliqué l'apprentissage questionnaire de styles proposé par Honey. L'architecture hybride proposée est présentée dans la figure suivante :

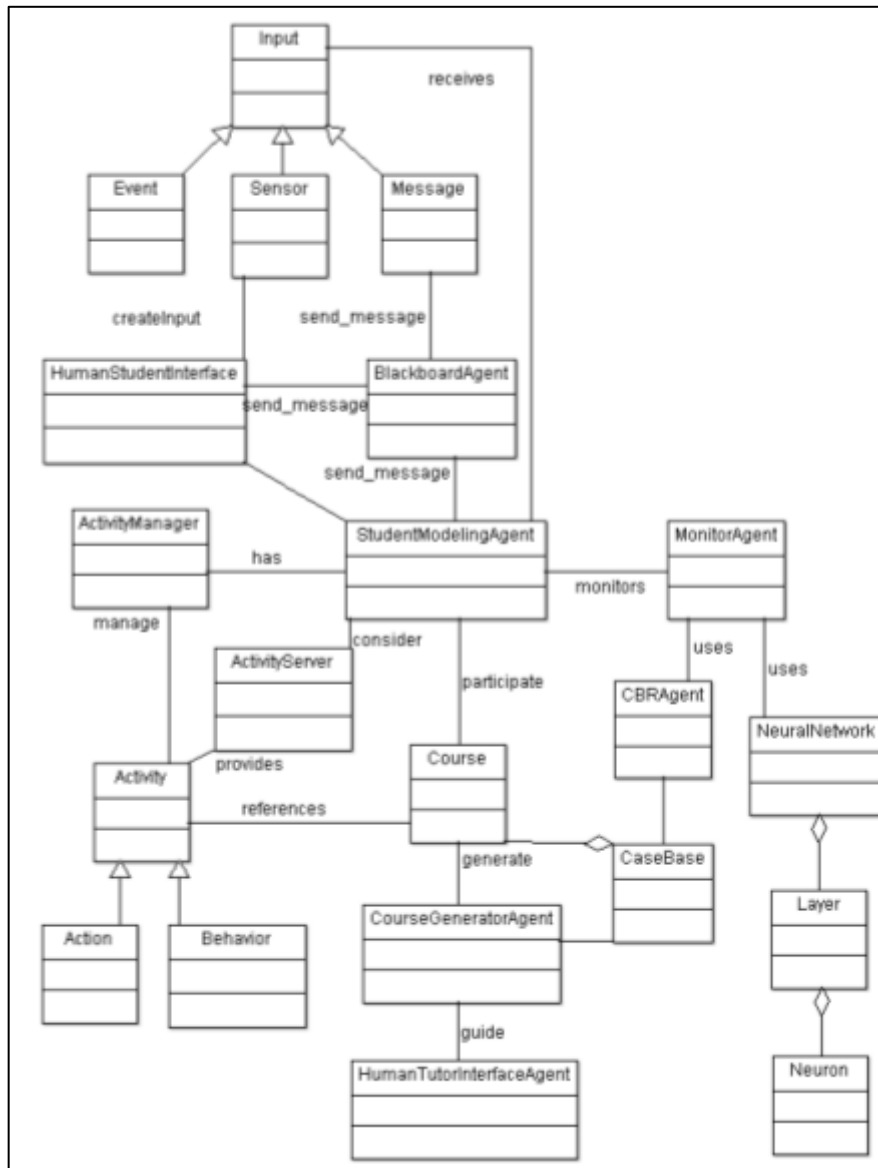


Figure III. 8: Architecture hybride d'un système adaptatif.

Dans le cadre de l'architecture, un StudentModelingAgent est proposé, qui représente les besoins et les objectifs de l'élève dans le processus d'apprentissage:

- (i) recueille des données sur les performances des élèves tout au long chaque cours et activité qu'il développe.
- (ii) fournit des informations sur l'étudiant aux outils d'adapter et personnaliser le contenu.
- (iii) gère les rappels de l'étudiant, programmés par lui ou par les cours auxquels il est inscrit.

Le StudentModelingAgent, coordonne les actions avec le MonitorAgent, qui surveille les ressources et les activités disponibles pour un cours donné, demande des informations à l'étudiant, et exécute des techniques basées sur les cas de raisonnement et les réseaux de neurones, pour identifier le style d'apprentissage et les préférences de l'utilisateur, dont le développement, la mise en œuvre, test et validation ainsi que la sélection du contenu le plus approprié pour lui, et enfin, il envoie des informations sur ce qu'il a appris à l'étudiant de mettre à jour les connaissances de StudentModelingAgent. Cet agent coordonne également les actions avec le cours d'agent. Le Blackboard Agent est un agent qui centralise les communications, à travers une structure de données partagée. Cet agent permet le stockage temporaire d'informations utiles pour un groupe d'agents, et se charge de distribuer les informations et messages aux agents intéressés. Il a un mécanisme de notification afin de fournir la disponibilité d'un partage des ressources. Le CourseGeneratorAgent est responsable de la consolidation des besoins des enseignants, via l'agent d'interface HumanTutorInterfaceAgent, et génère la structure de cours, avec le soutien d'un raisonnement basé sur des cas et un mécanisme. Pour ce faire, consultez ActivityServer et référence les activités et le contenu. Adapté au cours généré, favorisant ainsi la réutilisation. ActivityManager est un agent réactif dont le but est de gérer la file d'étudiants des tâches ou activités, c'est-à-dire pour chaque entrée reçue par l'étudiant, il sélectionne une activité à exécuter ou un contenu à utiliser qui lui permet de réaliser l'objectif relevé. Pour la sélection des activités, l'agent consulte le composant ActivityServer, qui est essentiellement un référentiel spécialisé dans un sujet, hautement interactif, qui stocke les activités proposées par des enseignants ou des spécialistes à différents horaires et cours. Ce composant favorise la réutilisation des activités, contenus et objets d'apprentissage. Les activités peuvent être des actions à apprendre, des ressources à utiliser, des actions simples ou nucléaires, des actions répétitives dans le temps ou un ensemble d'actions à exécuter à long terme. En outre, il existe deux agents d'interface, le HumanStudentInterface, qui permet à l'étudiant d'interagir directement avec son StudentModelingAgent, par exemple, pour établir des rappels personnalisés, programmer des activités spécifiques, ou fournir des informations via les capteurs disponibles, et HumanTutorInterfacesAgent, qui vous permet de configurer les paramètres pour la génération d'un cours, obtenir des rapports, entre autres. Toutes les interactions avec d'autres agents et via les interfaces avec les utilisateurs réels sont représentées par des entrées.



III .12 Tableau de synthèse

Les travaux	Le modèle de style d'apprentissage	Les agents utilisés	L'approche utilisée	Dimension d'adaptation
[81]	Modèle de style d'apprentissage Felder et Silverman (FSLSM).	Deux agents :(l'agent d'identification qui Identifie les styles d'apprentissage de l'apprenant. Et l'agent recommandeur qui permet d'adapter les styles d'apprentissage dans un système).	méthode basée sur la littérature pour identifier les styles d'apprentissage basés sur le FSLSM.	Il prend en compte l'adaptation de navigation mais ne prend pas l'adaptation de contenu.
[82]	FSLSM + un style d'apprentissage Emotionnel et social de l'apprenant.	/	Aptitude-Treatment Interaction (ATI).	Adaptation des styles d'apprentissage.
[83]	Modèle de style d'apprentissage Honey & Mumford.	Cinq agents : (StudentModeling Agent : qui représente les besoins et objectifs de l'étudiant ; MinotorAgent : identifie le style	Réseaux de neurones associés à la logique floue.	adaptation de contenu.

		d'apprentissage de l'étudiant ; BackbordAgent : centralise les communications via une structure de données partagées ; CoursseGeneratorAge nt : Consolide les besoins des enseignants ; HumanTutorInterface Agent gère la structure de cours).		
--	--	---	--	--

*Table III. 1: Comparaison des travaux similaires.*

### III .13 Conclusion

Ce chapitre est considéré comme un survol sur les systèmes multi-agent. On a, tout d'abord, définit les systèmes multi-agent, ensuite on a défini l'entité agent avec ses types, caractéristiques et son architecture, comme on a cité les avantages, inconvénients des systèmes multi-agents et leur domaines d'application.

Dans ce chapitre on a vu quelques travaux qui intègrent ce paradigme dans les systèmes adaptatifs avec les styles d'apprentissages. Dans le chapitre suivant on va présenter la conception de notre système adaptatif.

## **Chapitre IV : Conception**

### **IV.1 Introduction**

Les styles d'apprentissage sont utiles pour améliorer les résultats d'apprentissage des apprenants. De nombreux chercheurs croient que les étudiants devraient connaître plus de détails sur leurs styles d'apprentissage préférés, car cela les aidera à être plus attirés, engagés et motivés dans les sessions éducatives. Dans ce chapitre, on va présenter la conception de notre système qui permet d'établir des correspondances entre le style d'apprentissage et les ressources d'apprentissage. Le système doit fournir l'information appropriée pour chaque utilisateur en tenant compte son style d'apprentissage. Notre système s'appuie sur les deux modèles, l'un de Fleming et l'autre de Felder- Silverman. En faisant une combinaison de ces modèles, on va utiliser les instruments de ces modèles pour mesurer les styles d'apprentissage, d'autre part on exploite l'instrument ALSI (Arabic Learning Style Instrument) pour mesurer plus précisément le style d'apprentissage de l'apprenant. Tout d'abord, on va justifier notre choix de ces modèles. Ensuite, on va présenter l'architecture de notre système proposé en spécifiant la stratégie et les règles d'adaptation suivies pour chaque style d'apprentissage de ces modèles.

### **IV.2 Justification du choix des modèles de style d'apprentissage**

Nous avons vu dans le deuxième chapitre la classification des modèles de styles d'apprentissage. Ces modèles se diffèrent selon la théorie d'apprentissage prise en considération. Nous avons tout d'abord choisi le modèle de Fleming pour déterminer comment l'apprenant préfère recevoir des nouvelles informations, on a pris deux styles d'apprentissage de ce modèle (Visuel, Auditif). Les raisons qui nous ont poussé à choisir ce modèle sont les suivantes [11]:

- Facile à gérer et à interpréter. Il est facile de définir les préférences de l'apprenant à l'aide d'un questionnaire prenant trois minutes par rapport aux autres modèles.
- Le modèle a des fondements théoriques forts. Il s'appuie principalement sur nos organes du sens qui constituent les sources principales d'apprentissage chez l'apprenant.

- Le modèle est souhaitable à utiliser dans les hypermédias éducatifs. Nous avons vu dans le chapitre précédent qu'il est utilisé dans plusieurs systèmes comme Arthur.
- Le modèle conserve une grande simplicité à être implémenter.

Et pour le traitement d'information, on a choisi les deux styles (actif-réflexif) du modèle Felder- Silverman. On a basé sur ce modèle pour les facteurs suivants [45]:

- Ce modèle a été utilisé pour plusieurs études portant sur des étudiants en sciences et en génie, il contient peu de questions, et il est disponible gratuitement.
- Le modèle des styles d'apprentissage Felder- Silverman est suggéré comme le modèle le plus approprié pour les systèmes d'apprentissage en ligne adaptatifs pour fournir une adaptation basée sur les styles d'apprentissage.
- Une analyse récente des systèmes d'apprentissage en ligne adaptatifs adaptés aux styles d'apprentissage révèle que le modèle de Felder-Silverman est le modèle le plus couramment utilisé dans la littérature.

Dans notre système on va combiner les deux modèles d'apprentissage de Fleming et Felder-Silverman. Le tableau suivant montre la combinaison des quatre styles de ces deux modèles.

<b>Combinaison des styles d'apprentissage.</b>	
1	<b>Visuel / Actif</b>
2	<b>Auditif / Actif</b>
3	<b>Visuel / Passif</b>
4	<b>Auditif / Passif</b>

*Table IV. 1: Combinaison des styles d'apprentissage.*

A la suite, on va présenter les différentes façons d'adaptation du cours selon les différents styles d'apprentissage de Fleming : visuel, auditif et de Felder- Silverman : actif, passif.

### IV.3 Règles d'adaptation

L'adaptation des ressources d'apprentissage doit prendre en considération les préférences individuelles de chaque style d'apprentissage du modèle adopté. En commençant par le modèle de Fleming qui prend les deux styles d'apprentissage visuel et auditif, puis on passe au modèle de Felder- Silverman qui conserve les deux styles actif et passif.

Un apprenant visuel préfère apprendre avec des diagrammes, des cartes, des graphiques et d'autres dispositifs visuels. Donc, pour satisfaire les besoins des apprenants visuels on doit utiliser des diagrammes, des photos, des graphiques, etc. On peut utiliser aussi les couleurs pour attirer l'attention des apprenants visuels aux concepts clés.

Si style d'apprentissage estimé ="visuel"

**Alors**

- Intégrer des images ,des cartes , des graphiques etc ..
- Utiliser des couleurs pour attirer l'étudiant .
- Démonstrations multimédias et animées.

Un apprenant auditif préfère apprendre avec des discussions, d'entretiens, d'exposés, du matériel audio, etc. Alors pour satisfaire les besoins des apprenants auditifs on doit fournir du matériel audio, des explications, des occasions de discuter en groupe, etc.

Si style d'apprentissage estimé ="auditif "

**Alors**

- Intégrer du matériel audio.
- Fournir des espaces de discussion (chat).
- Réduire les dispositifs visuels

Un apprenant actif a tendance d'apprendre à l'aide des expériences pratiques comme les exercices, et présentation théorique. Il aime travailler en groupe mais n'aime pas trop les exemples. Donc, les ressources d'apprentissage devant être fournies aux apprenants actifs doivent contenir des exercices, des textes, des occasions de discuter en groupe, etc.

**Si style d'apprentissage estimé = " actif "**

**Alors**

- Fournir des espaces de discussion (chat).
- Plus des exercices et des présentations théoriques.
- Peu des exemples .

Un apprenant passif a tendance d'apprendre à l'aide des exemples, il aime comprendre l'idée générale du support d'apprentissage et travailler seul. Donc, les ressources d'apprentissage devant être fournies aux apprenants passifs doivent contenir des exemples, des résumés etc.

**Si style d'apprentissage estimé = " passif "**

**Alors**

- Intégrer des résumés en haut des pages.
- Peu des exercices.
- Plus des exemples .


#### **IV.4 L'instrument ALSI**

En plus des instruments des deux modèles précédents on a utilisé l'instrument ALSI (Arabic Learning Style Instrument) qui permet de mesurer le style d'apprentissage, en utilisant des différentes formes d'explication tel que (figures, graphiques, son..) pour savoir comment

l'apprenant aime recevoir les nouvelles informations c'est-à-dire est ce que son style d'apprentissage est visuel ou auditif selon Neil Fleming, et d'autre formes d'explication telles que (exemples, exercices ..) pour savoir comment l'apprenant préfère traiter les nouvelles information, c'est-à-dire son style d'apprentissage est actif ou passif selon Felder-Silverman. Puis en demandant à l'apprenant quelle est la forme d'explication que vous trouviez efficace pour recevoir ou traiter une nouvelle information. La figure ci-dessous illustre un échantillon de l'instrument ALSI, qui présente la méthode de calcul de la moyenne.

choisissez une forme pour l'explication de la méthode calcul moyenne

**a**



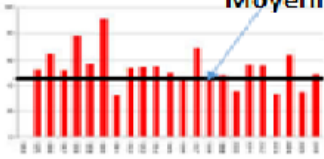
**enregistrement  
d'explication cacul  
moyenne**

**b**

**Moyenne=somme des  
valeurs ÷ nombre des valeurs.**

$$\frac{X1+x2+x3+....xn}{N}$$

**Moyenne**



choisissez une forme pour le traitement de la méthode calcul mmoyenne

**c**

**Moyenne = somme des  
valeurs ÷ nombre des vaeurs.**

$$M= \frac{X1+X2+ X3+....Xn}{N}$$

**Q :moyenne (10,11,5,4) =.....**

**d**

**Moyenne= somme des  
valeurs ÷ nombre des valeurs.**

**Moyenne (10,2,7,1)= 5 .**

vous avez compris la méthode calcul moyenne à traves les formes :

- 1) a ou b
- 2) c ou d

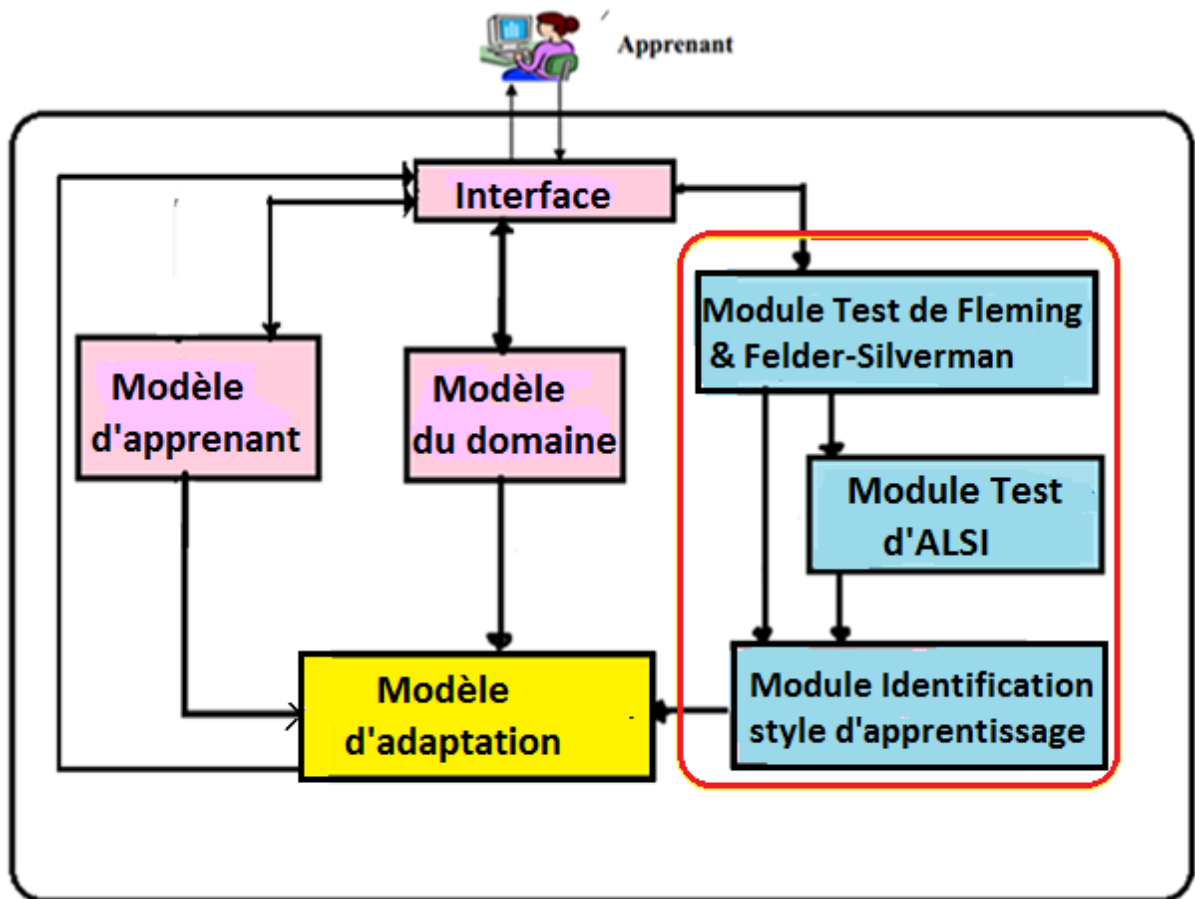
Figure IV. 1: Échantillon d'instrument ALSI.

•a : Style auditif. • c : Style actif. • b : Style visuel. •d : Style passif.

## IV.5 Architecture du système proposé

### IV.5.1 Architecture générale

La figure suivante illustre l'architecture du système proposé :



*Figure IV. 3: Architecture générale du système.*

Notre architecture comprend quatre modèles principaux :

#### IV.5.1.1 Le modèle d'apprenant

Le modèle d'apprenant contient les informations sur l'apprenant et son processus d'apprentissage. Il contient un profil qui comprend les informations personnelles sur l'apprenant telles que: nom, nom d'utilisateur, email, préférences...etc. Ce modèle stocke le style d'apprentissage de l'apprenant après avoir vérifié son exactitude.



**IV .5.1.2 Le modèle du domaine**

Le modèle du domaine est un élément important du système. Il contient tous les éléments à enseigner qui représentent le stockage des séquences d'apprentissage et des objets du domaine, du matériel pédagogique. Notre environnement d'apprentissage permet de fournir des ressources d'apprentissage. Il conserve trois cours (cours1 : un cours informatique sur « l'adressage IP », cours2 : un cours français sur « la voix active et la voix passive »

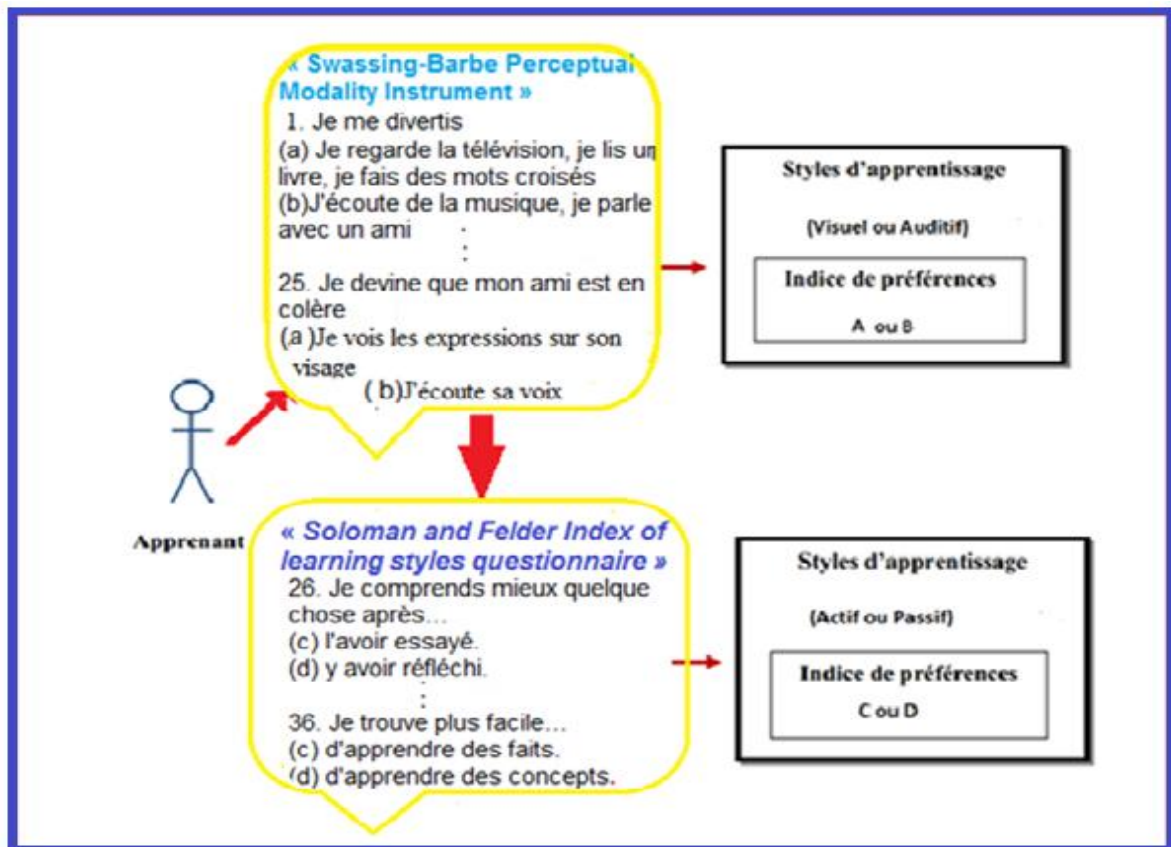
Et cours 3 : un cours mathématique sur « le calcul avec les fractions »), et chaque cours contient des concepts.

**IV .5.1.3 Le modèle de style d'apprentissage**

Ce modèle est composé par trois modules sont les suivants :

- **Module Test de Fleming & Felder-Silverman**

Permet d'estimer le style d'apprentissage en utilisant les deux instruments : « Swassing-Barbe Perceptual Modality Instrument » du modèle Fleming, et « Soloman and Felder Index of learning styles questionnaire » du modèle Felde-Silverman. Ces instruments contiennent des questions, qui permettent de mesurer le style d'apprentissage de l'apprenant. La figure ci-dessous illustre le procédé d'acquisition des styles d'apprentissage de l'apprenant.



**Figure IV. 2:** Schéma des questionnaires qui permettent d'estimer le style d'apprentissage.

- **Module Test ALSI**

Permet de mesurer le style d'apprentissage avec un autre instrument qui est l'instrument d'ALSI (Arabic Learning Style Instrument). Afin de mieux estimer le style d'apprentissage le plus pertinent.

- **Module identification de style d'apprentissage**

Sert à identifier et déterminer le style d'apprentissage de l'apprenant à partir des réponses reçues par les deux modules (Le module Test de Fleming & Felder-Silverman et le module Test d'ALSI).

#### IV .5.1.4 Le modèle d'adaptation

Il permet d'adapter le cours en fonction du modèle de l'apprenant pour que le cours soit adapté avec le style d'apprentissage de l'apprenant, Ce modèle fonctionne comme un pont entre le modèle de l'apprenant et le modèle de domaine. Il fournit le matériel ou les séquences

de cours appropriés en fonction des besoins et des caractéristiques d'un apprenant individuel en utilisant le modèle et les styles d'apprentissage de l'apprenant.

### IV .5.2 Architecture détaillée

On a vu dans le chapitre précédant les systèmes multi agents, leur définition et leur intérêt dans le e-Learning, où les agents ont une grande efficacité dans l'apprentissage en ligne, ils peuvent améliorer la satisfaction des apprenants et la motivation. De là on va intégrer les systèmes multi agents dans notre système. La figure ci-dessous illustre l'architecture système proposé avec les agents.

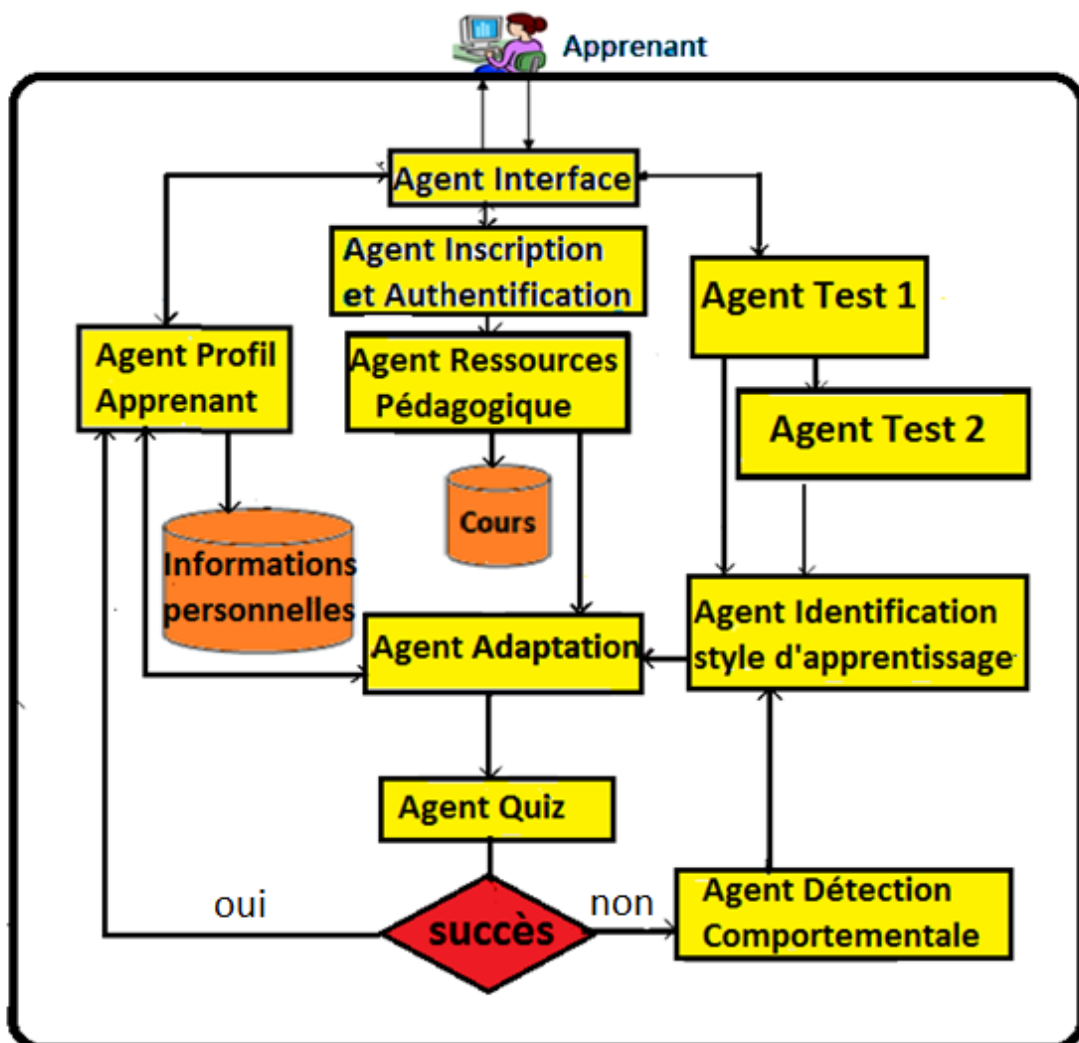


Figure IV. 3: Architecture du système avec les agents.

**IV .5.2.1 Agent Interface**

L'agent Interface joue le rôle d'une interface entre l'apprenant et le système. Il utilise le langage FIPA-ACL pour la communication avec les autres agents.

**IV .5.2.2 Agent Inscription et Authentification**

Permet à l'utilisateur de s'inscrire (créer un nouveau compte), ou de se connecter à un compte existant, si l'apprenant est déjà inscrit il se connecte à son compte existant en entrant le nom d'utilisateur et son mot de passe, sinon il s'inscrit en remplissant un formulaire d'inscription.

**IV .5.2.3 Agent Ressources pédagogiques**

L'agent ressources pédagogiques contient une base de données des ressources pédagogiques (des cours). Le contenu de cette ressource est présenté dans l'agent interface.

**IV .5.2.4 Agent Profil apprenant**

L'agent Profil apprenant gère le profil de l'apprenant ou les données sur les expériences d'apprentissage, les préférences d'apprentissage, le style d'apprentissage et les habitudes d'apprentissage de l'utilisateur sont stockés.

**IV .5.2.5 Agent Test 1**

Cet agent présente des questionnaires du modèle Fleming, et du modèle Felder-Silverman. Ces questionnaires nous permettent d'estimer le style d'apprentissage. Selon Fleming les styles sont (visuel ou auditif), et selon Felder-Silverman (actif ou passif).

**IV .5.2.6 Agent Test 2**

Cet agent joue le rôle du module Test d'ALSI. En cas où l'apprenant n'est pas satisfait par le premier test il passe à un autre test (test d'ALSI).

**IV .5.2.7 Agent Identification style d'apprentissage**

Cet agent permet de traiter ou identifier le style d'apprentissage de l'apprenant. Il demande de l'agent Test 1 ou de l'agent Test 2 de les envoyer les réponses des questionnaires. Tout d'abord l'utilisateur doit répondre au questionnaire du modèle Fleming pour déterminer son style d'apprentissage dans la réception des nouvelles informations en choisissant une réponse : a ou b.

- La préférence renvoie "a" au style d'apprentissage visuel.

- La préférence renvoie " b " au style d'apprentissage auditif.

L'agent apprenant calcule les scores obtenus pour "a" et "b", puis il compare entre les scores.

- Si  $a > b$  alors le style d'apprentissage est visuel.
- Sinon le style d'apprentissage est auditif.

Et pour savoir comment l'apprenant préfère traiter les nouvelles informations, dans ce cas on détecte son style d'apprentissage, en répondant au questionnaire du modèle Felder-Silverman et en choisissant une réponse : c ou d.

- La préférence renvoie "c" au style d'apprentissage actif.
- La préférence renvoie "d" au style d'apprentissage passif.

L'agent Identification style d'apprentissage calcule les scores obtenus pour c et d, puis il compare entre les scores.

- Si  $c > d$  alors le style d'apprentissage est actif.
- Sinon le style d'apprentissage est passif.

L'agent identification style d'apprentissage combine ces deux styles : (a/ c) ou (b / c) ou (a/d) ou (b/d) et les mémorise.

#### **IV .5.2.8 Agent Adaptation**

Le rôle de l'agent adaptation est la structuration des ressources d'apprentissage (cours) selon le modèle apprenant. Il demande de l'agent Identification style d'apprentissage le style d'apprentissage de l'apprenant puis, il demande de l'agent Ressources pédagogiques le cours choisi par l'utilisateur, pour créer un cours adapté à l'apprenant, ce cours doit être adapté avec son style d'apprentissage pour qu'il réponde à ses besoins en suivant les règles d'adaptation, puis il envoie ce cours à l'agent Interface pour que l'utilisateur consulte ce cours.

#### **IV .5.2.9 Agent Quiz**

Cet agent contient un quiz pour tester si l'apprenant a bien compris le cours adapté ou non. Si l'apprenant a réussi dans ce quiz, l'agent Identification style d'apprentissage envoie à l'agent

profil le style d'apprentissage pour le sauvegarder, sinon il passe à l'agent Détection comportementale.

#### **IV .5.2.10 Agent Détection Comportementale**

L'agent Détection comportementale permet de détecter le comportement de l'apprenant pour identifier son style d'apprentissage. A travers les actions de l'apprenant, l'historique des actions de l'apprenant. Cette détection est basée sur l'interprétation d'informations recueillies pendant la session d'apprentissage, appelées traces. Ces traces, définies comme une séquence temporelle d'observés, fournissent des connaissances sur l'activité grâce à des variables calculées que nous appelons caractéristiques, puis cet agent envoie le style détecté à l'agent Identification style d'apprentissage. Donc pour détecter le style d'apprentissage de l'apprenant à partir de son comportement, on doit savoir les caractéristiques de chaque apprenant en suivant les règles suivantes :

- Si l'apprenant a tendance d'apprendre avec :
  - Les espaces de discussion.
  - Le matériel audio.
  - Les exercices.
  - Peu des exemples.
- Alors cet apprenant est auditif-actif.
  
- Si l'apprenant a tendance d'apprendre avec :
  - Les espaces de discussion.
  - Le matériel audio.
  - Un résumé de cours.
  - Des exemples.
  - Peu des exercices et d'activités.
- Alors cet apprenant est auditif-passif.
- Si l'apprenant a tendance d'apprendre avec :
  - Les images, les diagrammes, les cartes...
  - Les couleurs.
  - Les démonstrations multimédias et animées.
  - Les exercices.
  - Peu des exemples.

- Alors cet apprenant est visuel-passif.
- Si l'apprenant a tendance d'apprendre avec :
  - Les images, les diagrammes, les cartes...
  - Les couleurs.
  - Les démonstrations multimédias et animées.
  - Un résumé de cours.
  - Des exemples.
  - Peu des exercices et d'activités.
- Alors cet apprenant est visuel-passif.

## IV.6 Modélisation du système proposé à l'aide d'AUML

Avant de développer notre système, il faut savoir exactement à quoi ça sert ce système, et comment se fonctionne, etc.

La modélisation permet à représenter la structure du système proposé à un niveau d'abstraction qui va au-delà de l'implémentation physique du système. La conception, quant à elle, est en grande partie un processus d'affinement du modèle résultant de la modélisation du système. Dans ce cadre, le langage de modélisation orienté agent AUML est imposé comme un standard que rencontrent tous les ingénieurs dans l'industrie informatique.

Dans cette section, on va décrire les différentes vues, à modéliser à l'aide d'AUML, de notre système proposé en présentant les diagrammes AUML suivants : le diagramme de classes, le diagramme de cas d'utilisation et le diagramme de séquence.

### IV.6.1 Diagramme de classe

Les diagrammes de classes permettent de spécifier la structure et les liens entre les objets dont le système est composé. La figure ci-dessous décrit les différentes classes de notre système ainsi que les relations entre elles.

Voilà une description des classes avec les relations entre elles:

- La classe *Personne* est la classe mère de la classe *Apprenant*.
- Un *Apprenant* doit répondre au questionnaire pour pouvoir estimé son style d'apprentissage.
- Un *Apprenant* a un *Profil \_ utilisateur* qui inclut des détails spécifiques sur son style d'apprentissage.

- Un Apprenant accède aux ressources d'apprentissage pour consulter un cours, puis ce cours sera adapté au style d'apprentissage estimé.

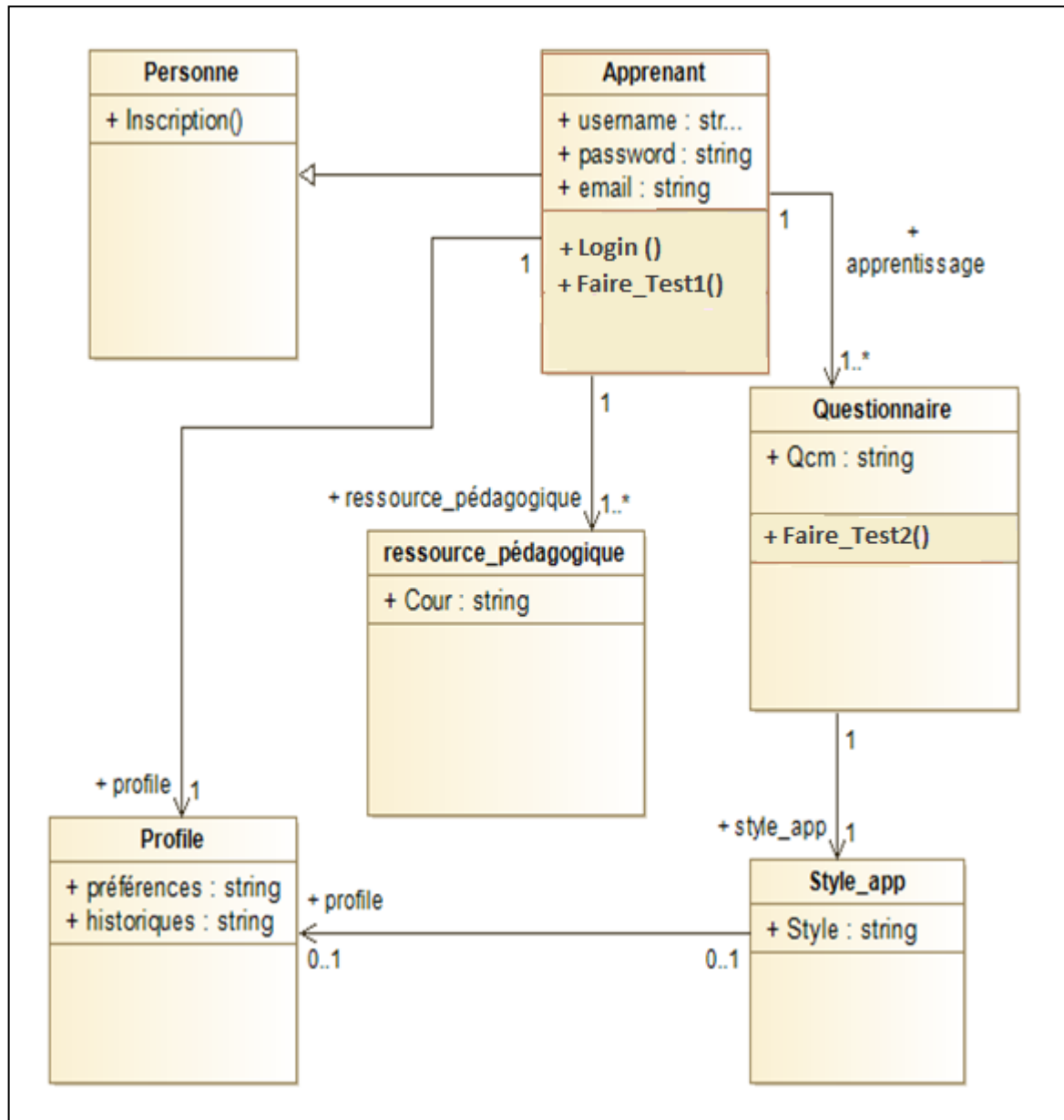


Figure IV. 4: Diagramme de classe du modèle utilisateur.

#### IV .6.2 Diagramme d'activité

Les diagrammes d'activité sont utilisés pour décrire un flux de travail et permettent de montrer l'enchaînement des actions et décisions au sein d'une activité. Les diagrammes d'activité fournissent une vue précise et temporelle du système. La figure ci-dessous décrit les différentes actions et décisions de notre système.



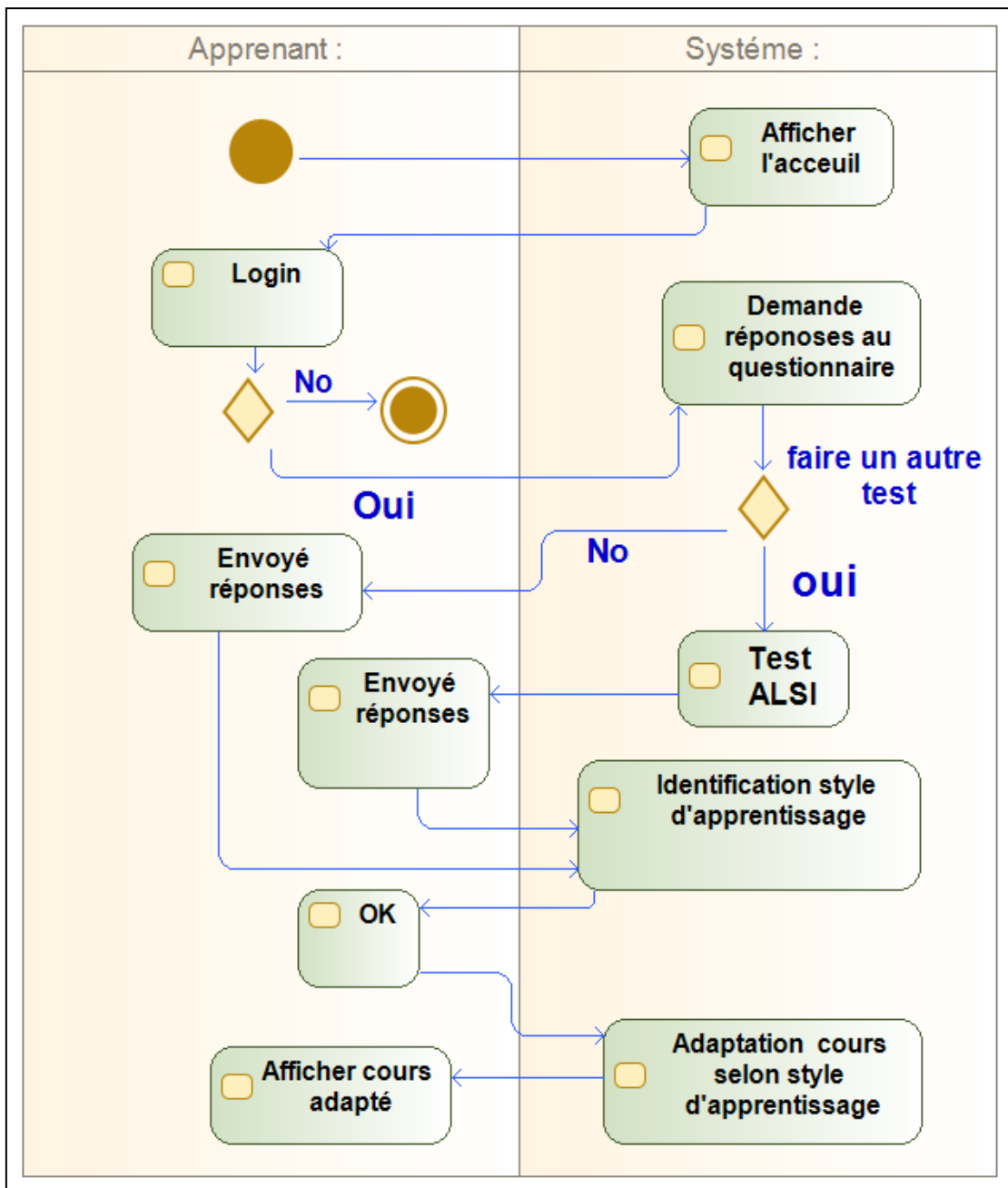


Figure IV. 5: Diagramme d'activité du système proposé.

### IV.6.3 Diagramme de séquence

Les diagrammes de séquences permettent de décrire comment les éléments du système interagissent entre eux et avec les acteurs en s'échangeant des messages de manière chronologique. Il s'agit d'un moyen utilisé pour capturer le comportement des entités et des acteurs dans le système. Les scénarios d'utilisation de notre environnement peuvent être représentés en utilisant le diagramme de séquence suivant :

**Diagramme de séquence du système proposé :**

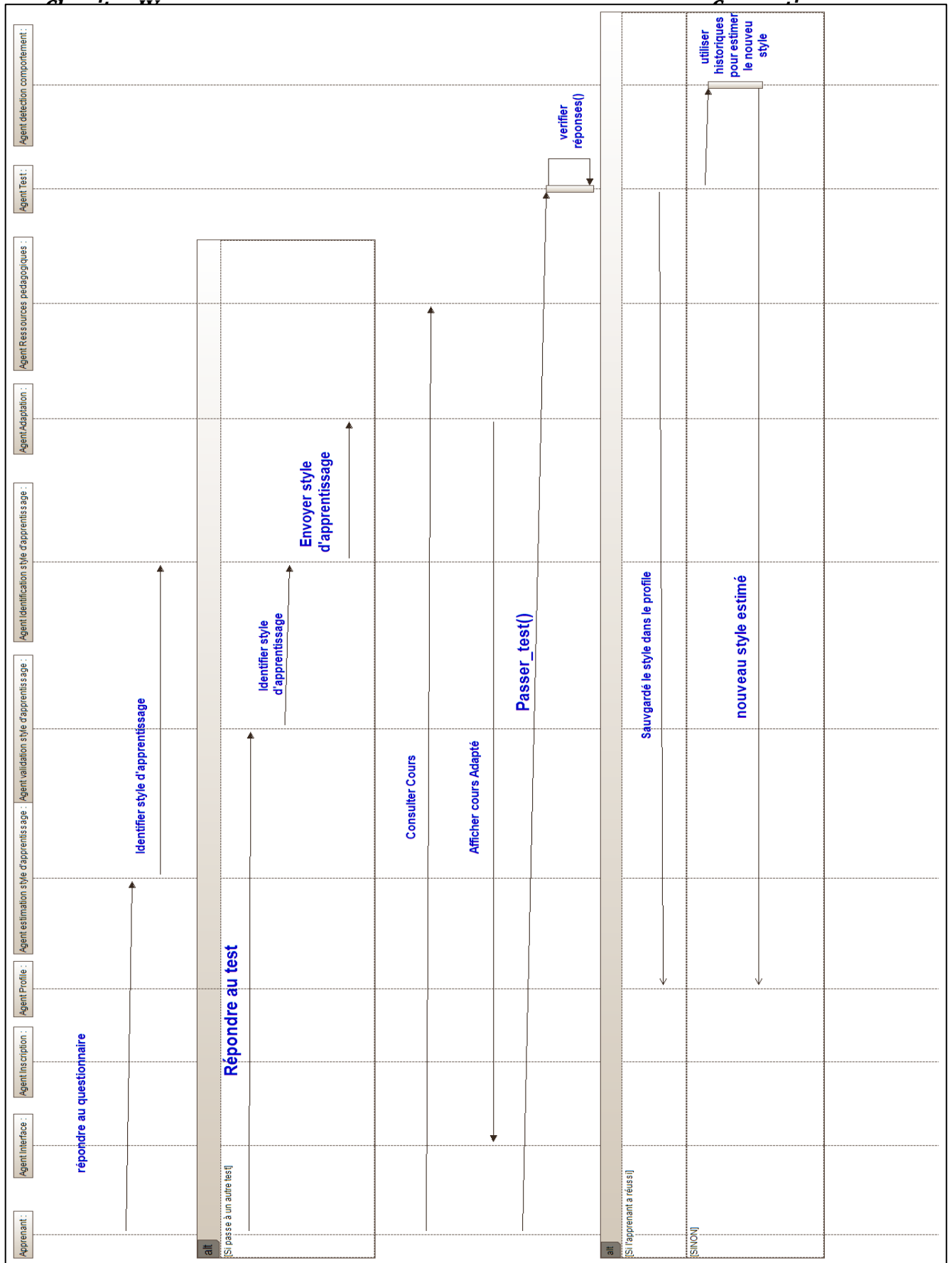


Figure IV. 6: Diagramme de séquence du système proposé.

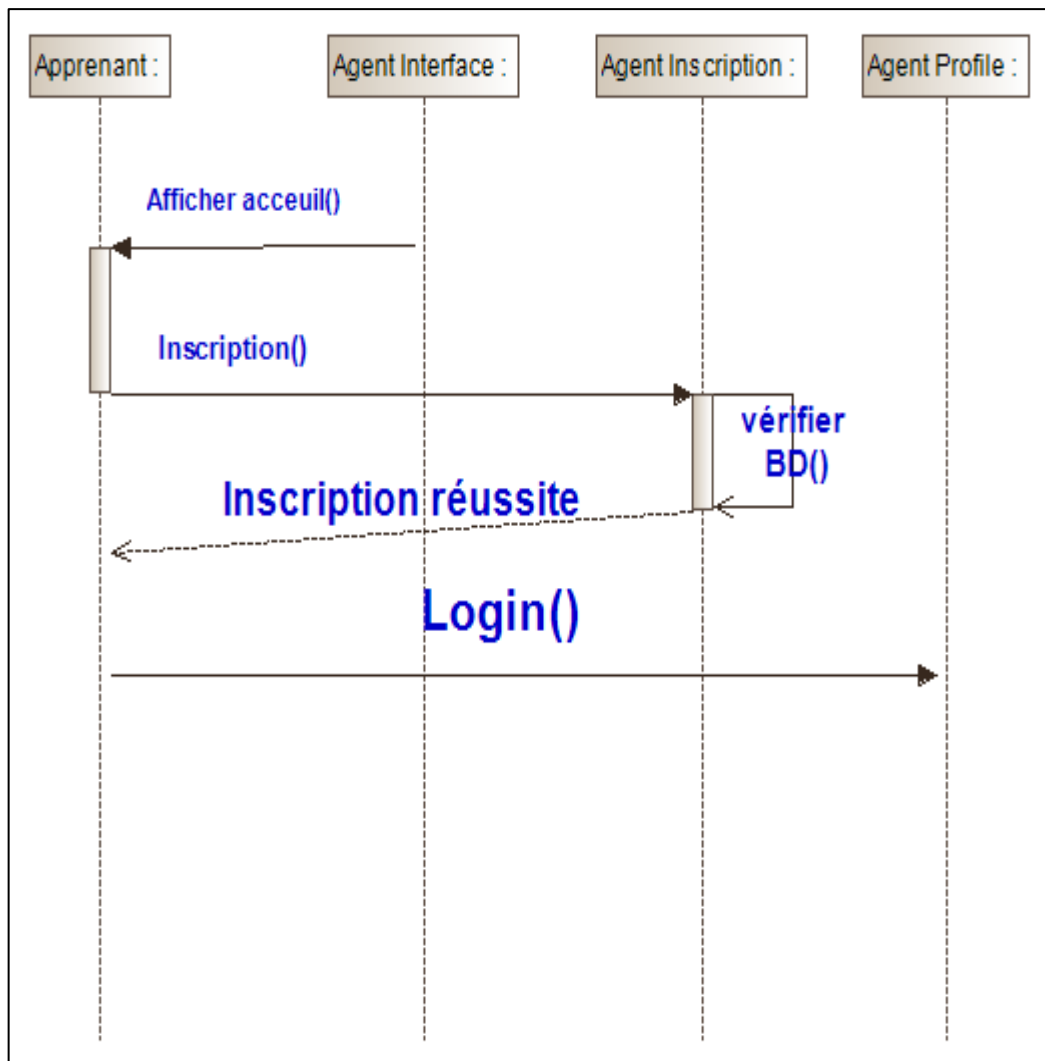


Figure IV. 7: Diagramme de séquence d'inscription apprenant.

## IV.7 Conclusion

Dans cette phase de conception, on a décrit l'architecture générale de système, ensuite on a fait une conception globale dont nous avons expliqué les composantes de notre système et après on a détaillé chaque composante indépendamment. Le chapitre suivant concerne l'implémentation.

# Chapitre V : Implémentation

## V.1 Introduction

La réalisation est une activité qui consiste à passer du résultat de la conception détaillée à un ensemble de programmes ou de composants de programmes. Nous avons présenté dans le chapitre précédent la conception du notre système d'apprentissage qui permet d'adapter le contenu éducatif à tous les apprenants. Dans ce chapitre on s'intéresse à l'implémentation de notre application, afin de construire un système éducatif. Pour ce faire, on va présenter les outils et les langages utilisés pour la réalisation du système proposé.

## V.2 Choix de techniques

### V.2 .1 Le langage JAVA



Java est un langage de programmation moderne développé par Sun Microsystems (aujourd'hui racheté par Oracle). Une de ses plus grandes forces est son excellente portabilité: une fois votre programme créé, il fonctionnera automatiquement sous Windows, Mac, Linux, etc. Java est aujourd'hui plus rapide que le langage c++.

Ce langage est organisé, il contient des classes bien conçues et bien réparties, il est connu et donc plus de chance de trouver des développeurs java pour concevoir ou améliorer une application. la richesse de ses API fournies en standard ou par des tiers commerciaux ou libre. Java nous permet de faire de nombreuses sortes de programmes :

- 1) Des applications, sous forme de fenêtre ou de console.
- 2) Des applets, qui sont des programmes Java incorporés à des pages web.
- 3) Des applications pour appareils mobiles, avec J2ME.

### V.2.2 Environnement de développement JAVA



Eclipse est un environnement de développement intégré libre extensible,

universel et polyvalent, permettant de créer des projets de développement mettant en œuvre n'importe quel langage de programmation. Graphique SWT, d'IBM), et ce langage, grâce à des bibliothèques spécifiques, est également utilisé pour écrire des extensions. La spécificité d'Eclipse IDE vient du fait de son architecture totalement développée autour de la notion de plugin (en conformité avec la norme OSGi) : toutes les fonctionnalités de cet atelier logiciel sont développées en tant que plug-in. Plusieurs logiciels commerciaux sont basés sur ce logiciel libre.

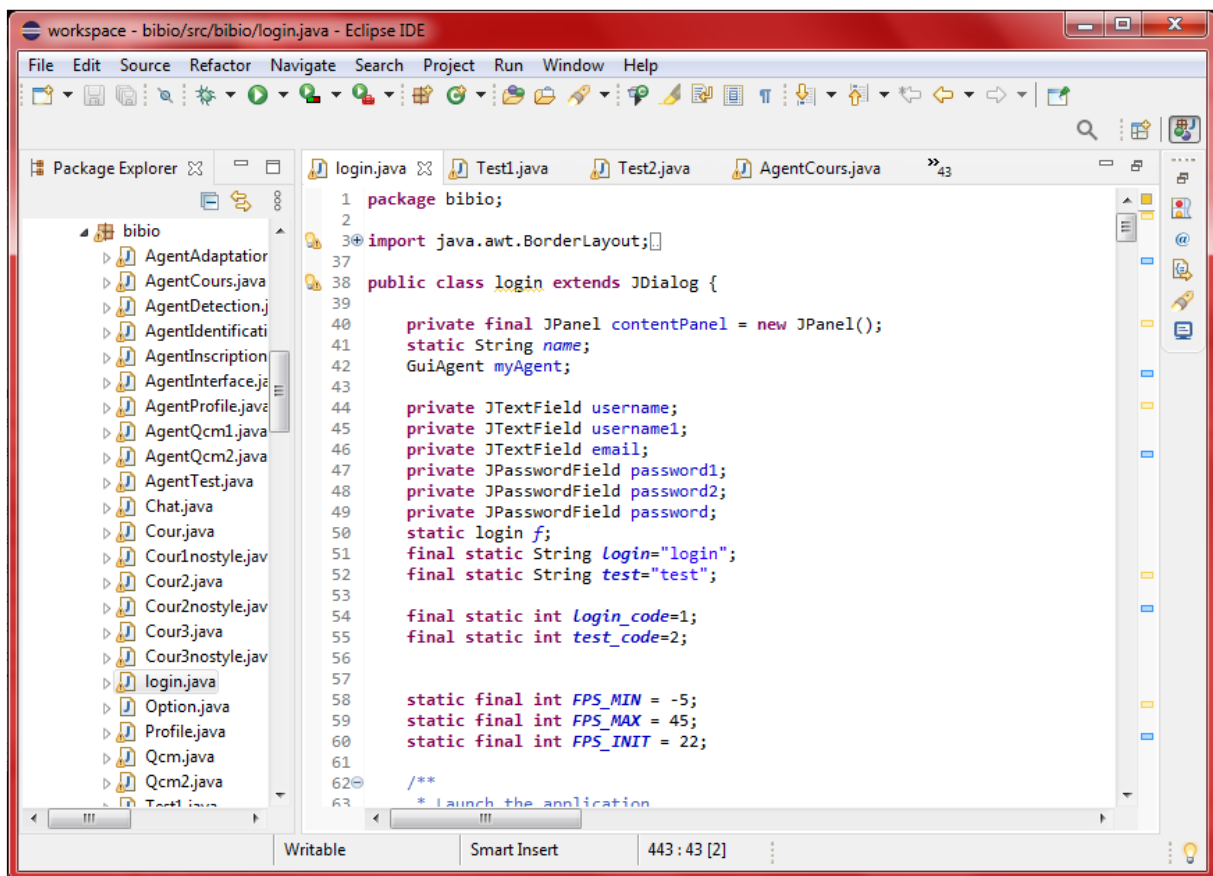


Figure V. 1: fenêtre d'eclipse IDE.

### V.2.3 Plateforme JADE



La plateforme JADE (Java Agent DEvelopment Framework) est écrit en langage Java et se conformant aux spécifications de la Fipa (Foundation for Intelligent Physical Agents). Cette plateforme est utilisée puisqu'elle permet de créer et de gérer les systèmes multi agents. Elle repose sur les principes suivants :

- Une plateforme est un ensemble de conteneurs actifs.

- La plateforme héberge un ensemble d'agents, identifiés de manière unique, pouvant communiquer de manière bidirectionnelle avec les autres agents.
- Chaque agent s'exécute dans un conteneur (container) qui lui fournit son environnement d'exécution, il peut migrer à l'intérieur de la plateforme.

#### V.2.4 PhpMyAdmin



PhpMyAdmin est un outil logiciel gratuit écrit en PHP , destiné à gérer l'administration de MySQL sur le Web.PhpMyAdmin prend en charge un large éventail d'opérations sur MySQL et MariaDB.Les opérations fréquemment utilisées (gestion des bases de données, tables, colonnes, relations, index, utilisateurs, autorisations, etc.) peuvent être effectuées via l'interface utilisateur, tandis qu'on a toujours la possibilité d'exécuter directement n'importe quelle instruction SQL.PhpMyAdmin est un projet mature avec une base de code stable et flexible.Le projet PhpMyAdmin est membre de Software Freedom Conservancy. SFC est une organisation à but non lucratif qui aide à promouvoir, améliorer, développer et défendre des projets de logiciels libres, libres et open source (FLOSS). PhpMyAdminse caractérise comme suit :

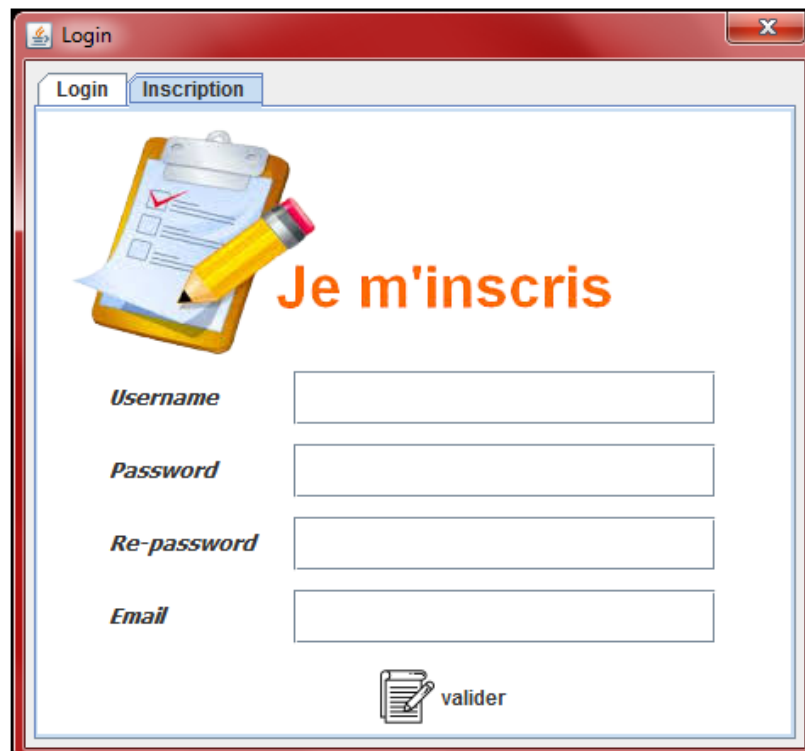
- Interface Web intuitive
- Prise en charge de la plupart des fonctionnalités MySQL:
- Parcourir et déposer des bases de données, des tables, des vues, des champs et des index
- Créer, copier, supprimer, renommer et modifier des bases de données, des tables, des
- Champs et des index serveur de maintenance, bases de données et tables, avec des
- Propositions sur la configuration du serveur.
- Importer des données depuis CSV et SQL.
- Exportez les données dans différents formats : CSV, SQL, XML, PDF.
- Administrer plusieurs serveurs.
- Création de graphiques de la disposition de votre base de données dans différents formats
- Création de requêtes complexes à l'aide de la requête par exemple (QBE)

- Recherche globale dans une base de données ou un sous-ensemble de celle-ci

### V.3 Résultats

On va présenter ici, un aperçu des différents résultats obtenus :

1. Inscription d'un nouvel apprenant.



The image shows a web browser window titled "Login". It has two tabs: "Login" and "Inscription", with "Inscription" selected. The main content area features a graphic of a clipboard with a checklist and a yellow pencil, followed by the text "Je m'inscris" in orange. Below this, there are four input fields labeled "Username", "Password", "Re-password", and "Email". At the bottom right, there is a button with a document icon and the text "valider".

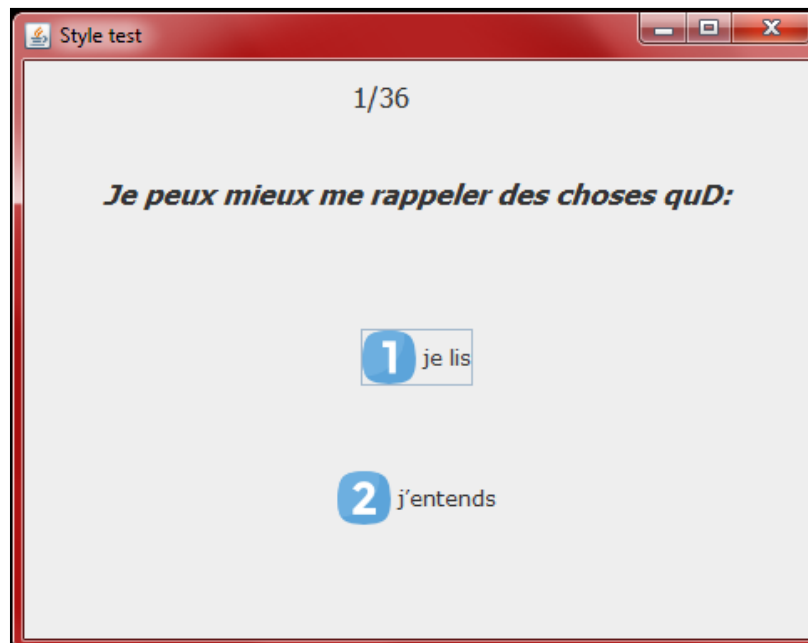
*Figure V. 2: Interface d'inscription apprenant.*

2. Si l'apprenant est déjà inscrit, donc il se connecte à son compte existant. Comme l'illustre la figure V.3.



*Figure V. 3: Interface login apprenant.*

3. Formulaire d'estimation du style d'apprentissage.



*Figure V. 4: Interface questionnaire d'estimation du style d'apprentissage.*



4. Si l'apprenant veut estimer son style d'apprentissage avec l'instrument ALSI.

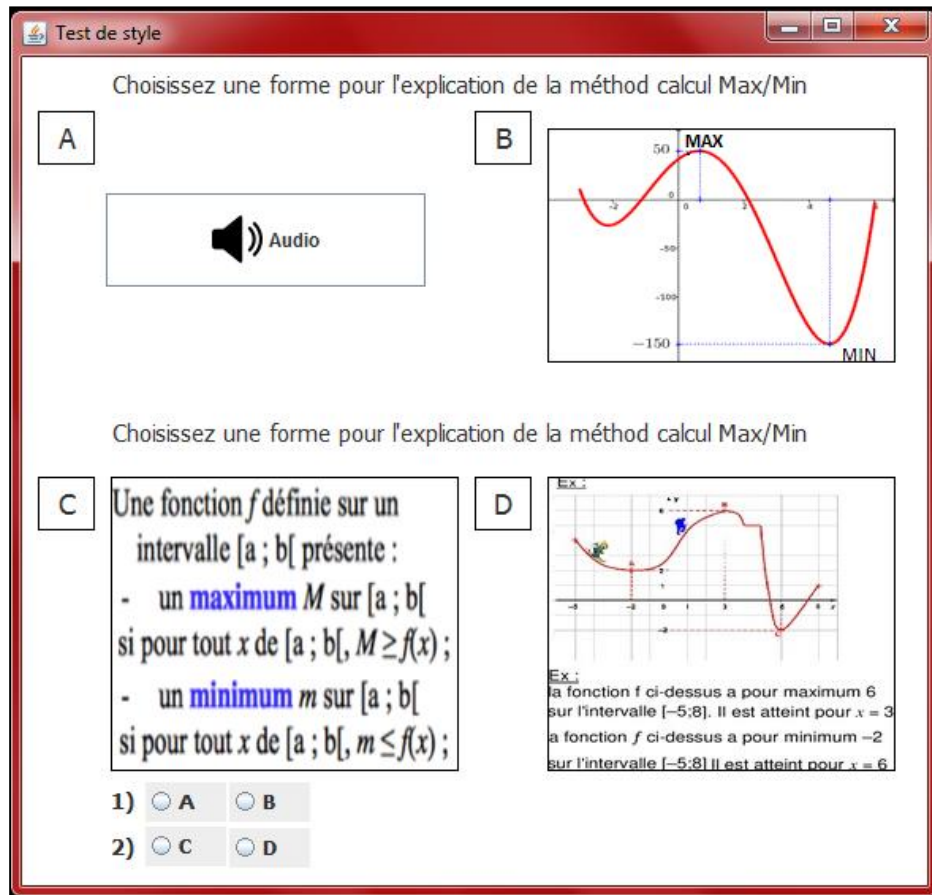


Figure V. 5: Interface d'instrument ALSI.

5. Après l'estimation du style d'apprentissage, le nouveau style sera stocké dans la base de données, comme l'illustre la figure ci-dessous.

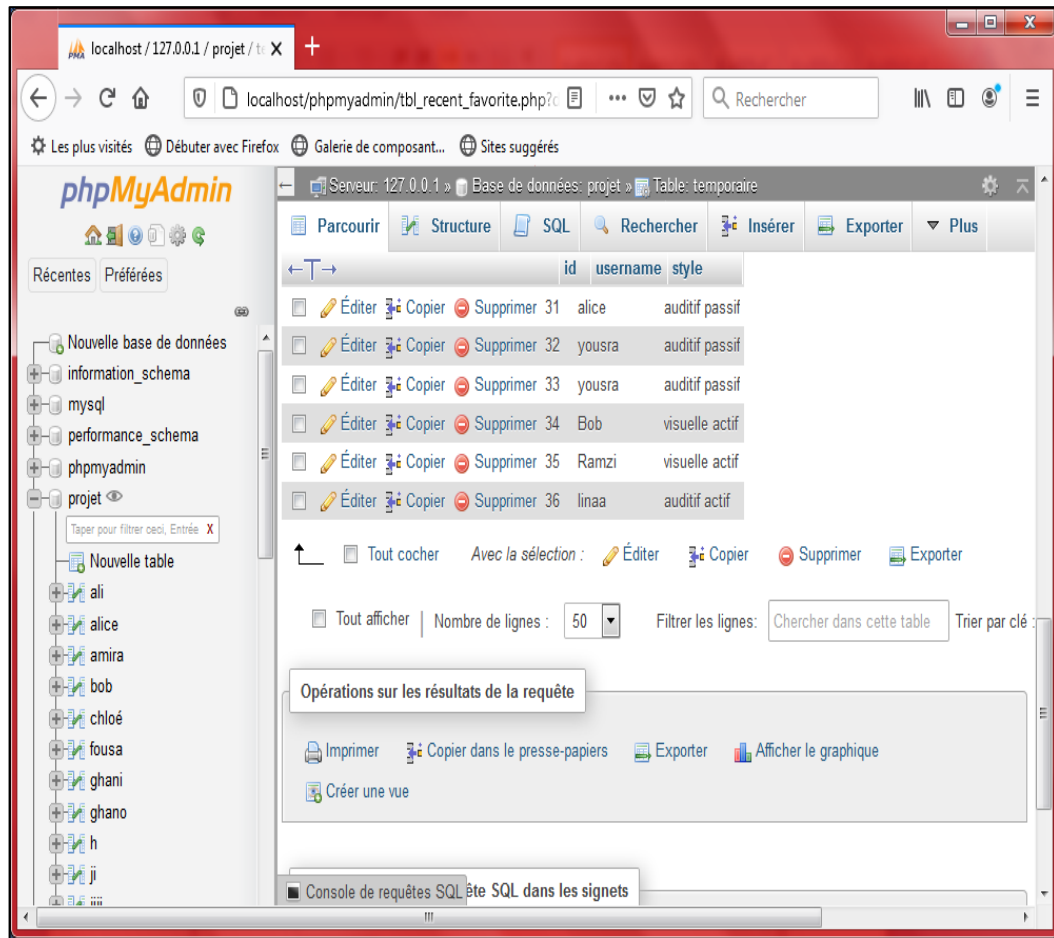


Figure V. 6: Les tables de sauvegarde de données.

6. L'apprenant maintenant peut commencer le processus d'apprentissage et accéder aux cours.

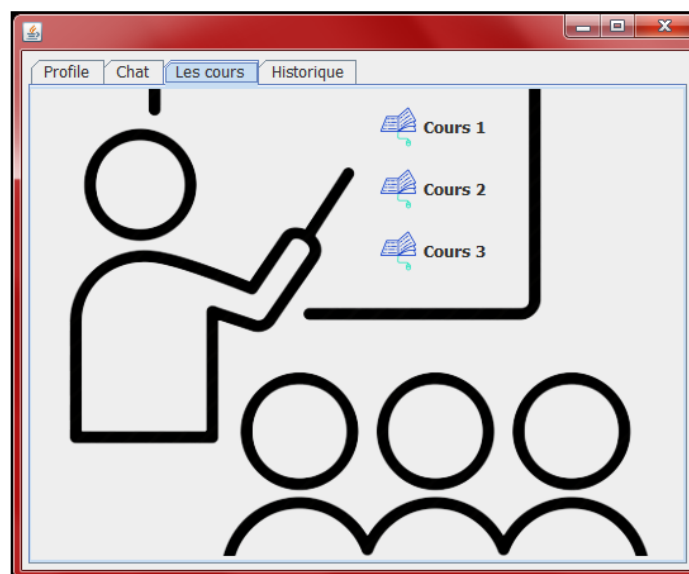


Figure V. 7: Interface des cours.

7. Maintenant, voici des représentations multipoints de vue du deuxième cours «la voix active et la voix passive ».

The screenshot shows a web-based course interface. At the top, there's a title bar with 'Cour' and window controls. Below it, a navigation bar contains a chat icon, the text 'discuter avec d'autres étudiants', the course title 'Voix Passive et Voix active', and a button 'je suis prêt! commencer le test'. A toolbar below the navigation bar includes icons for back, forward, search, and other navigation functions. The main content area displays the following text:

**Les voix active et passive**

A. Définitions  
 Dans une phrase à la **voix active**, le **sujet effectue l'action**.  
 Exemple : *La jeune fille coiffe sa poupée.*  
 Dans une phrase à la **voix passive**, le **sujet subit l'action**.  
 Exemple : *La poupée est coiffée par la jeune fille.*

**-B. Voix active à voix passive**  
 Si l'on transforme une phrase de la **voix active** à la voix passive :

- le **complément d'objet direct (C.O.D.)** devient sujet ;
- le sujet devient **complément d'agent** ;
- le verbe prend une forme composée avec l'auxiliaire **être**, donc les **accords des participes passés** sont à effectuer !

At the bottom of the main content area, it says 'Page 1 / 1' and 'montrer des exercices'. On the right side, there's a sidebar with a speaker icon and the text 'apprendre à utiliser l'audio', and three buttons: 'Reprendre', 'Pause', and 'Avance rapide'. Below these buttons is a table:

	Voix active	Voix passive
Présent	J'aime	Je suis aimé (e)
Imparfait	J'aimais	J'étais aimé (e)
Futur simple	J'aimerai	Je serai aimé (e)
Passé composé	J'ai aimé	J'ai été aimé (e)
Conditionnel présent	J'aimerais	Je serais aimé (e)
Conditionnel passé	J'aurais aimé	J'aurais été aimé (e)
Impératif	aime	Sois aimé (e)

Figure V. 8: Interface cours français «la voix active et la voix passive » présenté à un apprenant auditif - actif.

Cour
Voix Passive et Voix active
je suis prêt! commencer le test

of 1 100%

### Les voix active et passive

**A. Définitions**

Dans une phrase à la **voix active**, le **sujet effectue l'action**.  
*Exemple : La jeune fille coiffe sa poupée.*

Dans une phrase à la **voix passive**, le **sujet subit l'action**.  
*Exemple : La poupée est coiffée par la jeune fille.*

**B. Voix active à voix passive**

Si l'on **transforme une phrase de la voix active** à la voix passive :

- le complément d'objet direct (C.O.D.) devient sujet ;
- le sujet devient complément d'agent ;
- le verbe prend une forme composée avec l'auxiliaire être, donc les **accords des participes passés** sont à effectuer !

apprendre à utiliser l'audio

Reprendre
Pause
Avance rapide

	Voix active	Voix passive
Présent	J'aime	Je suis aimé (e)
Imparfait	J'aimais	J'étais aimé (e)
Futur simple	J'aimerai	Je serai aimé (e)
Passé composé	J'ai aimé	J'ai été aimé (e)
Conditionnel présent	J'aimerais	Je serais aimé (e)
Conditionnel passé	J'aurais aimé	J'aurais été aimé (e)
Impératif	aime	Sois aimé (e)

**Résumé :**

On dit qu'une phrase est à la voix passive lorsque le sujet subit l'action. En changeant la voix de la phrase, on présente donc la même action, le même événement, mais d'une façon différente.

Page 1 / 1
montrer des exemples

**Figure V. 9:** Interface cours français «la voix active et la voix passive » présenté à un apprenant auditif - passif.

**Voix Passive et Voix active**

je suis prêt! commencer le test

### Les voix active et passive

**A. Définitions**

Dans une phrase à la **voix active**, le **sujet effectue l'action**.  
 Exemple : *La jeune fille coiffe sa poupée.*

Dans une phrase à la **voix passive**, le **sujet subit l'action**.  
 Exemple : *La poupée est coiffée par la jeune fille.*

**B. Voix active à voix passive**

Si l'on transforme une phrase de la **voix active** à la voix passive :

- le **complément d'objet direct (C.O.D.)** devient sujet ;
- le sujet devient **complément d'agent** ;
- le verbe prend une forme composée avec l'auxiliaire **être**, donc les **accords des participes passés** sont à effectuer !

	Voix active	Voix passive
Présent	Le jardinier ferme le robinet	Le robinet est fermé par le jardinier
Imparfait	Le jardinier fermait le robinet	Le robinet était fermé par le jardinier
Futur	Le jardinier fermera le robinet	Le robinet sera fermé par le jardinier
Passé composé	Le jardinier a fermé le robinet	Le robinet a été fermé par le jardinier
Passé simple	Le jardinier ferma le robinet	Le robinet fut fermé par le jardinier
Plus-que-parfait	Le jardinier avait fermé le robinet	Le robinet avait été fermé par le jardinier

parcourir les images

	Voix active	Voix passive
Présent	J'aime	Je suis aimé (e)
Imparfait	J'aimais	J'étais aimé (e)
Futur simple	J'aimerai	Je serai aimé (e)
Passé composé	J'ai aimé	J'ai été aimé (e)
Conditionnel présent	J'aimerais	Je serais aimé (e)
Conditionnel passé	J'aurais aimé	J'aurais été aimé (e)
Impératif	aime	Sois aimé (e)

Page 1 / 1

montrer des exercices

Figure V. 10: Interface cours français «la voix active et la voix passive» présenté à un apprenant visuel- actif.

**Voix Passive et Voix active**

je suis prêt! commencer le test

**Les voix active et passive**

A. Définitions

Dans une phrase à la **voix active**, le **sujet effectue l'action**.  
 Exemple : *La jeune fille coiffe sa poupée.*

Dans une phrase à la **voix passive**, le **sujet subit l'action**.  
 Exemple : *La poupée est coiffée par la jeune fille.*

**B. Voix active à voix passive**

Si l'on transforme une phrase de la **voix active** à la voix passive :

- le complément d'objet direct (C.O.D.) devient sujet ;
- le sujet devient complément d'agent ;
- le verbe prend une forme composée avec l'auxiliaire être, donc les accords des participes passés sont à effectuer !

	Voix active	Voix passive
Présent	Le jardinier ferme le robinet	Le robinet est fermé par le jardinier
Imparfait	Le jardinier fermait le robinet	Le robinet était fermé par le jardinier
Futur	Le jardinier fermera le robinet	Le robinet sera fermé par le jardinier
Passé composé	Le jardinier a fermé le robinet	Le robinet a été fermé par le jardinier
Passé simple	Le jardinier ferma le robinet	Le robinet fut fermé par le jardinier
Plus-que-parfait	Le jardinier avait fermé le robinet	Le robinet avait été fermé par le jardinier

parcourir les images

	Voix active	Voix passive
Présent	J'aime	Je suis aimé (e)
Imparfait	J'aimais	J'étais aimé (e)
Futur simple	J'aimerai	Je serai aimé (e)
Passé composé	J'ai aimé	J'ai été aimé (e)
Conditionnel présent	J'aimerais	Je serais aimé (e)
Conditionnel passé	J'aurais aimé	J'aurais été aimé (e)
Impératif	aime	Sois aimé (e)

**Résumé :**

On dit qu'une phrase est à la voix passive lorsque le sujet subit l'action. En changeant la voix de la phrase, on présente donc la même action, le même événement, mais d'une façon différente.

Page 1 / 1

montrer des exemples

Figure V. 11: Interface cours français «la voix active et la voix passive» présenté à un apprenant visuel- passif.

8. Après la consultation du cours, l'apprenant fait un test d'évaluation pour qu'on sache si le style d'apprentissage est convenable avec lui ou non à partir de son score. Comme l'illustre la figure V.12.

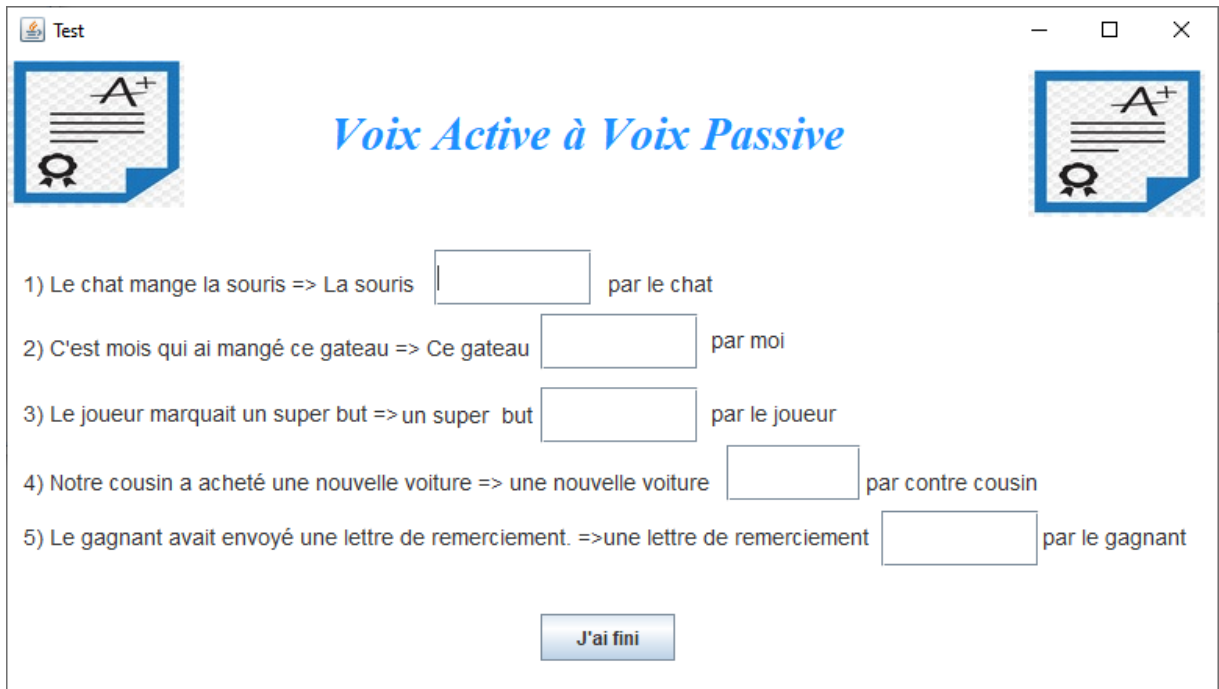


Figure V. 12: Interface test d'évaluation.

9. Si le score du test est 5 ou supérieur à 5, l'apprenant a réussi ce que fait son style d'apprentissage est pertinent avec lui.

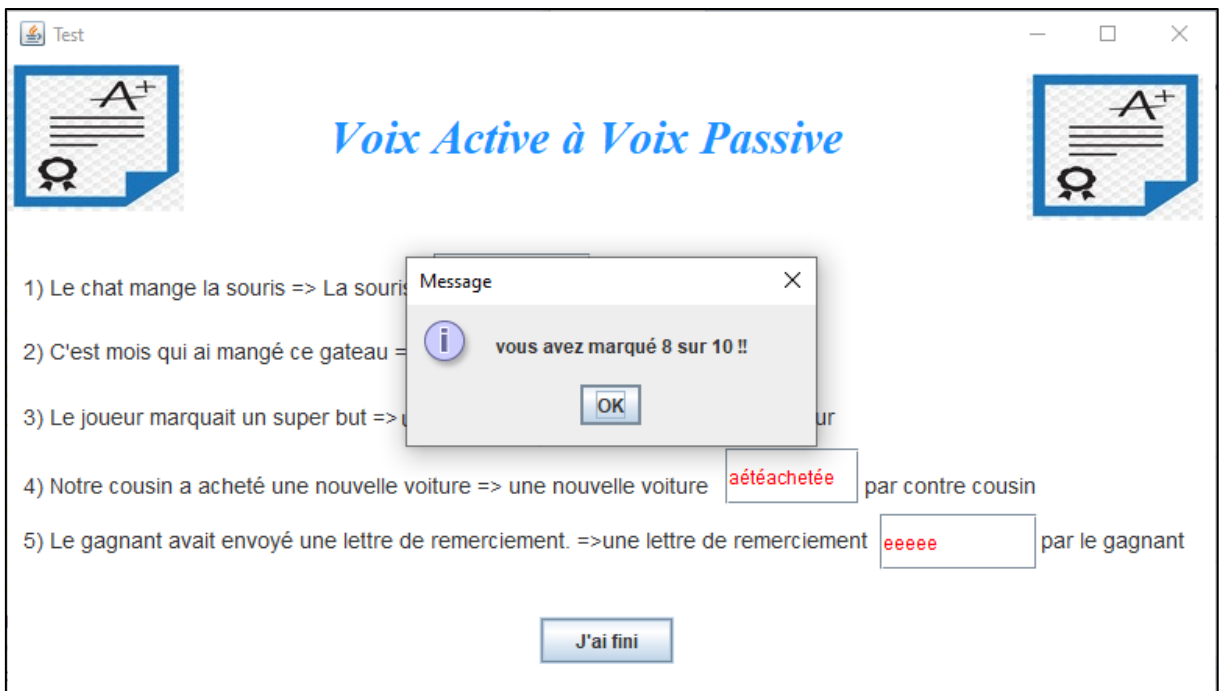


Figure V. 13: Interface test d'évaluation avec un score marqué.

10. Le style d'apprentissage de l'apprenant sera toujours sauvgardé dans son profil.



*Figure V. 14: Interface profil apprenant.*

11. En cas ou l'apprenant n'a pas réussi dans le test d'évaluation, le système va l'amener à un cours complet sans adaptatation pour détecter son comportement à partir son historique. voila la figure V.15.



Cour
Voix active et Voix passive
Quitter

discuter avec d'autres étudiants

of 1
100%

### Les voix active et passive

**A. Définitions**

Dans une phrase à la voix active, le sujet effectue l'action.  
*Exemple : La jeune fille coiffe sa poupée.*

Dans une phrase à la voix passive, le sujet subit l'action.  
*Exemple : La poupée est coiffée par la jeune fille.*

**B. Voix active à voix passive**

Si l'on transforme une phrase de la voix active à la voix passive :

- le complément d'objet direct (C.O.D.) devient sujet ;
- le sujet devient complément d'agent ;
- le verbe prend une forme composée avec l'auxiliaire être, donc les accords des participes passés sont à effectuer !

parcourir les images

	Voix active	Voix passive
Présent	J'aime	Je suis aimé (e)
Imparfait	J'aimais	J'étais aimé (e)
Futur simple	J'aimerai	Je serai aimé (e)
Passé composé	J'ai aimé	J'ai été aimé (e)
Conditionnel présent	J'aimerais	Je serais aimé (e)
Conditionnel passé	J'aurais aimé	J'aurais été aimé (e)
Impératif	aime	Sois aimé (e)

**Résumé :**

On dit qu'une phrase est à la voix passive lorsque le sujet subit l'action.  
 En changeant la voix de la phrase, on présente donc la même action, le même événement, mais d'une façon différente.

montrer des exemples
montrer le cours
montrer des exercices

apprendre à utiliser l'audio

Reprendre
Pause
Avance rapide

Page 1 / 1

Figure V. 15: Interface cours sans adaptation.

12. Si le style d'apprentissage de l'apprenant est actif ou auditif, le système va intégrer dans les cours un espace de chat pour répondre aux besoins de l'apprenant.

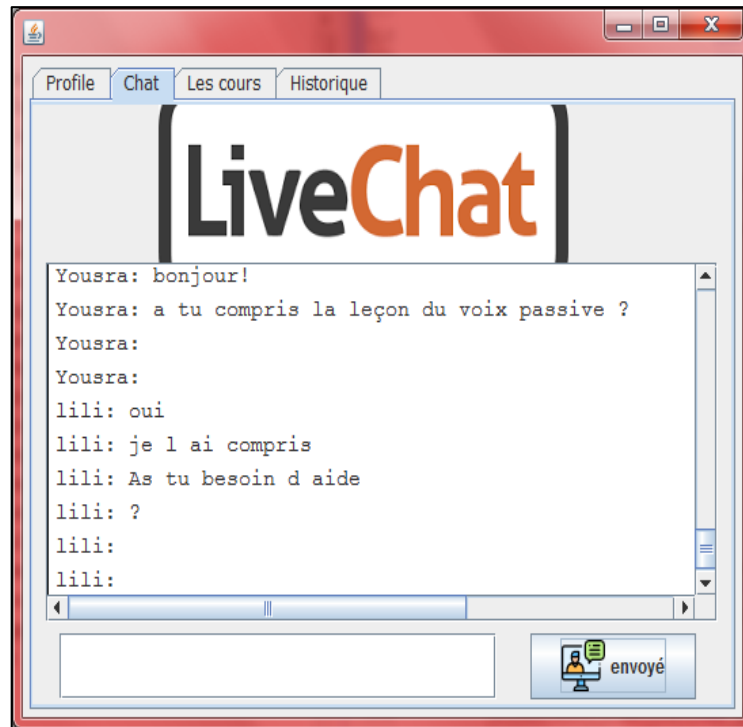


Figure V. 16: Interface de chat entre étudiants.

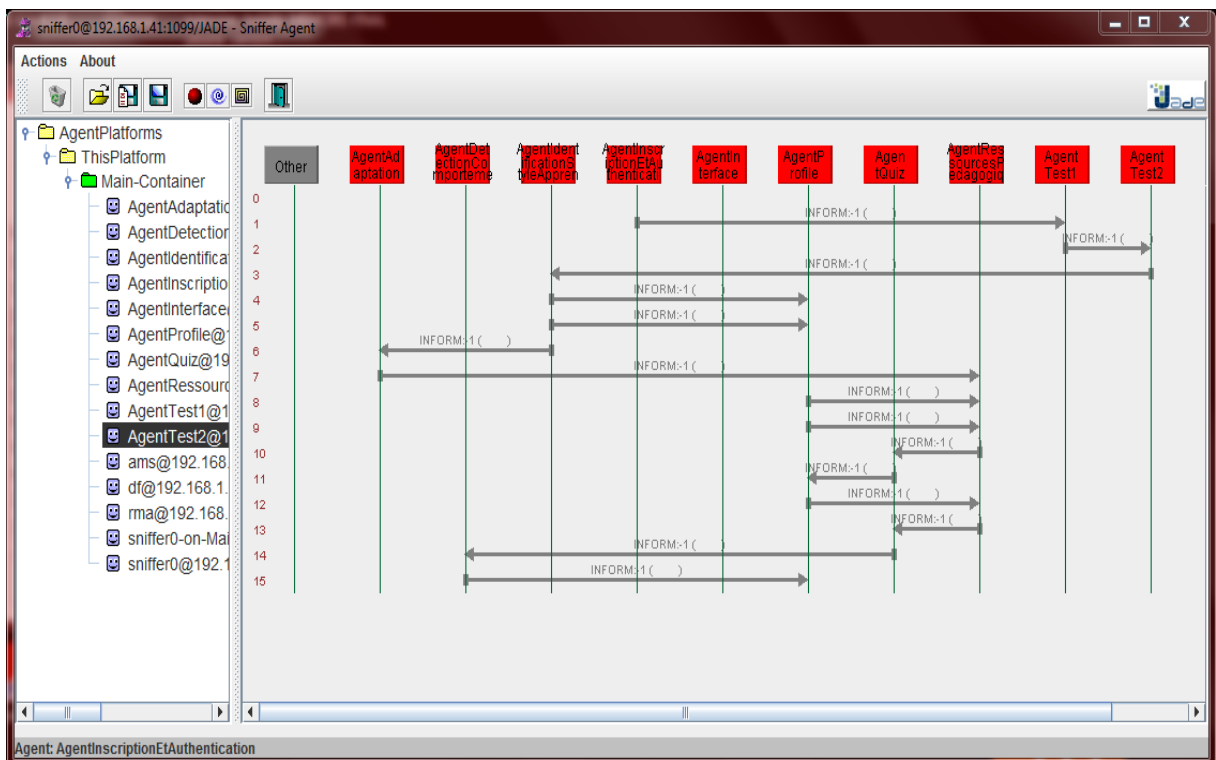


Figure V. 17: Interface communication entre agents.

## **V.4 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons concentré notre intérêt sur le développement du notre système e-learning qui adapte les styles d'apprentissage des apprenants. Nous avons présenté l'aspect pratique de notre projet en termes du système proposé, implémentation et résultats obtenus. Enfin, nous avons établi des correspondances entre le style d'apprentissage selon les deux modèles l'un de Fleming et l'autre de Felder-Silverman et les ressources d'apprentissage afin d'améliorer l'apprentissage en ligne.

# *Conclusion générale*

Dans ce mémoire nous avons présenté un système d'apprentissage multi-agent adapté au style d'apprentissage des apprenants dans un contexte de formation en ligne. L'objectif principal de ce mémoire est la proposition d'une approche pour la création d'un système d'apprentissage multi-agent en fonction du style d'apprentissage des apprenants pour satisfaire leurs objectifs et optimiser le gain académique. Ce mémoire a été effectué selon une approche comportant quatre phases principales :

1. Identification de problématiques résultantes des techniques d'adaptation qui ne prennent pas en compte le style d'apprentissage de l'apprenant dans une application d'apprentissage adaptative. Cela, a pour but de montrer l'intérêt pratique du style d'apprentissage que nous avons utilisé comme un outil d'optimisation de la qualité d'adaptation.
2. il existe peu de systèmes d'apprentissage dynamiques et capables de satisfaire les apprenants individuellement. Donc notre but c'est montrer l'intérêt d'architecture multi-agents qui fournit les fonctions d'un système d'apprentissage dynamique et adaptatif.
3. Estimation du style d'apprentissage de l'apprenant dans le e-Learning en utilisant les modèles du style d'apprentissage. Nous avons choisi dans ce mémoire les deux styles d'apprentissage (visuel et auditif) du modèle psychologique de Fleming pour détecter comment l'apprenant préfère recevoir les nouvelles informations, et deux autres styles d'apprentissage (actif et passif) du modèle Felder-Silverman pour savoir comment l'apprenant traite les informations. Et en faisant une combinaison entre ces deux modèles.
4. Création des ressources d'apprentissage basées sur les préférences individuelles du style d'apprentissage estimé, pour qu'elles soient pertinentes au profil apprenant.

Pour ces objectifs, on a procédé comme suit :

Premièrement, nous avons étudié les applications d'apprentissage adaptatives. Nous avons présenté leurs caractéristiques principales. Nous avons montré les faiblesses des techniques d'adaptation qui ne prennent pas en compte les préférences individuelles de

Apprenants. Par conséquent, nous avons montré l'intérêt des techniques d'adaptation basées sur les styles d'apprentissage. Pour cela, nous avons donné une vue générale sur les différents modèles de style d'apprentissage. Nous avons décidé que le style d'apprentissage a apporté plusieurs novations dans un environnement d'apprentissage adaptatif pour que cet environnement soit capable à offrir aux apprenants un plan pédagogique adaptable avec leur style d'apprentissage. Nous avons montré que l'adaptation d'un cours aux styles d'apprentissage a permis un apprentissage facile et une satisfaction des apprenants. Comme nous avons montré l'intérêt d'utilisation des entités agents qui fournit une adaptation dynamique non seulement des connaissances du domaine, mais aussi du comportement des apprenants individuels, et peut donc être utilisée pour relever les défis de l'éducation moderne.

Nous avons proposé un système multi-agent permettant la génération d'un environnement d'apprentissage adapté selon le style d'apprentissage estimé. Nous avons choisi deux modèles du style d'apprentissage l'un de Fleming et l'autre de Felder-Silverman au lieu qu'un seul modèle pour mieux identifier le style d'apprentissage chez l'apprenant. Tout d'abord nous avons choisi le modèle de Fleming car il est compétent d'estimer le style d'apprentissage de l'apprenant. Ainsi, il exhibe un bon degré de validité, de fiabilité, de simplicité et de cohérence. Ce modèle a été largement utilisé dans les applications d'apprentissage adaptatives. En addition, il a une influence signifiante pour le processus d'apprentissage selon la psychologie éducationnelle. Comme nous avons aussi choisi le modèle de Felder-Silverman pour plusieurs raisons. Il est suggéré comme le modèle le plus approprié pour les systèmes d'apprentissage en ligne adaptatifs pour fournir une adaptation basée sur les styles d'apprentissage. De plus ce modèle est le plus couramment utilisé dans la littérature. Et il contient peu de questions.

Nous avons développé le questionnaire du Fleming pour l'estimation du style d'apprentissage. Le questionnaire implémenté comporte vingt-cinq questions permettant de savoir la préférence dominante selon les deux dimensions du modèle de Fleming : visuelle, auditive, et le questionnaire du Felder-Silverman qui comporte dix questions permettant de savoir la préférence dominante selon les deux dimensions du modèle Felder-Silverman : active, passive. Une fois les deux styles d'apprentissage sont estimés, le système combine entre eux.

Comme nous avons implémenté l'instrument ALSI (Arabic Learning Style Instrument) qui permet de mesurer précisément le style d'apprentissage, en utilisant des différentes formes

d'explication telles que (figures, graphiques, son.). Et en demandant à l'utilisateur quelle est la forme d'explication que vous trouviez efficace.

Après l'estimation du style d'apprentissage l'apprenant sera invité à accéder aux ressources pertinentes à son objectif de recherche et qui sont adaptées à son style d'apprentissage. Ainsi, l'utilisateur doit passer par un test d'évaluation de cours. Afin de savoir si le style d'apprentissage est pertinent avec lui ou non. S'il a réussi dans ce test alors le style d'apprentissage sera sauvegardé dans son profil. Sinon le système analyse les traces d'utilisation des différents objets pédagogiques de l'apprenant. Ceci permet surement d'affiner et de compléter la description de son style d'apprentissage préféré.

# *Références bibliographiques*

- [1] V. Psyché, R. Nkambou, and J. Bourdeau. Proposition d'une méthode d'ingénierie ontologique pour les eiah : application aux systèmes auteurs, 2004.
- [2] GI. Maeroff. A classroom of one: How online learning is changing our schools and colleges. Palgrave Macmillan. New York: St. Martin's Press, 27 Janvier 2015, 324 pages
- [3] V. Kwisnek. Assessing the effectiveness of e learning. In P. Darbyshire (dir), Instructional Technologies: Cognitive Aspects of Online Programms, 2005, p. 192-220.
- [4] J. Marot et A. Darnige. La téléformation. Paris: Presses Universitaires de France, 1996,126 pages.
- [5] V. Glikma. Des cours par correspondance au e-learning : panorama des formations ouvertes et à distance. Paris: Presses Universitaires de France, 2002, 304 pages.
- [6] B. Blandin. Historique de la formation ouverte et à distance. Actualité de la formation permanente. Centre Inffo, mars-avril 2004, p.69-71.
- [7] D. Peraya, V. Viens et V. Karsenti. Formation des enseignants à l'intégration pédagogique des TIC. Esquisse historique des fondements. Des recherches et des pratiques, Revue des sciences de l'éducation, 2002, P. 43-264.
- [8] N.C. Benabdellah. Une adaptation du contenu pédagogique en ligne au profil de l'apprenant. Thèse de doctorat. Université Mohamed Rabat, 2015.
- [9] Z. Mahani, S. Ennouamani. An overview of adaptive e-learning systems. The 8th IEEE International Conference on Intelligent Computing and Information Systems, 2018, P. 342-346.
- [10] W. Kassem, A. Mounajed, and N. Saadoun. Etat de l'art du e-learning. Mémoire en ligne. Université Panthéon-Assas Paris II, 2004.
- [11] I. Doukhi. Optimisation à l'aide de styles d'apprentissage des systèmes hypermédias adaptatifs. Mémoire de master. Université de Larbi Ben Mhidi d'Oum El Bouaghi, 2014.

- [12] E. Gebers. Environnement Numérique de Lecture : Instrumentation de l'activité de lecture savante sur support numérique. Laboratoire HeuDiasyc, 21 avril 2008.
- [13] EasyLMS, site web [<https://www.easy-lms.com/fr/aide/base-de-connaissances-lms/apprenissage-en-ligne-vs-raditionnel/item12530>], 22 juillet 2020.
- [14] L. Stojanovic, R. Studer. The Role of Ontologies in Autonomic Computing Systems. IBM Systems Journal, Vol. 43, (No. 3), 2004, p.57-77.
- [15] H. Vieritz, H. Schmitz, E. Law, M. Scheffel, D. Schilberg, and S. Jeschke. An knowledge maptool for supporting learning in information science. In Automation, Communication and Cybernetics in Science and Engineering, vol. 3, (No.5), 2013/2014, p. 513–525.
- [16] P. Ernest, M. Guitert, R. Hampel, S. Heiser, J. Hopkins, L. Murphy, and U. Stickler. Online teacher development: collaborating in a virtual learning environment. Computer Assisted Language Learning, vol. 26, (No 3), 2013, p.311–333.
- [17] F. BELBACHIR. Le e-learning comme méthode d'apprentissage. Mémoire de Master. Université Abou BekrBelkaid de Tlemcen, 2016.
- [18] Expert tutoring, site web [<http://atutor.ca/>], le 08/03/2020.
- [19] E-learning, site web [<http://www.dokeos.com/>], le 08/03/2020.
- [20] E-class learning, site web [<http://dotlrn.org/index.html>], le 08/03/2020.
- [21] Learning content management, site web [<http://www.ilias.de/>], le 11/03/2020.
- [22] Learning content management, site web [<http://www.lon-capa.org/>], le 11/03/2020.
- [23] Moodle et représentation graphique, site web [<https://moodle.org/>], le 02/04/2020.
- [24] OpenUss, site web [<http://openuss.sourceforge.net/>], le 14/03/2020.
- [25] Management des systèmes e-learning, site web [<http://www.sakaiproject.org/>], le 11/04/2020.



- [26] Cloud MIs, site web [<http://www.docebo.com/>], le 26/04/2020.
- [27] E-learning, site web [<http://www.instructure.com/>], le 27/04/2020.
- [29] Disadvantages of e learning, site web [<https://e-student.org/disadvantages-of-e-learning/>], le 27/04/2020.
- [30] P. Brusilovsky. Adaptive hypermedia: User modeling and user-adapted interaction, vol. 11, 2001, p. 87-110.
- [31] S. Graf, & Kinshuk. Adaptive technologies : Handbook of Research on Educational Communications & Technology. Springer New York, 2014.
- [32] H. Fasihuddin, G. Skinner and R. Athauda. Framework to Personalise Open Learning Environments by Adapting to Learning Styles. Proceedings of the 7th International Conference on Computer Supported Education –volume 1 : CSEDU, 2015, Lisbon- Portugal, p. 296-305.
- [33] S. Graf. Adaptivity in Learning Management Systems Focussing on Learning Styles. Thèse de doctorat. Vienna University of Technology, December 2007.
- [34] S. M. Alkhurajji. Dynamic adaptive e-learning mechanism based on learning styles. Thèse de doctorat. University of Manchester, 2016.
- [35] P. Brusilovsky. Adaptive Hypermedia: An Attempt to Analyze and Generalize. Proceedings of First International Conference on Multimedia, Hypermedia and Virtual Reality, 1994.
- [36] F. Paterno, C. Mancini. Designing Web user interfaces adaptable to different types of use. Museums and the Web, January 1999, New Orleans, USA, p. 75–84. <http://www.archimuse.com/mw99/papers/paterno/paterno.html>
- [37] L. Mahnane. Recommending Learning Activities in Social Network Using Data Mining Algorithms Journal of Educational Technology & Society, vol. 20, No (4), 2017, p.11-23.
- [38] A. Bourahla. Interprétation automatique des traces : Amélioration des comportements des apprenants dans un réseau social adaptatif. Mémoire, Université de 8 Mai 1945 – Guelma, Septembre 2019.

- [39] Les 8 types de personnalité, Site web [<https://nospensees.fr/8-types-de-personnalite-selon-carl-jung/>], 13/04/2020.
- [40] KC Briggs et IB Myers. L'indicateur de type Myers-Briggs, 2005.
- [41] Y. Gulbahar. Évaluation des cours sur le Web: une discussion et analyse des différences individuelles des apprenants et du processus d'enseignement-apprentissage. Thèse de doctorat. Université de Montréal, 2002.
- [42] M. Catherine. Les implications de la littérature de recherche sur l'apprentissage styles pour la conception du matériel didactique. *Australian Journal of Educational Technology*, vol.15, No (3), 1999, p.222-24.
- [43] Claxton, S .Charles, Ralston, Yvonne. *Learning styles: their impact on teaching and administration*, No (10), 1978, 57 pages.
- [44] Keefe, W. James. *Student learning styles: diagnosing and prescribing programs*.VA: National Association of Secondary School Principals (NASSP), 1979, pp. 1-17.
- [45] M. Derradji. *Style d'apprentissage pour l'adaptation de l'apprentissage en ligne*. Mémoire de Master en Informatique. Université de Larbi Ben Mhidi d'Oum El Bouaghi, 2019.
- [46] Dunn, Rita, Dunn, Kenneth. *Teaching Secondary Students through their Individual Learning Styles: Practical Approaches for Grades*. Boston: Allyn and Bacon, 1993, 478 pages.
- [47] J.P. Das. *Simultaneous-successive processing and planning : implications for school learning*. New York: Plenum Press Schmeck, R. Ronald (Ed.), 1988, p. 101-129.
- [48] Kirby, Patricia. *Cognitive style, learning style, and transfer skill acquisition*. The National Center for research in Vocational Education, vol.19, No (9), November 1980, 113 pages.
- [49] Riding, Richard, Rayner, Stephen. *Cognitive styles and learning strategies: Understanding style differences in learning and behavior*. London: David Fulton, 1998, 217 pages.
- [50] A.Dahbi, N. Elkamoun et A. Berraissoul. *Conception d'un système hypermédia d'enseignement adaptatif Centré sur les styles d'apprentissage : modèle e expérience*. *Revue*

internationale des technologies en pédagogie universitaire. Journal of Technologies in Higher Education. Vol. 6, No (1), 2009, p.55–71

[51] D.A. Kolb. The Kolb Learning Style Inventory, Version 3, Hay Group, Boston, 1999.

[52] I. B. Myers, M.H. Mc Caulley Manual. A Guide to the Development and Use of the Myers-Briggs Type Indicator. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press, 1985, p .12-20.

[53] P. Honey, A. Mumford The Learning Styles Helper's Guide. Maidenhead: Peter Honey Publications Ltd, 2000.

[54] B. Soloman, R. M. Felder. Index of learning styles Questionnaire. Site web [<http://www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html>], 1998.

[55] C. Wolf. Weaver: Towards an Interactive Web-Based Adaptive Learning Environment to Address Individual Learning Styles. The European Journal of Open, Distance and E-Learning, vol. 20, No (2), 2002, p. 55-58.

[56] E. Popescu. Dynamic adaptive hypermedia systems for e-learning. Thèse de doctorat. l'Université de Craiova, Roumanie, 2008.

[57] J. E. Gilbert, C.Y. Han (1999). Adapting instruction in search of 'a significant difference. Journal of Network and Computer Applications, vol. 22, No(3), p.149-160.

[58] C.A. Carver, R. A. Howard, W.D. Lane. Enhancing Student Learning through Hypermdia Courseware and Incorporation of Student Learning Styles. IEEE Transactions on Education, vol.42, No (1), Feb 1999, p. 33–38.

[59] A. Pomportsis, S. Demetriadis. The Design and the Formative Evaluation of an Adaptive Educational System Based on Cognitive Styles. Computers & Education, vol.41, No(5), 2003, p. 87-103.

[60] A. BEHAZ. Environnement Numérique de Travail de type Hypermédia Adaptatif Dynamique. Thèse de doctorat, Université El Hadj Lakhder, Batna, 2012.

[61] M. Beggas. Modélisation par un système multi-agents d'un hypermédia éducatif adaptatif dynamique. Mémoire en ligne de Magister en Informatique. Centre Universitaire d'Eloued, 2005.

- [62] L. Mahnane. Recommending Learning Activities in Social Network Using Data Mining Algorithms. *Journal of Educational Technology & Society*, vol.20, No (4), 2017, p. 11-23.
- [63] L. Mahnane. Modelisation d'un système hypermedia adaptatif dynamique à base d'ontologie.Mémoire de Magister. Université badji mokhtar- annaba, 2005-2006.
- [64] J. Ferber. *Les systèmes multi-agents. Vers une intelligence collective*. Paris : InterEditions, 1995, 200pages.
- [65] M. Wooldridge, N. R. Jennings., D. Kinny, The Gaia Methodologyfor Agent- Oriented Analysis and Desig. *Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, vol. 3, No(3), 2000, p. 285-312.
- [66] Y. Demazeau. From interactions to collective behavior in agent-based systems. In *proceedings of the First European Conference on Cognitive Science*, 1995, p. 117-132.
- [67] M. Wooldridge. *MultiagentSystems*. USA: Gerhard Weiss, 2013, 644 pages.
- [68] S. Russel, P. Norvig. *Intelligence artificielle 3 ième édition*. France : Pearson, 10 december 2010, 1200 pages.
- [69] B. Ferhati. *Un Environnement Interactif pour la résolution de blocages des applications Jadex*. Mémoire de Master. Université Larbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi, 2011.
- [70] N. R. Jennings, K. Sycara, M. Wooldridge. A roadmap of agent research and development. *Autonomous agents and multi-agent systems*, vol.1, No(1), 1998, p.7-38.
- [71] B. Chaib-draa, I. Jarras et B. Moulin. *Systèmes multi-agents: principes généraux et applications*. Edition Hermès, 2001, 200 pages.
- [72] H. S Nwana, *Coordination in software agent systems*. *British Telecom Technical Journal*, vol. 14, No (4), 1996, p. 79-88.
- [73] O. KAZAR. *Cours système multi-agents*. Université de biskra.2017.
- [74] S. TAHRI. *Analyse hydrodynamique d'un piston de moteur à combustion interne par simulation de système multi-agent*. Mémoire de magister .Université Hassiba ben bouai chlef, 2009 .

- [75] B. Christian, A.R.K. Atohou. Architecture logique d'un système multi agents de suivi multicaméra distribué. Thèse de doctorat. Université du Littoral Côte d'Opale, 2013.
- [76] I. Brakni. Planification multi-agents pour la composition dynamique. Mémoire en ligne. Université de Tébessa, 2010.
- [77] T. MARIR. Les systèmes multi-agents. Support de cours. Université Larbi Ben M'hidi – Oum El Bouaghi, 2017.
- [78] A. M. Florea. Agents et Systèmes Multi-agents. Cours : <http://turing.cs.pub.ro/auf2/>
- [79] M. BEKRAR. Protection de la vie privée à base d'agents dans un système d'e-learning. Mémoire. Institut national de formation d'informatique, Alger, 2013-2014.
- [80] C. Lakhmi. Intelligent learning system for online learning. International Journal of Hybrid Intelligent Systems, vol.16, No (4), 2008, p. 129–141.
- [81] H. Fasihuddin, G. Skinner and R.A. Athauda. Framework to Personalise Open Learning Environments by Adapting to Learning Styles. In Proceedings of the 7th International Conference on Computer Supported Education, 2015, pages 296-305.
- [82] M. Hamada and M. Hassan. An Enhanced Learning Style Index: Implementation and Integration into an Intelligent and Adaptive e-Learning System, vol. 13, No.(8), Jul. 2017, p. 4449–4470.
- [83] L. Alfaro , C. Rivera, J. Luna-Urquizo , E. Castañeda, and F. Fialho. Fuzzy neural System Model for Online Learning Styles Identification as an Adaptive Hybrid E-Learning System Architecture Component. International Multi-Conference for Engineering, 19-21 July 2018, 7 pages.

