



MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGANEM

Faculté des Sciences Exactes & Informatique
Département d'Informatique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
Pour l'Obtention du Diplôme de Master en Informatique
Option : Ingénierie des Systèmes d'Information
Thème

Intitulé du sujet

Le suivi d'un apprenant dans un environnement e-Learning

Présenté par :

Ouahioune Samia

Cherifi Madiha

Encadré par:

M^r Mechaoui

Année Universitaire 2011/ 2012

Résumé

Concevoir un système de e-Learning pour transmettre des connaissances à un apprenant est un problème extrêmement délicat qui doit tenir compte des contraintes techniques dans le domaine de l'informatique et du multimédia, mais également des aspects psychologiques et culturels induits par la transmission d'un savoir à un être humain. Un tel système fait donc appel à de multiples disciplines qui doivent converger vers un seul objectif : la transmission de connaissances.

La conception d'un système de e-Learning fait appel à un ensemble de processus complexes qu'il est parfois difficile d'associer dans un système cohérent et évolutif. Les systèmes multi-agents possèdent des caractéristiques qui permettent de mieux structurer les systèmes de transmission de connaissances et ouvrent de nouvelles perspectives d'assistance à l'apprentissage. Ce mémoire propose les principes généraux de la technologie multi-agents puis d'exposer son utilisation possible dans les environnements interactifs d'apprentissage.

Mots clés : e-Learning, apprenant, la transmission de connaissances, les systèmes multi-agents.

Abstract

Design a system of e-Learning to transmit knowledge to a learner is an extremely sensitive issue that must take into account the technical constraints in the field of IT and multimedia, but also psychological and cultural and lead by the transmission of knowledge to a human being. Such system therefore requires multiple disciplines that must converge to a single objective: the transmission of knowledge. The design of an e-Learning system uses a complex set of processes it is sometimes difficult to combine it in a coherent and scalable system. The multi-agent systems have features that allow better structure the transmission systems of knowledge and open new perspectives to support learning. This thesis proposes the general principles of multi-agents and to expose its potential use in interactive learning environments.

Key words: e-Learning, learner, knowledge of the transmission, the multi-agent system

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre I : E-Learning	
1. Introduction	3
2. Concept de e-Learning	3
2.1. Aperçu historique de e-Learning : du behaviorisme au e-Learning.....	3
2.2. Définition de e-Learning	3
2.3. Catégorie de e-Learning.....	4
2.4. Les technologies du e-Learning	5
2.5. Les acteurs et leurs activités dans le e-Learning	6
2.6 Les modalités du e-Learning	7
2.7. Typologie de e-Learning	8
2.7.1. Combinaison des techniques	8
2.8. Enjeux du e-Learning.....	8
2.9. Apports du e-Learning.....	9
2.10. Quelques standards du e-Learning.....	9
3. Plateformes de e-Learning	10
3.1. Définition	10
3.2. Exemples de plateformes de e-Learning.....	11
3.3. Les objectifs d'Une plateforme de e-Learning.....	13
3.4. Les fonctions d'une plateforme de formation	13
3.5. Quelle plateforme utiliser ?	13
3.6. Les acteurs d'une plateforme de e-Learning	14
4. Conclusion	16

Chapitre II : Agent et systèmes multi-agents

1. Introduction	17
2. La notion d'agent	17
2.1. Définition d'un agent	17
2.1.1. Définition 1	17
2.1.2. Définition 2	17
2.1.3. Définition 3	17
2.1.4. Définition 4	17
2.1.5. Définition 5	18
2.1.6. Définition 6	18
2.3. Propriétés des agents	18
2.4. Les nouveaux apports des agents	18
2.5. Agents vs Objets	19
2.6. Domaines d'applications des agents	19
2.7. Dualité Agent / Environnement	20
2.7.1. Propriétés de l'environnement	20
2.8. Quand utiliser l'approche agent?	20
3. Concept des systèmes multi-agent	21
3.1. Origines des systèmes multi-agents	21
3.2. Définitions des systèmes multi-agent	21
3.2.1. Définition 1	21
3.2.2. Définition 2	22
3.2.3. Définition 3	22
3.2.4. Définition 4	22
3.2.5. Définition 5	22
3.2.6. Définition 6	23
3.3. Architecture des SMA	23
3.4. Caractéristiques des SMA	23

3.5. Domaines d'applications des systèmes multi-agent.....	24
3.6. Intérêt et utilité des systèmes multi-agent	24
3.7. Environnement du SMA	25
3.8. Les différentes catégories d'agents	25
3.9. Comparaison entre un agent réactif et un agent cognitif.....	26
3.10. L'organisation des agents dans un système multi-agent.....	26
3.10.1.La communication entre agents.....	26
3.10.1.1. Les types de communications.....	26
3.10.1.2.Les modèles de communication.....	28
3.10.1.3. Les protocoles de communication.....	30
3.10.2. Principes d'interactions dans les SMA	30
3.10.2.1. La coordination.....	31
3.10.2.1.1. Les types de coordination	31
3.10.2.2. La négociation.....	31
3.10.2.3. La coopération	31
4. Conclusion	32
 Chapitre III : Modélisation et Conception	
1.Introduction.....	33
2. Objectif de notre application.....	33
3. Motivation	33
4. Architecture générale de l'application	34
5. Architecture détaillée de notre application.....	35
5.1. Description des agents de notre application.....	35
6. Conception UML	39
6.1. Diagramme de classe	39
6.2. Diagramme de cas d'utilisation	40
6.3. Diagramme de séquence.....	41
6.3.1. Authentification de l'apprenant	41

6.3.2. Passage de QUIZ	41
7. Conclusion.....	42
Chapitre IV : Implémentation	
1. Introduction.....	43
2. Environnement de développement	43
2.1. La plateforme jade (Java Agent Développement Framework)	43
2.2. Environnement Netbeans.....	44
2.3. Système de gestion de base de données	44
2.4. Pourquoi utiliser MySQL ?	44
3. Présentation de notre application	45
3.1. La fenêtre des agents	45
3.2. Les interfaces de notre application	47
4. Conclusion.....	51
Conclusion et perspective.....	52

La liste des figures

Figure I.1. Les catégories du e-Learning	4
Figure I.2. Les types d'acteurs intervenant dans l'e-Learning	6
Figure I.3. L'environnement d'exécution de SCORM.....	10
Figure I.4. Vue d'ensemble d'un système e-Learning	16
Figure II.1. Liens des systèmes multi agents avec d'autres domaines de recherche.	21
Figure II. 2. Les systèmes multi agents.....	22
Figure II.3. Représentation d'un système multi-agents selon Ferber	23
Figure II.4. Domaines d'application des systèmes multi agent	24
Figure II.5. Qu'apprend un agent dans SMA ?	25
Figure II.6. Communication entre agent par partage d'information [.....	29
Figure 7. Communication entre agent par envoi de message	29
Figure 8. Formes d'interactions entre agent.....	30
Figure III.1. Architecture générale de l'application	34
Figure III.2. Architecture détaillée de l'application.	37
Figure III.3. Diagramme de classe.....	39
Figure III.4. Diagramme de cas d'utilisation générale de notre système	40
Figure III.5. Diagramme de séquence « authentification de l'apprenant ».....	41
Figure III.6. Diagramme de séquence « passage de Quiz ».....	41
Figure IV.1. Fenêtre administrateur pour le lancement des agents	45
Figure IV.2. Interface graphique de JADE RMA	46
Figure IV.3. La fenêtré des agents de notre application sur la plateforme JADE.....	46
Figure IV.4. Interface d'accueil de notre application.....	47
Figure IV.5. Interface d'inscription des apprenants	48
Figure IV.6. Interface des groupes de formation à distance JAVA et PHP	48
Figure IV.7. Interface d'accès aux cours.....	49
Figure IV.8. Interface d'authentification	50
Figure IV.9. Interface des chapitres et leurs Quiz du groupe JAVA	50

Les systèmes informatiques d'aide à l'apprentissage sont traditionnellement architecturés autour d'un module pédagogique unique : un tuteur artificiel. Il possède une expertise d'un domaine de connaissances et applique une stratégie d'enseignement pour interagir avec un élève afin de l'aider à résoudre un problème donné. Ce principe de fonctionnement en autonomie du couple élève-tuteur peut être satisfaisant jusqu'au moment où le système atteint ses limites ; la présence d'un enseignant humain, voire d'un autre élève devient alors indispensable. Ces systèmes peuvent donc être utilisés en complément d'un enseignement traditionnel, dans une classe par exemple.

Toutefois, avec l'évolution des réseaux de communication tel l'Internet et les services associés comme les serveurs d'information de type Web par exemple, l'enseignement et les situations d'apprentissage se déplacent du cadre institutionnel de la salle de cours vers le domicile, l'entreprise, etc.

Les systèmes informatiques d'aide à l'apprentissage devront donc prendre en compte la mobilité des élèves, leur assurer un suivi individualisé afin de respecter leur rythme d'apprentissage et mettre à leur disposition la présence humaine parmi l'ensemble des ressources pédagogiques accessibles.

Notre contribution consiste à proposer une plateforme de formation à distance basée sur un système multi agents pour l'apprentissage des langages de programmation informatique tel que JAVA, PHP. En effet, le principe des systèmes multi-agent est de partager et de distribuer la connaissance et la capacité de raisonnement entre plusieurs agents. Chacun de ses agents est spécialisé dans un sous domaines du domaine du départ. Ce qui lui permet selon les ressources dont il dispose, de résoudre partiellement ou tout le problème, d'améliorer sa solution et de compléter les données qui lui manquent. ces tâches se font par communication entre les agents.

Dans ce projet de fin d'étude, nous mettons en œuvre une démarche d'analyse et de conception " orientée multi-agents ". Nous obtenons une modélisation sous la forme d'une société d'agents. La plateforme réalisée en Java permet à des apprenants de se former à distance.

Notre mémoire est structuré comme suit :

Chapitre I : le e-Learning : ce chapitre décrit la notion de e-Learning, son historique, sa définition, ces catégories, sa topologie, ces enjeux, ces apports, ces objectifs, et ces plateformes.

Chapitre II : Agent et systèmes multi-agents : ce chapitre introduit, tout d'abord les notions d'agents et de SMA et détaille par la suite les interactions, la coopération, la coordination, la communication et la négociation entre les agents

Chapitre III : Modélisation et Conception : dans ce chapitre nous présentons la conception et le fonctionnement de notre application et l'architecture des agents qui la compose, on parlera aussi des interactions entre les agents de l'application, le tout sera détaillé par des diagrammes.

Chapitre IV : Implémentation : Dans la partie implémentation nous présentons les outils de développement grâce auxquels nous avons réalisé notre application et nous fournissons des captures d'écrans qui illustrent les interfaces de notre application.

1. Introduction

Le concept général de formation à distance regroupe, de façon large, un grand nombre de moyens d'enseignement, qui n'ont en commun que le fait que l'étudiant et l'enseignant sont physiquement distants l'un de l'autre. Par contre, l'évolution des moyens technologiques et l'apparition des nouvelles technologies liées au développement d'Internet bouleversent les usages pédagogiques d'où l'apparition en force du e-Learning. L'offre et la demande de formation ont donc radicalement changées.

Le e-Learning ou l'apprentissage en ligne, utilise les NTIC (Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication) et les TICE (Technologies de l'information et de la communication pour l'éducation) pour la formation en ligne ouverte et à distance. L'objectif du e-Learning est par exemple de s'inscrire à une FOAD (Formation Ouverte A Distance) en s'identifiant sur une plate-forme par le biais d'une connexion internet et un navigateur. Une fois enregistrée, la personne peut suivre les formations.

Ce chapitre a pour objectif de définir le e-Learning, ces différentes plateformes, ces enjeux, ces objectifs, les différents acteurs, leurs activités, normes et standard du e-Learning, ces apports et sera clôturé par une conclusion.

2. Concept de e-Learning

2.1. Aperçu historique de e-Learning : du behaviorisme au e-Learning

Une longue histoire a précédé ce qu'on regroupe aujourd'hui sous la notion du « e-Learning ». Il s'agit de la dernière forme de l'Enseignement à Distance (EAD), où trois phases de Développement sont distinguées:

- 1) l'EAD de première génération, connu sous le nom d'enseignement par correspondance ;
- 2) l'EAD de seconde génération, caractérisé par le développement de l'enseignement assisté par ordinateur (EAO), fondé sur l'approche behavioriste ;
- 3) l'EAD de troisième génération, fondé sur l'approche constructiviste ou encore constructionniste. Cette phase se caractérise par l'introduction d'une plus grande variété de technologies dont notamment le développement d'Internet et d'une mixité entre enseignement à distance et enseignement présentiel connu sous le nom « blended learning ». [1]

2.2. Définition de e-Learning

E-Learning est souvent décliné sous la forme «electronic learning » un terme anglophone pour e-formation en français. La définition de *e-Learning* donnée par l'Union européenne est « Utilisation des nouvelles technologies multimédias et de l'Internet, pour améliorer la qualité

de l'apprentissage en facilitant l'accès à des ressources et des services, ainsi que les échanges et la collaboration à distance » [2]

Le e-Learning définit tout dispositif de formation qui utilise un réseau local, étendu ou l'Internet pour diffuser, interagir ou communiquer, ce qui inclut l'enseignement à distance, en environnement distribué, l'accès à des sources par téléchargement ou en consultation sur le net. Il peut faire intervenir du synchrone ou de l'asynchrone, des systèmes tutorés, des systèmes à base d'auto-formation, ou une combinaison des éléments évoqués. [3]

Le e-Learning est une méthode de formation/d'éducation qui permet théoriquement de s'affranchir de la présence physique d'un enseignant à proximité. En revanche, le rôle du tuteur distant apparaît avec des activités de facilitateur et de médiateur. Il peut utiliser deux formes :

- **la boîte de réception virtuelle** : vous recevez vos cours et renvoyez vos exercices par email.
- **une plateforme** : vous vous connectez avec un identifiant sur une plateforme virtuelle pour télécharger les cours et faire des exercices en ligne.

2.3. Catégorie de e-Learning

- Formation 100% à distance (apprentissage en ligne entièrement à distance)
- Formation mixte ou blended learning (apprentissage en ligne + apprentissage présentiel c'est à dire sessions classique de face à face avec le formateur)
- Formation en mode synchrone : plates-formes en temps réel et système de « classe virtuelle ».
- Formation en mode asynchrone : formateurs et élèves communique via la plate-forme mais pas nécessairement en même temps.

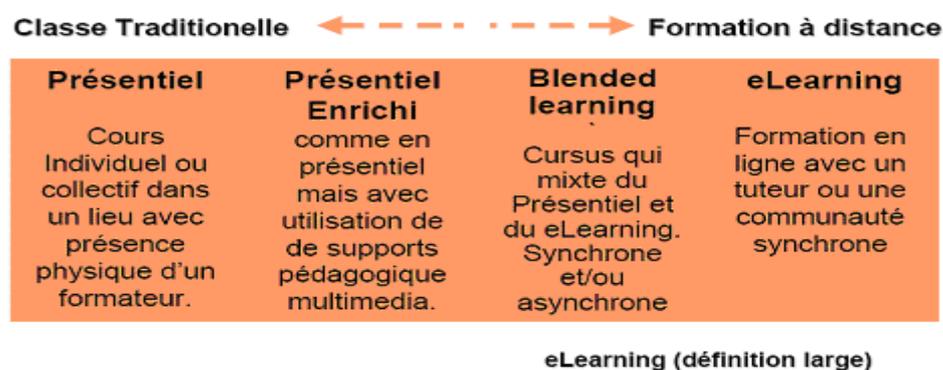


Figure I.1. Les catégories du e-Learning [4]

2.4. Les technologies du e-Learning

Le e-Learning offre la possibilité d'accéder à distance à des ressources et des services, ainsi qu'à des collaborations et des échanges, n'importe quand et n'importe où, grâce à une gamme très vaste de solutions d'apprentissages électroniques telles que le multimédia (qu'est l'exploitation simultanée de plusieurs médias, son, image, texte sur un même support), l'Internet et les outils de collaborations. Le multimédia offre deux types de services selon que les informations sont consultées en local (hors ligne tel que les CD-Rom) ou à distance (en ligne i.e Internet).

Voici une liste sélective d'outils qui aident à donner une dimension collaborative et interactive à l'e-Learning. Ces outils peuvent être classés en deux catégories : outils synchrones et outils asynchrones.

➤ **Outils synchrones** : les outils d'interactivité en temps réel :

- ✓ **Tableau blanc** : c'est une fenêtre graphique et textuelle qui peut être partagée de façon synchrone (simultanément) par tous les participants à la formation. Il autorise le partage et l'élaboration de documents en temps réel qui seront visionnés par les apprenants et modifiables par chacun des participants.
- ✓ **Chat** : c'est la messagerie instantanée qui permet une communication collective temps réel afin de vérifier la bonne compréhension des cours...etc.
- ✓ **Vidéo conférence** : permet une communication bilatérale ou collective en temps réel afin de réaliser des fonctionnalités pédagogiques à savoir : la présentation de cours, les conférences...etc.
- ✓ **Classe virtuelle** : les apprenants sont simultanément en ligne avec leur formateur.

Ils échangent entre eux, visionnent les mêmes écrans et peuvent recevoir des images de vidéoconférence.

- ✓ **Voix / IP** : c'est le transfert de la voix par voie IP.

➤ **Outil asynchrones** : l'interactivité n'est pas en temps réel mais en différé :

- ✓ **Transfert de fichier** : une fonctionnalité très utile, permet d'envoyer des documents, des photos, des vidéos,...etc.
- ✓ **Forum** : qui offre la possibilité de faire une communication collective différée (une discussion asynchrone) afin de développer, grouper des informations par thème, confronter les idées...etc.

- ✓ **Email** : c'est les courriers électroniques, ils assurent une communication bilatérale déferée (consignes, gérer des groupes d'apprenants en envoyant des messages aux classes, transmission de documents, aide...etc.).
- ✓ **La foire aux questions** : équivalents ou assimilés : FAQ, Fichier des questions courantes, Frequently Asked Questions, Questions courantes. Ensemble des questions les plus fréquemment posées et qui sont regroupées avec leurs réponses, postées et mises à jour dans la plupart des groupes de news. Avant de poser une question, il faut toujours regarder si la réponse ne se trouverait pas dans les FAQ.

La foire aux questions a, en particulier, pour but de faciliter l'intégration

Des utilisateurs novices dans un groupe de discussion et de diminuer le nombre des messages diffusés dans le réseau. [5]

2.5. Les acteurs et leurs activités dans le e-Learning

Paquette, Ricciardi-Rigault et de la Teja (1997) citent cinq types d'acteurs qui interviennent dans un système d'apprentissage, telle que le e-Learning (Figure1). Les auteurs font, néanmoins, la distinction entre les deux acteurs dits indispensables :

- L'apprenant qui « transforme les informations en connaissances »
- l'informateur qui facilite l'apprentissage en rendant « disponible les informations relatives à une partie du savoir » et les trois acteurs qu'ils qualifient de « facilitateurs » :
- le concepteur qui construit le système d'apprentissage puis le maintien dans un état de bon fonctionnement en l'adaptant éventuellement.
- le formateur « qui facilite l'acquisition des connaissances par l'apprenant »
- le gestionnaire qui gère les différents acteurs de la formation ainsi que les événements qui s'y déroulent « pour assurer le bon déroulement des processus ». [6]

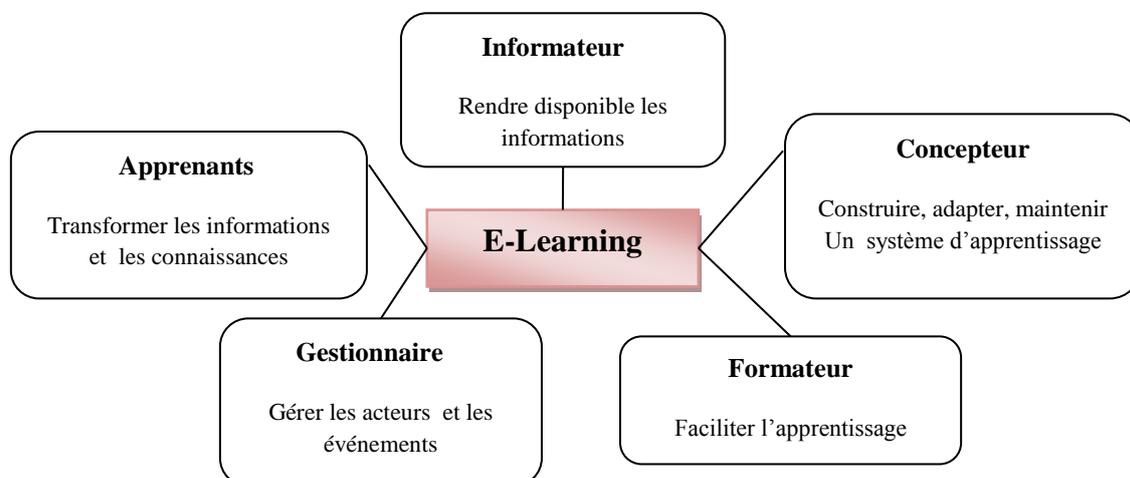


Figure I.2. Les types d'acteurs intervenant dans l'e-Learning

Ces acteurs ont chacun des rôles à tenir, mais un même rôle peut être défini également par plusieurs acteurs. Le tuteur, par exemple, pourrait, selon cette classification, assumer les rôles de formateur et celui de gestionnaire.

Selon la formation visée, les différents rôles des acteurs peuvent être réalisés par plusieurs personnes ou sous-systèmes. Les rôles eux-mêmes peuvent également être cumulés par une seule et même personne ou au contraire par plusieurs personnes. [6]

2.6 Les modalités du e-Learning

Le recours aux nouvelles technologies éducatives élargit le champ des possibles. De nombreuses combinaisons sont envisageables par l'optimisation de dispositifs existants ou la mise en œuvre de moyens spécifiques. 5 modalités majeures caractérisant l'e-Learning

Modalités	Choix possibles
Disponibilité	<ul style="list-style-type: none"> • synchrone • asynchrone
Accompagnement	<ul style="list-style-type: none"> • tutorés • libre (autoformation)
Nature du groupe	<ul style="list-style-type: none"> • groupe d'apprenants ad hoc • individuel • communauté de pratique
Nature du tutorat	<ul style="list-style-type: none"> • présentiel • à distance • virtuelle, (agent logiciel intelligent)
Lieu	<ul style="list-style-type: none"> • Au sein de l'établissement de travail • En salle dédiée • Depuis le poste de travail individuel • hors de l'établissement de travail • en déplacement • à l'extérieur de l'entreprise (ex. : centre d'examen) à la maison

Tableau1. Les modalités caractérisant le e-Learning

La conception du dispositif e-Learning va se fonder sur la mise en œuvre de l'une ou de plusieurs de ces modalités. Le choix de ces modalités en fonction du type de compétences à acquérir par le biais de l'e-formation.

2.7. Typologie de e-Learning

Différentes typologies cohabitent dans l'e-Learning. On peut définir une formation en ligne selon deux axes:

- *L'axe de l'espace formateur - apprenant.* Il peut exister une grande proximité, lorsque le professeur donne un cours devant ses étudiants, on parle de formation en présentiel. Lorsque le formateur n'est pas en contact avec l'apprenant, on parlera de formation à distance ou de formation distancielle.
- *L'axe du temps de la communication.* Si la communication est directe, immédiate, on parle d'outil synchrone. C'est le cas du professeur face à ses étudiants mais aussi lors d'une séance de *chat* ou une visioconférence. Lorsqu'un délai existe entre une question et sa réponse on parlera d'outil asynchrone. Le forum, le courrier électronique sont des outils de communication asynchrone.

2.7.1. Combinaison des techniques

Le mode d'apprentissage mixte (appelé aussi *Blended Learning* en anglais) désigne l'utilisation conjointe du e-Learning et du mode classique d'apprentissage appelé souvent « présentiel ». En général, l'apprenant va ainsi alterner entre des sessions à distance en ligne et des sessions en face-à-face avec le ou les formateurs. Un modèle souvent utilisé est ainsi d'effectuer une première introduction au sujet avec une ressource à distance, puis une période en face à face avec un enseignant suivra. Une session de débriefing est souvent aussi ajoutée en fin de formation, quelque temps après celle suivie en face-à-face.

Une autre approche dite en *overblended learning* consiste à réaliser cet apprentissage mixte au sein d'une même séance de formation en la présence d'un formateur ou en mode distant via la visioconférence ou chat. [2]

2.8. Enjeux du e-Learning

Les enjeux du e-Learning sont notamment de :

- Rendre plus efficaces, plus solides, plus adaptés les processus d'apprentissage et l'accès à la connaissance.
- Bénéficier des avantages des technologies éducatives (interactivité, simulation...).

- Bénéficier des avantages de la formation à distance (plus grande autonomie, élimination de contraintes...) tout en éliminant les inconvénients de déshumanisation.

Le e-learning trouve de nombreuses applications à la condition de réunir les critères pédagogiques et organisationnels de l'efficacité. Pour les responsables de formation, au plan pratique, l'efficacité du e-Learning réside dans : La personnalisation de la formation, le gain de temps, la réduction de coûts, la démultiplication des thèmes de formation, L'efficacité de l'apprentissage.

Au plan organisationnel, on observe également : Une standardisation des supports d'autoformation et une approche qualité, une ouverture des sources d'approvisionnement des offres de formation : acheter devient un acte important, Des perspectives élargies de diffusion auprès des salariés, des fournisseurs, des clients, tout investissement peut être immédiatement valorisé à l'échelle la plus large. [3]

2.9. Apports du e-Learning

Le e-Learning permet d'offrir des possibilités d'amélioration en ce qui concerne l'enseignement d'un certain nombre de disciplines, on cite notamment :

- * Aménagement des places de travail dans les universités et les centres de formation.
- * Accès facilité à la formation et à l'apprentissage.
- * Amélioration de la qualité de l'encadrement.
- * Réintroduction de l'interactivité dans les deux processus et d'enseignement et d'apprentissage.
- * Diversification et modernisation des méthodes d'enseignement dans les universités et les centres de formation.
- * Flexibilité dans les emplois du temps.
- * Respect du rythme individuel de l'apprenant.
- * l'amélioration de la qualité des contenus pédagogiques. En effet, les contenus peuvent profiter pleinement des nouvelles opportunités du WEB et de la technologie numérique rendant possible d'intégrer sur un même support informatique des informations de natures différentes : texte, image, parole, vidéo... [7]

2.10. Quelques standards du e-Learning

- **SCORM : (Sharable Content Object Reference Model)** est une spécification permettant de créer des objets pédagogiques structurés.

- **O.K.I. : Open Knowledge Initiative**; un des standards pour l'interopérabilité entre les plates-formes.
- **Open Archives Initiative** : Un des standards pour partager des méta données et des ressources. Le protocole Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting (OAI-PMH) a émergé de leurs travaux.

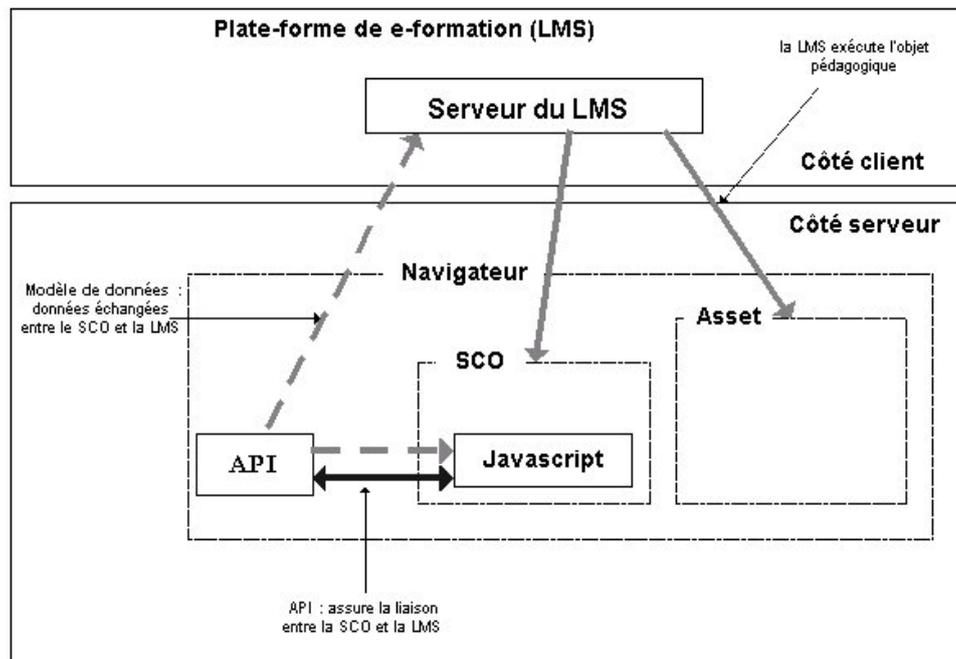


Figure I.3. L'environnement d'exécution de SCORM

- **Dublin Core** : Un des standards pour la description des ressources via des métadonnées.
- **LOM** : Learning Object Metadata.
- **SQI** : Simple Query Interface. Un des standards émergents pour l'interopérabilité entre les Plates formes de e-Learning. [4]

3. Plateformes de e-Learning

3.1. Définition

Une plate-forme de e-Learning ou de formation ouverte et à distance est un logiciel de création et de gestion de contenus pédagogiques destinés à trois types d'utilisateurs : l'enseignant, l'étudiant et l'administrateur. Il regroupe les outils nécessaires aux trois intervenants permettant d'incorporer des ressources pédagogiques multimédias, de participer à

des activités et d'effectuer un suivi en mode connecté ou déconnecté suivant les paramètres de la plate-forme. Dans le domaine du e-learning on peut distinguer deux types de plateformes : les LMS (Learning Management System) et les LCMS (Learning Content Management System).

❖ Les LMS (Learning Management System)

Les LMS sont des systèmes logiciels ou des plateformes développés pour faciliter aux enseignants la gestion des cours. Ces systèmes permettent la diffusion des contenus pédagogiques, la gestion centrale de la formation, la gestion des apprenants (l'authentification, les inscriptions, leurs profils, leurs résultats et leurs progrès entre les différents modules de formation....), la gestion des autres utilisateurs (les responsables de la formation) et la gestion des catalogues de cours. Côté utilisateurs, plusieurs groupes ou profils sont maintenus au niveau d'une plateforme LMS dont la gestion des droits d'accès pour les différents groupes d'utilisateurs (administrateurs, formateurs, tuteurs et apprenants,) est une fonctionnalité centrale du système.

La plateforme gère l'affectation des tuteurs / experts à une classe donnée dans le cas où les apprenants sont accompagnés par des tuteurs ou des experts attachés à un cours.

La gestion des apprenants consiste à gérer les demandes de formation, la plupart des plateformes enregistrent les inscriptions en ligne des apprenants, sur leur initiative ou par affectation collective. Des listes d'attente sont créées et gérées par la plateforme si les cours sont associés à des groupes à capacité limitée. Selon la complexité de l'organisation, l'inscription à une classe peut être soumise à l'autorisation d'un tuteur ou responsable, qui valide ou non la demande de formation de l'apprenant dont il a la supervision.

❖ Les LCMS (Learning Content Management System)

Les LCMS permettent aux créateurs de cours de créer, stocker, réutiliser, gérer et distribuer des contenus pédagogiques à partir d'un référentiel unique. Ce référentiel stocke des grains de savoir (un grain est une entité, numérique, pouvant être utilisée pour l'enseignement), et une plateforme LCMS permet de les associer et les ordonner afin de construire un cours cohérent. L'objectif des LCMS est de répondre aux difficultés rencontrées lors de la création des ressources pédagogiques :

- Le temps de production par l'utilisation des modèles et des outils d'assemblage de ressources pédagogiques ;
- La réutilisation des ressources existantes ;

- L'intégration des ressources dans les plateformes d'enseignement existantes (l'interopérabilité avec les LMS).
- La collaboration (les messageries électroniques, les forums de discussion, le « chat » et les systèmes collaboratifs) lors de la création. [5]

3.2. Exemples de plateformes de e-Learning

Etant donné que le besoin d'un système d'enseignement bi-modal s'est senti, des dizaines de plates-formes d'enseignement à distance (EAD) ont vu le jour. Parmi ces plates-formes, on peut citer :

WebCT 1.3.1 édité par ULT (United Learning Technologies) - mars 1999 Développé pour les besoins de l'Université de la Colombie-Britannique, WebCT est actuellement utilisé par plus de 700 universités et collèges au monde.

TopClass 3.1 édité par WBT Systems – juillet 99 implanté en Irlande et aux Etats-Unis depuis 1995, TopClass 3.1 compte plus de 500 acheteurs dans le monde

Librarian 6.5 édité par Asymetrix Exploité par des organismes de formation et par des entreprises offrant des services de formation.

Pleiad 2.0 édité par le Centre régional du CNAM (France) Développé par le CNAM (Conseil national des arts et métiers) dans le cadre d'un programme d'initiative régionale, le serveur héberge une quinzaine d'organismes regroupant environ 800 utilisateurs depuis 1998.

Theorix : édité par ecom Inc (Canada). Theorix est utilisé par des universités canadiennes tel que l'Université de Moncton.

Virtual-U 2.4 édité par VLEI (Virtual Learning Environments Inc.) JTEA 2002, 21-22-23 mars 2002, Sousse Nord, Tunisie Développé par l'Université de Simon Fraser (Canada) en association avec le Réseau des centres d'excellence en Téléapprentissage, Virtual-U est utilisé par plusieurs institutions universitaires canadiennes depuis 1996 dans presque tous les champs de connaissances (3000 étudiants).

WebTutor 3.0 édité par Mediaconcept Développé par Cyberion (filiale de France Télécom), WebTutor privilégie des pratiques de formation individualisée.

Waheeb : édité par ECOMSOFT (Tunisie). Waheeb a été conçue par des universitaires et chercheurs tunisiens. Cette plate-forme est utilisée par l'équipe de télé-enseignement de l'ESSTT pour des fins pédagogiques et de recherche. [7]

3.3. Les objectifs d'une plateforme de e-Learning

- la consultation à distance de contenus pédagogiques, l'individualisation de l'apprentissage et le télé-tutorat.
- les fonctionnalités relatives aux référentiels de formation et à la gestion de compétences, à la gestion administrative, à la gestion des ressources pédagogiques, à la gestion de la qualité de la formation,
- les rôles d'administration des matériaux pédagogiques, d'administration de la scolarité ou de la formation...

3.4. Les fonctions d'une plateforme de formation

- héberge le contenu pédagogique (textuel et multimédia);
- contrôle l'accès aux ressources;
- offre des activités pédagogiques;
- facilite les activités de tutorat et de pilotage de la formation (suivi des cursus apprenants);
- facilite le pilotage des ressources de l'organisme de formation (gestion des formateurs, des moyens logistiques et techniques);
- gère la communauté d'apprenants;
- permet la gestion administrative des documents associés à la formation (attestation de formation par exemple).

Dans le cadre des technologies web, les plateformes proposent des activités synchrones ('en temps réel'), asynchrones ('en différé '), collaboratives ou de knowledge management.

- **Activités asynchrones** : forum, messagerie, gestionnaire de fichiers, calendriers et planification des événements, tests effectués par les apprenants, wiki, FAQ.
- **Activités synchrones** : Service de chat, messagerie instantanée, téléconférence, voix sur IP.
- **Outils collaboratifs** : tableau blanc, blog, bureau virtuel, wiki, calendrier, agenda, forum.
- **Outils pédagogiques** : quizz, sondage, blog, outils de knowledge management, RSS, outils de conception de parcours pédagogique.

3.5. Quelle plateforme utiliser ?

Il existe environ plus de 200 plates-formes d'apprentissage en ligne dont une trentaine sous licences libres. La norme SCORM (Sharable Content Object Reference Model) permet de transposer du contenu d'une plate-forme à une autre plate-forme elearning.

❖ Plateformes sous licence libre :

- **Claroline** : Plate-forme axée sur la simplicité et la sobriété. Développée par l'Université de Louvain et par une communauté internationale d'universités et de contributeurs.
- **Ganesha** : Plate-forme française orientée formation continue professionnelle (collaboratif autour du groupe de stagiaires, individualisation des parcours, contenus SCORM et AICC), développée par la société ANEMA.
- **Moodle** : Plate-forme est une plate-forme d'apprentissage en ligne sous licence open source servant à créer des communautés d'apprenants autour de contenus et d'activités pédagogiques. <http://moodle.org/>
- **CybEO** : Plate-forme française compatible SCORM et AICC, intégrant un outil de création de contenu. Outil sous licence CeCILL, soutenu par le Ministère des Finances et de l'Industrie français.
- **Dokeos** : Un environnement complet créé à partir de Claroline et intégrant un outil auteur, la gestion des parcours SCORM, un système de vidéoconférence et un tableau de bord pour le suivi des apprentissages.
- **Prométhée** : Plate-forme pédagogique et administrative clef en main sous licence GNU-GPL (France).
- **SAKAI** : Plate-forme pédagogique modulaire créée par un consortium d'universités et organismes d'enseignement. Libre et gratuite. Son architecture permet de répondre aux besoins des grandes entreprises et des gouvernements.
- **SPIRAL** : Plate-forme open-source développée par les enseignants de l'Université de Lyon I, gratuite pour tout établissement public.

3.6. Les acteurs d'une plateforme de e-Learning

Les acteurs du e-Learning peuvent être classés, selon leur rôle, en trois catégories principales : les apprenants, les enseignants et les administrateurs.

❖ Apprenant

Personne qui utilise une plateforme e-Learning pour acquérir des connaissances, s'auto-évaluer, soumettre des rapports, des projets, participer aux forums de discussion, échanger des données. L'apprenant peut être un étudiant désirant suivre un certain cours, un employé

d'entreprise ayant besoin d'une formation dans un certain domaine, une personne désirent perfectionner ses connaissances dans une branche quelconque,...etc.

❖ Enseignant

Le e-Learning nécessite plusieurs types d'enseignants, différenciés par leurs rôles. On peut distinguer quatre types d'enseignants :

- **Auteur (concepteur) de cours** : celui qui développe un cours en utilisant les outils de la plateforme selon ses objectifs pédagogiques et qui apporte des changements en fonction des réactions des apprenants ou des tuteurs.
- **Orienteur** : c'est l'enseignant qui a pour principales tâches, l'élaboration des cursus des apprenants ou des groupes d'apprenants, l'élaboration des plans de formation, et gestion du livret des apprenants.
- **Tuteur** : son rôle est de superviser le déroulement du cours, d'évaluer les apprenants, de communiquer et d'interagir avec eux, d'animer le groupe ou la communauté d'apprenants et d'assurer le suivi pédagogique de la formation. Le tuteur joue un rôle moteur dans la formation. La qualité du suivi permet de garantir la motivation de l'apprenant et d'éviter qu'il abandonne sa formation en cours de route.
- **Evaluateur** : son rôle est de créer les tests, de suivre les apprenants et de gérer les tests d'évaluation.

❖ Administrateur

On peut distinguer deux types d'administrateurs :

- **Administrateur technique** : gère la plateforme (installation et maintenance).
- **Administrateur institutionnel** : gère les inscriptions, gère les comptes, affecte les droits d'accès pour les acteurs et gère les liens avec les systèmes d'information externes (scolarité, catalogues, ressources pédagogiques ...etc.). [5]

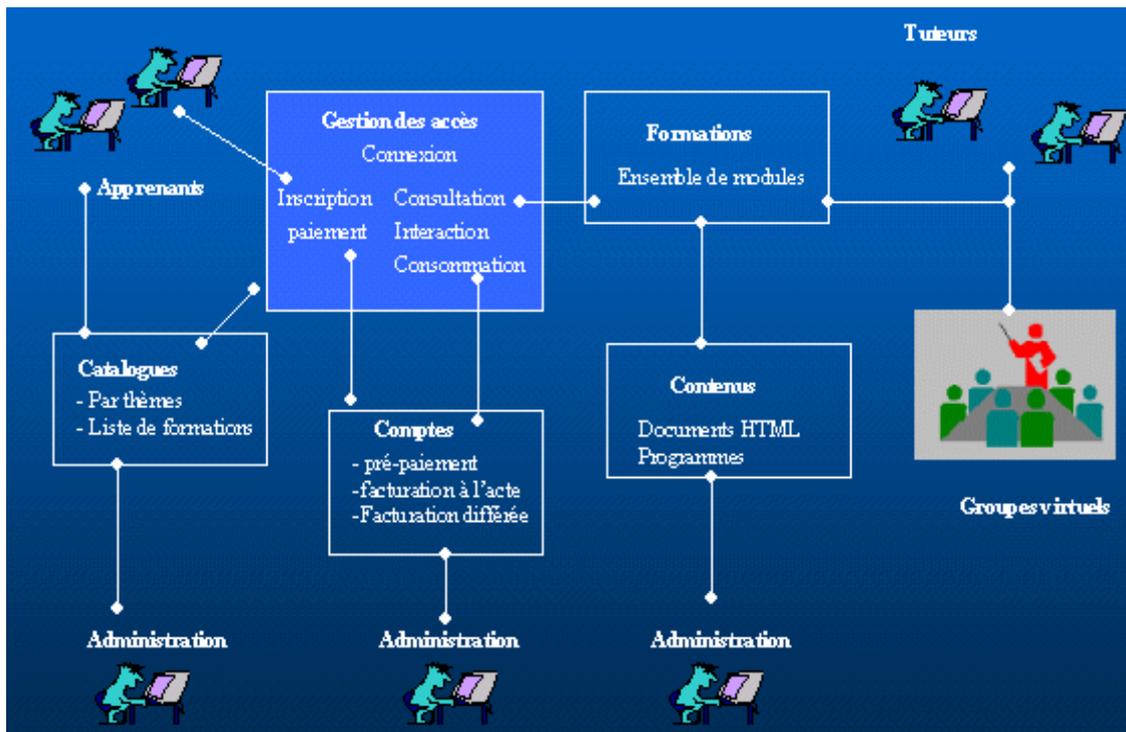


Figure I.4. Vue d'ensemble d'un système e-Learning

4. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons réalisé une étude détaillée de l'environnement de e-Learning ce qui nous a permis de bien comprendre les différentes notions de cet environnement, cette étude nous aidera par la suite à déterminer les composants de notre application et à définir les processus à automatiser à l'aide des systèmes multi agents qui seront abordés dans le prochain chapitre.

1. Introduction

L'informatique devient de plus en plus diffuse et distribuée. La décentralisation et donc, la coopération entre modules logiciels est un besoin. De plus, avec la croissance de la taille, et de la complexité de nouvelles applications informatiques, la vision centralisée et assez statique et atteint ses limites. On est ainsi naturellement conduit à chercher une façon de donner plus d'autonomie et d'initiative aux différents modules logiciels. Le concept de système multi agent propose un cadre de réponse à ces enjeux.

2. La notion d'agent

2.1. Définition d'un agent

La notion d'agent n'est pas simple à définir. Il existe en effet plusieurs définitions ou significations données à cette notion. C'est la raison pour laquelle plusieurs auteurs essayent d'en donner une définition avant de se pencher sur l'utilisation de ce paradigme dans tel ou tel contexte.

2.1.1. Définition 1

entité réelle ou virtuelle plongée dans un environnement sur lequel elle est capable d'agir, qui dispose d'une capacité de perception et de représentation partielle de cet environnement, qui peut communiquer avec d'autres agents, qui est mue par un ensemble de tendances (objectifs individuels, fonctions de satisfaction, de survie), qui possède un comportement autonome tendant à satisfaire ses objectifs, conséquence de ses observations, de sa connaissance, et des interactions qu'elle entretient avec les autres agents, qui est capable éventuellement de se reproduire. [8]

2.1.2. Définition 2

Un agent est une entité réelle ou virtuelle, évoluant dans un environnement, capable de le percevoir et d'agir dessus, qui peut communiquer avec d'autres agents, qui exhibe un comportement autonome, lequel peut être vu comme la conséquence de ses connaissances, de ses interactions avec d'autres agents et des buts qu'il poursuit. [9]

2.1.3. Définition 3

Un agent est une entité réelle ou virtuelle, dont le comportement est autonome, évoluant dans un environnement, qu'il est capable de percevoir, sur lequel il est capable d'agir et d'interagir avec les autres agents. [9]

2.1.4. Définition 4

Un agent est un système informatique capable d'agir de manière autonome et flexible dans un environnement. Flexibilité signifie réactivité, pro-activité et capacités sociales. [9]

2.1.5. Définition 5

Un agent est un système informatique, *situé* dans un environnement, et qui agit d'une façon *autonome* et *flexible* pour atteindre les objectifs pour lesquels il a été conçu. [9]

2.1.6. Définition 6

Un **agent** est une "entité computationnelle", comme un programme informatique ou un robot, qui peut être vue comme percevant et agissant de façon autonome sur son environnement. On peut parler d'autonomie parce que son comportement dépend au moins partiellement de son expérience. [10]

2.3. Propriétés des agents

- **Réactivité** : Percevoir l'environnement et répondre, en temps réel, aux changements (*capable de répondre à temps*).
- **Situé** : l'agent est capable d'agir sur son environnement à partir des entrées qu'il reçoit de ce même environnement (systèmes de contrôle de processus, systèmes embarqués, etc.) ;
- **Adaptation** : Percevoir l'environnement et répondre, en temps réel, aux changements
- **Proactivité** : il capable d'avoir un comportement opportuniste, dirigé par ses buts ou sa fonction d'utilité, et prendre des initiatives au moment approprié.
- **Sociabilité** : il est capable d'interagir avec les autres agents (artificiels ou humains) afin de compléter ses tâches ou aider les autres à compléter les leurs.
- **Autonomie** : un agent possède un état interne (non accessible aux autres) en fonction Duquel il entreprend des actions sans intervention d'humains ou d'autres agents.
- **Mobilité** : l'agent logiciel peut voyager sur un réseau local ou sur le web
- **Intentionnalité.**
- **Rationalité.**
- **Engagement.**
- **Intelligence.**

2.4. Les nouveaux apports des agents

- ❖ **Agents vs Systèmes repartis/concurrents**

- **Autonomie** : Les structures de synchronisation et de coordination ne sont pas fixées dans les systèmes répartis/concurrents → nécessités des mécanismes dynamiques.
- **Agents individualistes** : On ne peut pas supposer qu'ils sont toujours désireux à coopérer.
- ❖ **Agents vs Intelligence Artificielle**
 - **L'IA** : - surtout l'aspect de l'intelligence individuelle.
- un seul agent intelligent.
 - **SMA** : l'aspect social, l'intelligence du comportement social, plusieurs agents intelligents. [11]

2.5. Agents vs Objets [12]

Agent	objet
Un agent va décider par son propre processus de décision s'il exécute ou non une action requise.	Un objet est passif : il ne revient à la vie que lorsqu'il reçoit un message.
les agents ont leurs propres buts et ils agissent d'une manière proactive pour atteindre leurs buts.	Un objet encapsule son état et son comportement, mais pas le choix de ses actions => un objet est un agent obéissant.
les agents sont capables d'un comportement social : ils peuvent s'engager dans des interactions complexes avec d'autres agents.	Un objet représente un niveau d'abstraction trop fin pour le comportement.
les agents correspondent à des chemins d'exécution séparés (les objets, à part s'ils sont concurrents, ne présentent pas cette caractéristique).	Une méthode est un mécanisme trop primitif pour décrire une interaction
	Seules les organisations de type "est un" et "est composé de" sont disponibles.

Tableau 1. Comparaison entre agent et objet

2.6. Domaines d'applications des agents

- 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 virtuels
- Divertissement. [13]

2.7. Dualité Agent / Environnement

L'environnement joue un rôle important dans le comportement d'un agent, mémoire dans laquelle différentes traces sont laissées, source de rétroaction envers l'agent, ...etc. Les caractéristiques de l'environnement doivent donc être clairement définies, une distinction nette doit être faite entre :

- Ce qui est du ressort du comportement de l'agent
- Ce qui est du ressort de l'environnement. [9]

2.7.1. Propriétés de l'environnement

- ✓ **Accessible / Inaccessible** : Si les capteurs d'un agent lui donnent accès à l'état complet de l'environnement suffisant pour qu'il choisisse une action, l'environnement est dit accessible à l'agent : inutile de conserver les changements de l'environnement.
- ✓ **Déterministe / Non déterministe** : L'environnement est déterministe pour un agent si le prochain état de l'environnement est déterminé par l'état courant et par l'action de l'agent.
- ✓ **Épisodique / Non épisodique** : Un environnement est épisodique si les prochaines évolutions ne dépendent pas des actions déjà réalisées.
- ✓ **Statique/Dynamique** : Un environnement est statique s'il n'évolue pas pendant que l'agent délibère.
- ✓ **Discret/Continu** : Un environnement est discret si le nombre de percepts distincts et d'actions est limité
- ✓ **Avec/Sans adversaires rationnels.** [9]

2.8. Quand utiliser l'approche agent?

- Environnement ouvert, dynamique, incertain et complexe;
- Les agents comme métaphore naturelle;
- Distribution des données, connaissances, contrôle, etc.

- Les systèmes hérités (Legacy systems). [14]

3. Concept des systèmes multi-agent

3.1. Origines des systèmes multi-agents

L'une des grandes sources d'inspiration pour les systèmes multi-agents a été l'étude des comportements sociaux de certaines familles d'insectes. Dans ce domaine, on se référera utilement aux articles.

Les SMA peuvent être vus comme la rencontre de divers domaines :

- **l'intelligence artificielle** pour les aspects prise de décision de l'agent
- **l'intelligence artificielle distribuée** pour la distribution de l'exécution
- **Les systèmes distribués** pour les interactions
- **Le génie logiciel** pour l'approche *agents* et l'évolution vers des composants logiciels de plus en plus autonomes
- **Les objets communiquant.** [2]

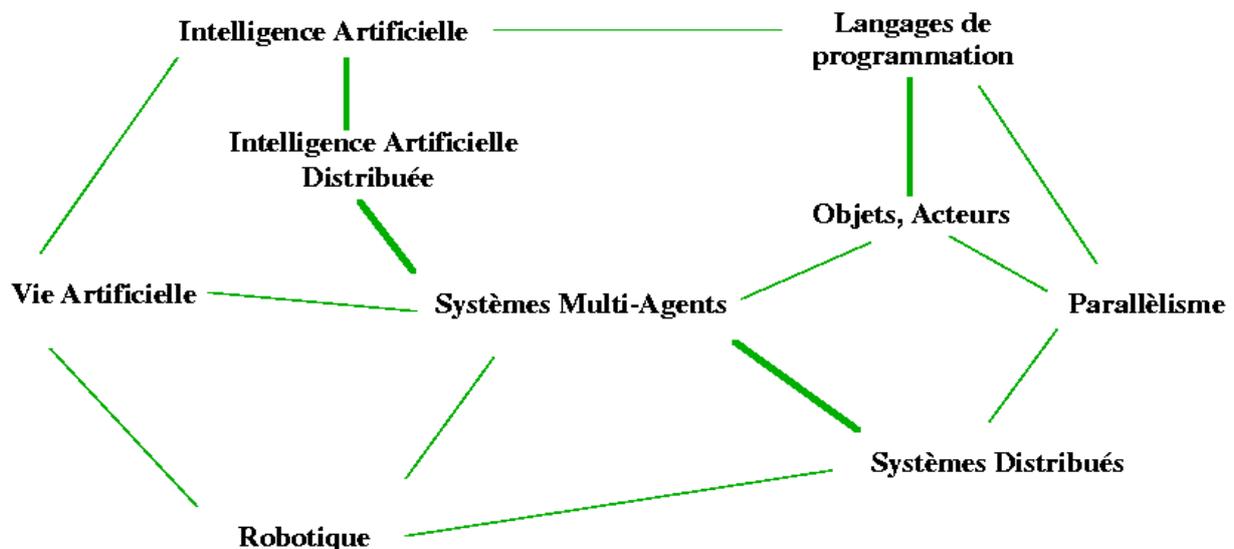


Figure II.1. Liens des systèmes multi agents avec d'autres domaines de recherche. [15]

3.2. Définitions des systèmes multi-agent

3.2.1. Définition 1

Un système multi agent est un système distribué composé d'un ensemble d'agents, contrairement aux systèmes d'IA, qui simulent dans une certaine mesure les capacités du raisonnement humain, les SMA sont conçus et implantés idéalement comme un ensemble

d'agents interagissant, le plus souvent, selon des modes de coopération, de concurrence ou de coexistence. [16]

3.2.2. Définition 2

Macro système composé d'agents autonomes qui interagissent dans un environnement commun pour réaliser une activité collective cohérente. [17]

3.2.3. Définition 3

Un système multi-agents (SMA) est constitué d'un ensemble de processus informatiques se déroulant en même temps, donc de plusieurs agents vivant au même moment, partageant des ressources communes et communiquant entre eux. Le point clé des systèmes multi-agents réside dans la formalisation de la coordination entre les agents. [10]

3.2.4. Définition 4

Un système dans lesquels des agents artificiels opèrent collectivement et de façon décentralisée pour accomplir une tâche

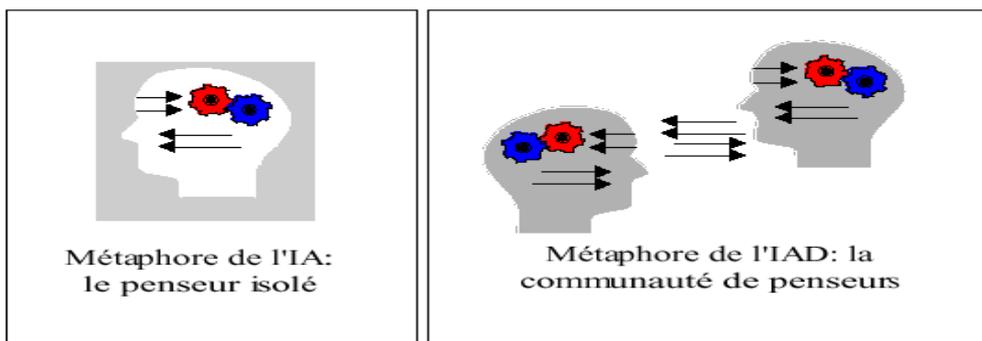


Figure II. 2. Les systèmes multi agents. [12]

3.2.5. Définition 5

Un système informatique composé de :

- un environnement,
- un ensemble d'objets passifs pouvant être perçus, créés, modifiés ou détruits par des agents,
- un ensemble d'agents actifs,
- un ensemble de relation qui relie les objets entre eux,
- un ensemble d'opérations ou de compétences offrant la possibilité aux agents de percevoir, produire, consommer, transformer et manipuler des lois de l'environnement,
- un ensemble de lois qui sont des opérateurs chargés de représenter l'application des action des agents sur le monde et la réaction de ce monde à ces actions et qu'on appellera des lois universelles ». [18]

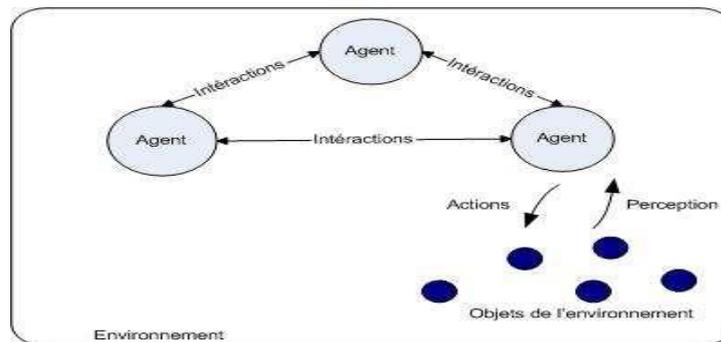


Figure II.3. Représentation d'un système multi-agents selon Ferber [18]

3.2.6. Définition 6

Un système multi agents est un réseau d'agents (solveurs) faiblement couplés qui coopèrent ensemble pour résoudre des problèmes qui dépassent les capacités ou les connaissances individuelles de chaque agent. Les agents sont autonomes et peuvent être de natures hétérogènes. Ainsi, les agents d'un SMA, n'ayant pas une visibilité globale sur leur environnement, ils ne peuvent avoir qu'un champ d'actions limité sur l'ensemble des objets de cet environnement. [18]

3.3. Architecture des SMA

Par ailleurs un SMA, en terme d'architecture peut être :

- ✓ **Ouvert** : Les agents y entrent et en sortent librement. C'est l'exemple des clients qui entrent et sortent dans une place de marché.
- ✓ **Fermé** : Le nombre des agents reste toujours le même. C'est le cas d'un match de foot.
- ✓ **Homogène** : Tous les agents sont construits sur le même modèle, et implémentés de la même façon. C'est le cas des colonies de fourmis.
- ✓ **Hétérogène** : Les agents ne sont pas construits sur le même modèle et sont implémentés différemment. [19]

3.4. Caractéristiques des SMA

- ✓ **Autonomie** : Pas de contrôle global du système multi-agent
- ✓ **Distribution** : Les données sont distribuées dans les agents et l'environnement
- ✓ **Localité** : Chaque agent a une vue limitée
- ✓ **Partialité** : chaque agent a un point de vue partiel
- ✓ **Asynchronisme** : Les agents sont des unités de calcul asynchrones
- ✓ **Décentralisation** : les données sont décentralisées. [20], [16]

3.5. Domaines d'applications des systèmes multi-agent

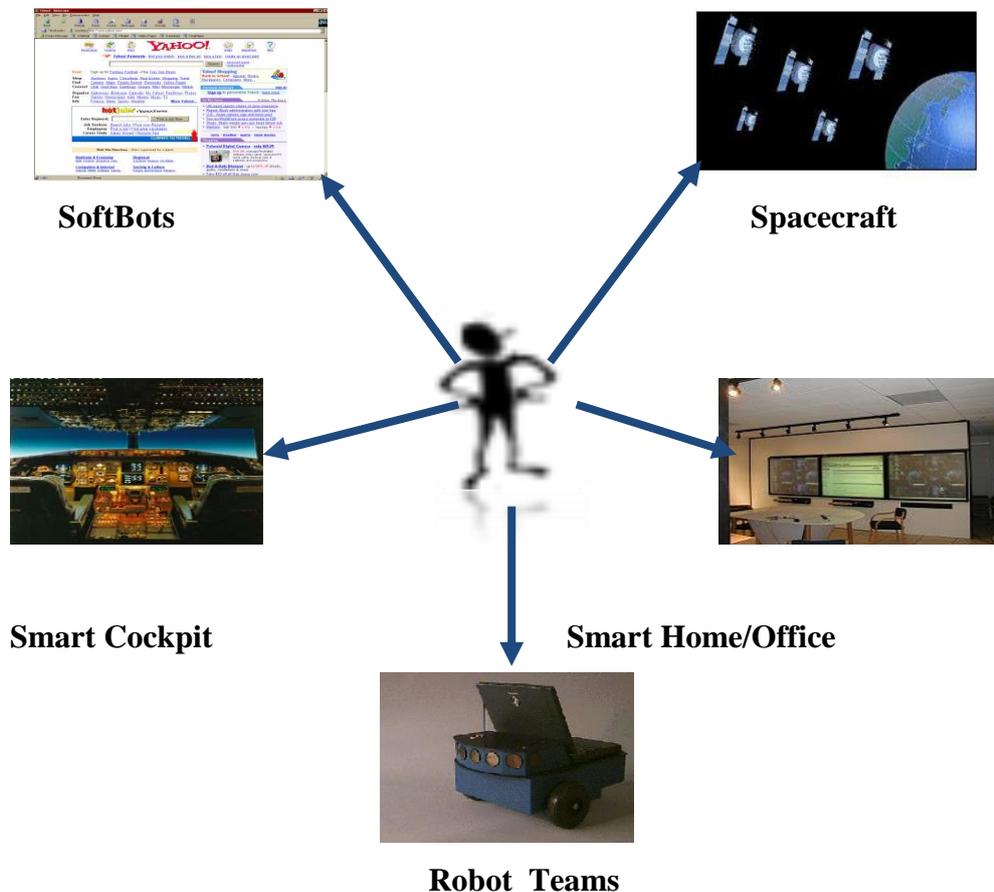


Figure II.4. Domaines d'application des systèmes multi agent. [9]

Les Systèmes Multi agents conviennent aux systèmes ouverts, généralement mal structurés où les approches classiques ne conviennent pas; aux environnements hautement distribués et dynamiques; aux résolutions de problèmes faisant intervenir coopération, interaction et négociation; aux problèmes de simulation et de formation de personnel via l'apprentissage. [21]

3.6. Intérêt et utilité des systèmes multi-agent

- **Modularité** : Lorsque la complexité des problèmes est trop vaste pour être analysés globalement
 - ✓ approches locales plus rapides, entités simples
 - ✓ Vérification théorique de la validité de la solution souvent impossible
- **Adaptabilité** : les systèmes multi-agents peuvent s'adapter à des modifications de structure ou d'environnement.
 - ✓ apparition/disparition d'agents

- ✓ environnement dynamique réel
- Conception Génie Logiciel en termes d'unités autonomes en interactions
 - ✓ conçues par des pers, équipes ou entreprises différentes
 - ✓ possible successeurs des systèmes à objets
 - ✓ en plus autonomie et répartition des prises de décision
- réactivité, distribution, simplicité des unités.
- **La vitesse** est principalement due au parallélisme, car plusieurs agents peuvent travailler en même temps pour la résolution d'un problème.
- **La fiabilité** peut être également atteinte, dans la mesure où le contrôle et les responsabilités étant partagés entre les différents agents, le système peut tolérer la défaillance d'un ou de plusieurs agents. Si une seule entité contrôle tout, alors une seule défaillance de cette entité fera en sorte que tout le système tombera en panne.
- Leur capacité à fournir la robustesse.
- Permettre l'interopérabilité des systèmes existants.
- les systèmes multi-agents héritent aussi des bénéfices envisageables du domaine de l'intelligence artificielle comme le traitement symbolique (au niveau des connaissances), la facilité de maintenance, la réutilisation et la portabilité.
- La résolution de problèmes complexes.
- L'intégration d'expertise incomplète,
- La réutilisation.
- L'adaptation à la réalité

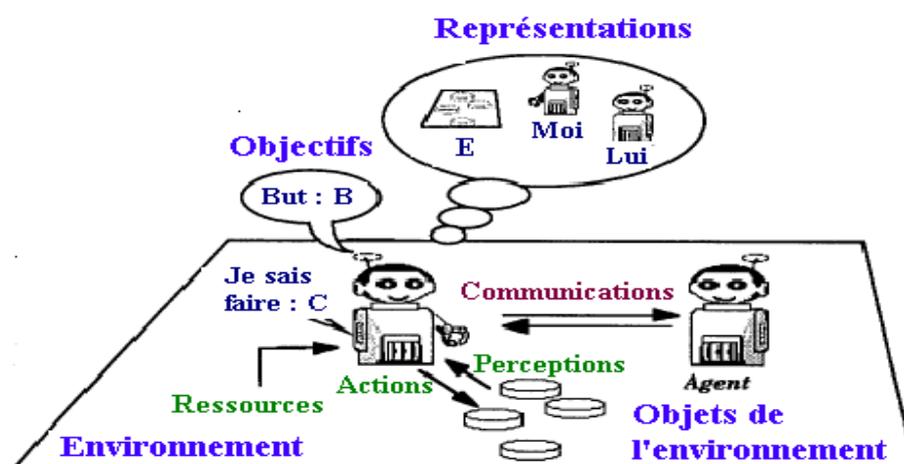


Figure II.5. Qu'apprend un agent dans SMA ? [23]

3.7. Environnement du SMA : espace commun aux agents du système, cet environnement est doté d'un ensemble d'objets pouvant être :

- ✓ **Situés** (à tout moment il est possible de déterminer la position d'un objet)
- ✓ **Passifs** (ces objets peuvent être perçus, détruits, modifiés par les agents)
- ✓ **actifs.**
- ✓ **centralisé** : tous les agents ont accès à la même structure;
- ✓ **distribué** : assemblage de cellules disposées en réseau ; chaque cellule gère les influences des agents qui sont localisés sur cette cellule. [23]

3.8. Les différentes catégories d'agents

Deux grandes catégories d'agents peuvent être distinguées : Les agents réactifs et Les agents cognitifs

a) Les agents réactifs

Les agents réactifs sont les plus sommaires. Ils ont un comportement du type « stimulus – réponse ». L'agent réactif ne possède pas une représentation complète de son environnement et n'est pas capable de tenir compte de ses actions passées.

Les systèmes multi-agents constitués uniquement d'agents réactifs possèdent un grand nombre d'agents. La convergence du comportement de l'ensemble des agents vers un état décisionnel stable n'est pas forcément assurée, et si un état stable est atteint, il n'est pas sûr qu'il s'agisse de la solution optimale. [24]

b) Les agents cognitifs

Les agents cognitifs sont plus évolués. Ils sont le résultat direct des recherches menés dans le domaine de l'intelligence artificielle. Les agents cognitifs ont une représentation globale de leur environnement et des autres agents avec lesquels ils communiquent. Ils savent tenir compte de leur passé et s'organisent autour d'un mode social d'organisation.

Les systèmes multi-agents constitués uniquement d'agents cognitifs sont constitués d'un nombre d'agents assez faible. Ils réclament des ressources plus importantes que les systèmes d'agents réactifs. La convergence du système vers un état décisionnel stable n'est pas non plus assurée par l'utilisation de ce type d'agents, mais ils permettent de résoudre des problèmes plus complexe et nécessitant une plus grande abstraction. [24]

3.9. Comparaison entre un agent réactif et un agent cognitif

agent réactif	agent cognitif
Pas de représentation explicite	Représentation explicite de l'env.
Pas de mémoire de son histoire	Peut tenir compte de son passé
Fonctionnement Stimulus/action	Agents complexes
Grand nombre d'agents	Petit nombre d'agent
Représentation du monde <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sub-symbolique (perceptions) 	Représentation du monde <ul style="list-style-type: none"> ▪ Symbolique
Comportement <ul style="list-style-type: none"> ▪ Réflexe 	Comportement <ul style="list-style-type: none"> ▪ Orienté but

Tableau II.2. Comparaison entre agent réactif et un agent cognitif

3.10. L'organisation des agents dans un système multi-agent

3.10.1. La communication entre agents

3.10.1.1. Les types de communications

Pour se coordonner entre eux, pour négocier, et pour coopérer les agents ont besoin de communiquer. Cette communication peut être directe ou indirecte :

- **La communication indirecte** : se fait en apportant des modifications sur l'environnement. Ainsi un agent émetteur effectue des modifications sur l'environnement ; l'agent récepteur perçoit la modification et interprète le message. L'agent émetteur peut propager des signaux, ou laisser des traces dans l'environnement. [18]
- **La communication directe** : se fait via l'envoi de messages entre agents, elle est souvent associée à une action. Cet acte de communication directe consiste en une transmission d'informations d'un émetteur vers un récepteur. Pour faciliter cette transmission, l'information est codée à l'aide d'un langage, par l'émetteur, et elle est décodée par le récepteur dès son arrivée [Badeig05]. Ceci est illustré par la figure suivante. [18]

3.10.1.2 Les modèles de communication

Les agents communiquent entre eux à l'aide de protocoles de communication. Leur communication peut être de deux types : par partage d'information ou par envoi de message.

- **Communication par partage d'information**, toute l'information sur le système est centralisée dans une structure de données globale. Les agents viennent lire et écrire dans cette base de données pour faire évoluer le système qui contient initialement les données du problème. Ce type de communication, appelé « tableau noir » ou « blackboard ». D'apparence assez simple, ce mode communication centralisé implique que les agents effectuent un grand nombre de requêtes sur un seul et unique site central. De plus, le fonctionnement global du système n'est pas purement multi-agents puisque le comportement d'un des agents est dépendant du contenu d'une base de connaissances commune. [24]

➤ Communication par tableau noir

SMA à contrôle centralisé ou à base de tableau noir se compose de trois éléments :

- ✓ **Les sources de connaissances (knowledge sources)** : la connaissance du domaine nécessaire pour la résolution du problème, est partagée entre plusieurs modules appelés sources de connaissances
- ✓ **Le tableau noir (blackboard)** :
Il contient une description de l'état de la résolution sous forme d'entités appelées souvent fait, hypothèses ou nœud, il est organisé sous forme de niveaux qui permettent une décomposition de la description de la solution en niveaux d'abstraction. [25]
- ✓ **Le mécanisme de contrôle**
Le mécanisme de contrôle a pour rôle de choisir, parmi les sources de connaissances dont la partie condition est vérifiée, celle dont la partie action sera exécutée, réintroduisant aussi de nouvelles hypothèses dans le blackboard et permettant à la résolution de se poursuivre, l'aide au choix des sources de connaissance à activer fera par le biais des événements.
Ces événements sont engendrés par la création ou la mise à jour d'une hypothèse dans le blackboard, ils sont placés dans une liste qui sera traitée par le mécanisme de contrôle. [25]

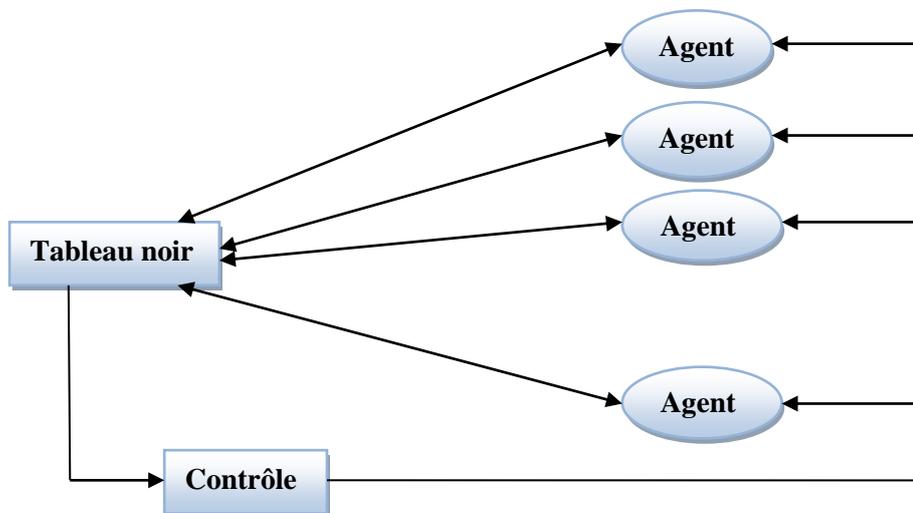


Figure II.6. Communication entre agent par partage d'information [25]

- **Communication par envoi de message**

Les systèmes multi-agents fondés sur la communication par envoi de message se caractérisent par le fait que chaque agent possède une représentation propre et locale de l'environnement qui l'entoure. Chaque agent va alors interroger les autres agents sur cet environnement ou leur envoyer des informations sur sa propre perception des choses. La communication se fait soit en mode point à point, soit en diffusion. Cette communication permet de réaliser un véritable système multi-agents puisque chaque agent possède sa propre base de connaissance. Par contre, il est plus difficile d'assurer une convergence globale du système. De plus, dans un environnement distribué, la communication entre un grand nombre d'agents peut très vite amener à une saturation du réseau compte tenu de la grande quantité de messages échangés. [24]

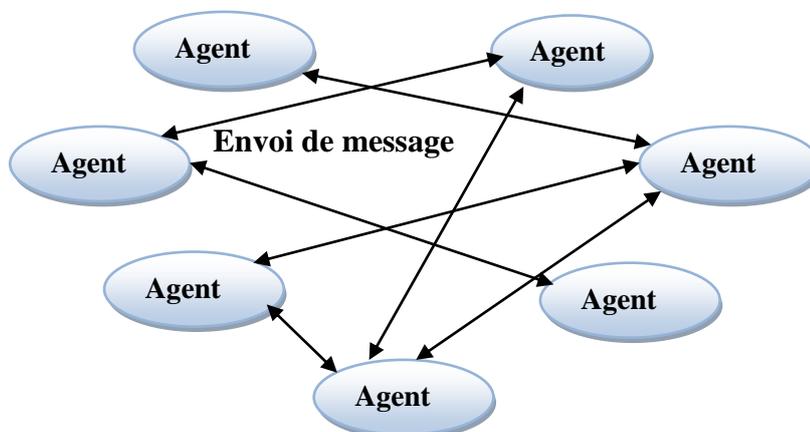


Figure II.7. Communication entre agent par envoi de message [25]

3.10.1.3. Les protocoles de communication

Pour que les agents puissent coopérer avec d'autres agents et réagir à son environnement, ils ont besoin d'un langage commun entre eux, on cite parmi ces langages trois sections :

Protocole d'interaction, c'est une stratégie de niveau élevé poursuivi par les agents logiciels en interaction.

Le langage de communication, c'est le médium par lequel les attitudes concernant le contenu du message échangé sont communiquées.

Le protocole de transport, c'est le mécanisme réel de transport utilisé pour la communication en utilisant le langage de communication. ces protocoles incluent TCP/IP, SMTP, http, IIOP, etc [26]

3.10.2. Principes d'interactions dans les SMA

Pour résumer les différents types d'interactions possibles entre agents, [Weiss00] propose le schéma suivant.

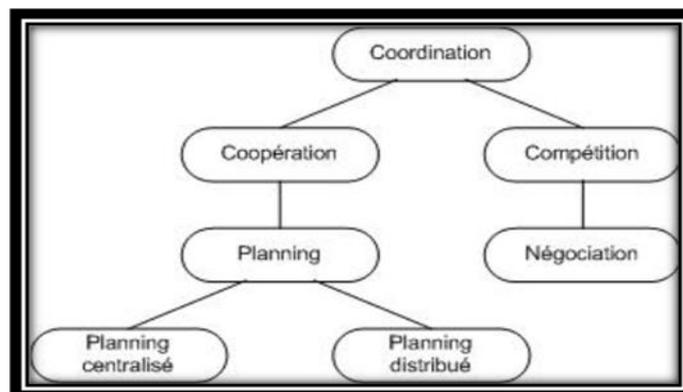


Figure II. 8. Formes d'interactions entre agent [18]

3.10.2.1. La coordination

[Weiss00] définit la coordination comme "la propriété d'un système composé d'au moins deux agents, exécutant des actions dans un environnement partagé". Cette notion de ressources partagées dans l'environnement implique la nécessité de la coordination. Les agents devraient coordonner leurs actions individuelles avec les autres pour aboutir à l'objectif global du groupe. Cette coordination permet alors :

- d'éviter les situations de conflits par la négociation pour les agents antagonistes (ayant des buts et des objectifs contradictoires),

– d’améliorer l’efficacité et l’utilité de chaque agent par la coopération pour les agents non antagonistes.

3.10.2.1.1. Les types de coordination : On distingue deux types de coordination :

- *Coordination classique* : les agents doivent être en mesure de reconnaître les interactions entre les différents sous-buts pour pouvoir, soit les ignorer, soit les résoudre.
- *Coordination dynamique* : les agents se communiquant leurs plans (partiels) et leurs buts selon un niveau d’abstraction approprié (partial global planning). [27]

3.10.2.2. La négociation

C’est une méthode de coordination qui permet à plusieurs agents, d’atteindre suite à un processus de communication et d’échange d’informations un accord mutuel pour entreprendre une action donnée d’une certaine manière. Elle induit, par cette communication, des relaxations de buts initiaux, des concessions mutuelles, des mensonges ou des menaces [Fayech03]. Elle est donc considérée comme une méthode de résolution de conflits en ;

- ✓ Coordonnant leurs actions,
- ✓ Se partageant des ressources limitées,
- ✓ Faisant valoir leurs points de vue différents.

Ceci afin de satisfaire au mieux leurs intérêts respectifs. Parmi les grands types de négociation on cite les suivants :

Négociation compétitive : Les agents d’intérêts différents, tentent un choix de groupe sur des alternatives bien définis, ils ont des buts indépendants et interagissent entre eux, ils sont a priori pas coopératifs, en compétition mais partagent de l’information.

Négociation coopérative : Les agents coopèrent pour un but commun et unique, ils sont donc collaboratifs, exemple : le contrôle aérien, collaboration de stratégies...etc. [28]

3.10.2.3. La coopération

La coopération est la coordination parmi des agents non antagonistes, qui cherchent à se satisfaire mutuellement sans se gêner. Cette coopération, initiée par un échange d’information, est souvent associée à la notion de collaboration. La collaboration est une forme d’interaction qui étudie la manière de répartir le travail, et par conséquent l’allocation de tâches, entre plusieurs agents. En effet l’allocation de tâches peut se faire dès la conception du système multi-agents, en définissant une organisation de résolution de problèmes qui est non adaptable. Mais dans d’autres cas, on peut avoir une allocation de tâches qui se fait d’une

manière dynamique suite à un processus de coopération entre agents, de manière à ce que la planification des actions individuelles à entreprendre par chaque agent, se fasse aussi d'une manière dynamique. [18]

Les modèles d'allocation des tâches peuvent être soit centralisés, un agent se charge alors de décomposer le problème et de le répartir, soit distribué, chaque agent est alors capable de décomposer le problème et de répartir les différentes tâches qui en résultent. Le modèle d'allocation distribué permet une meilleure utilisation des ressources des stations de travail mais la cohérence globale du système est plus compliquée à maîtriser.

La collaboration entre agents peut parfois être de type conflictuel. Dans ce cas, les agents peuvent avoir des buts identiques mais des vues divergentes voire totalement opposées. Les conflits entre les différents agents peuvent être résolus de deux manières différentes :

Grâce à un contrôle centralisé qui se charge, en dernier lieu, de prendre la décision. Par négociation entre les différents agents en conflits.

Si le principe de la négociation semble plus intéressant pour faire émerger des solutions innovantes, ce choix pose d'énormes difficultés notamment dues aux limitations linguistiques des agents et à une trop longue convergence de la négociation quand les conflits d'intérêts sont trop importants. [24]

4. Conclusion

Nous avons vu, tout au long de ce chapitre que le plus grand avantage d'utilisation des agents s'appuie sur les capacités et les connaissances individuelles de chaque type d'agent. Cette étude nous permettra de bien construire et surtout de bien comprendre le fonctionnement et les interactions qui existent entre les différents agents qui composent notre système multi-agent.

1. Introduction

La partie conception dans un projet informatique a une très haute importance, elle permet d'avoir une idée de ce qu'on doit programmer, et déterminer les différentes fonctionnalités de l'application, leurs conditions et l'ordonnement de leurs déroulements.

Nous avons vu précédemment en détail le domaine du e-learning, les agents et les systèmes multi-agents, dans ce chapitre on abordera la modélisation de notre application en utilisant le langage de modélisation UML.

2. Objectif de notre application

D'après notre étude effectuée dans le mini projet sur les plateformes du e-learning nous avons remarqué que les apprenants sont perdus pendant toute leur formation à distance. Pour cela, le but de notre application est de réaliser un système multi-agent qui permet de suivre et de guider les apprenants durant toutes leurs formations à distance. Chaque agent dispose d'une certaine mesure de ces actions, nous allons définir les différentes interactions entre les agents par des diagrammes qui schématiseront mieux leurs fonctionnements dans notre application.

Nous allons essayer à travers notre modèle de bien satisfaire les attentes des apprenants et de leur garantir une très bonne qualité de formation.

3. Motivation

Dans un contexte de FAD, le suivi se présente comme une tâche aussi difficile qu'importante pour la réussite de la formation. C'est pourquoi son instrumentation joue un rôle primordial dans le processus de conception de formation.

Le suivi des apprenants est une tâche centrale dans tout dispositif de FAD, le passage d'un système de formation présentiel à celui complètement ou partiellement à distance a soulevé le problème du sentiment d'isolement de l'apprenant face à la machine, pour remédier ce problème, les concepteurs de formations proposent d'augmenter l'intérêt et l'attrait de la formation aux yeux de l'apprenant, un rôle plus actif est donné à l'apprenant, accompagné d'une hausse de l'interactivité et de l'adaptabilité du contenu. Le suivi de l'apprenant permet d'identifier ses besoins en matière d'accompagnement pédagogique et ainsi d'instaurer une

meilleure relation entre l'apprenant et sa formation, que cela soit réalisé par des rapports entre apprenants et tuteurs ou entre apprenants et la plate-forme de formation.

Le suivi joue également un rôle administratif, puisque sans information sur la progression et les résultats obtenus par les étudiants il est impossible de certifier leurs niveaux de compétence. En outre, les informations de suivi permettent de réaliser des bilans statistiques nécessaires à l'évaluation de la formation

4. Architecture générale de l'application

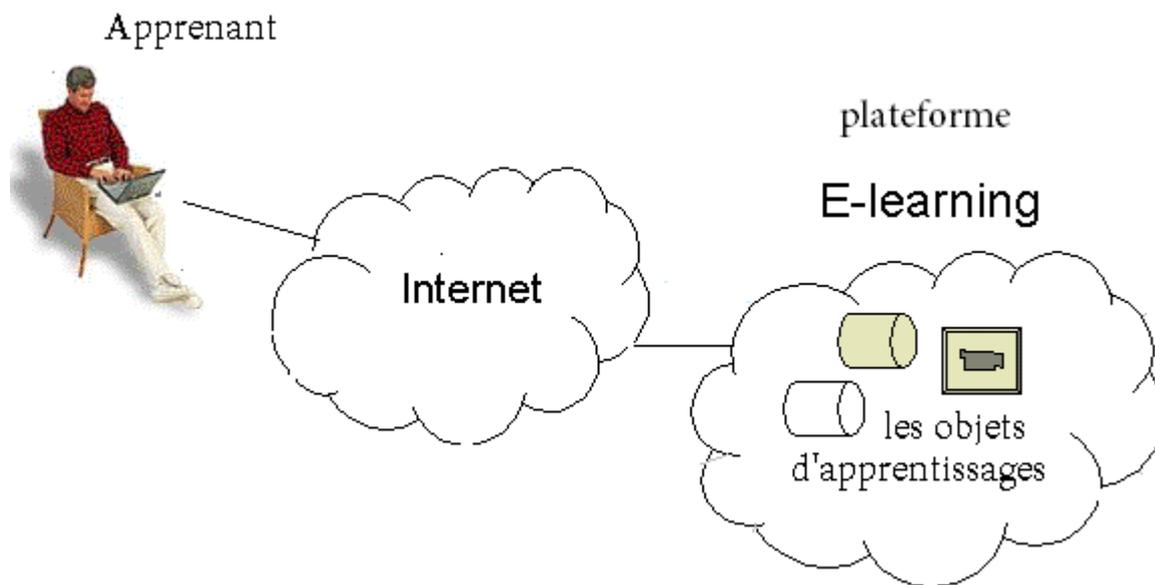


Figure III.1. Architecture générale de l'application

L'apprenant peut se former seul, à son rythme, en fonction de sa disponibilité. Il lui suffit de se connecter sur un site via une connexion internet. C'est l'atout principal de la formation à distance : la majorité des stagiaires sont attirés par ce mode de formation pour son aspect pratique. Il permet de gérer son temps à sa convenance et de se former malgré des contraintes personnelles, professionnelles ou géographiques. L'accès aux ressources de la formation est permanent: l'apprenant pourra donc facilement reprendre ou approfondir un point de cours déjà vu: la progression de sa formation se fait "sur mesure" et n'est plus rigide et linéaire !

La plate-forme diffuse des objets d'apprentissage (c'est-à-dire cours en ligne avec mise en pratique par le biais d'exercices ou de quizz...). Elles offrent une multitude d'outils favorisant les interactions asynchrones : forum, faq, blog multiutilisateurs, partage de documents, voire même des interactions synchrones grâce à la mise à disposition de classes virtuelles (ou

solution « d'e-meeting » avec chat) permettant des échanges entre formateur et formés – avec possibilité d'organiser un « webinar » -, parfois en version open source.

Le recours à l'e-mail est également envisageable, en complément, pour établir un rythme dans la formation.

5. Architecture détaillée de notre application

L'architecture adoptée pour notre application est l'architecture 3-tiers. Elle permet de rendre les trois couches (présentation (utilisateur), métier et accès aux données) indépendantes les unes des autres grâce aux interfaces.

➤ La couche Présentation

Elle représente le premier niveau de l'architecture et elle est la partie visible de l'application interactive avec l'utilisateur. Dans notre cas, c'est la couche d'interface avec l'utilisateur ou (UI = User Interface) pour les données saisies par l'utilisateur ou affichées à l'utilisateur.

➤ La couche Métier

C'est la couche du second niveau de l'architecture. Elle représente la partie fonctionnelle de l'application. Cette couche opère sur les données en fonction des requêtes des utilisateurs effectuées au travers de la couche présentation (couche intermédiaire). Elle contient les règles métier de l'application, pour notre application de FAD ce sont les règles qui permettent de calculer les niveaux obtenus par les différentes Quiz des cours, une fois que l'on connaît les notes obtenues par chacune d'elles. Cette couche a besoin de données pour travailler. Par exemple dans notre application :

- Les notes des apprenants obtenus lors de leurs passages des QUIZ des différents chapitres
- Le niveau des apprenants pour qu'ils puissent passer au prochain chapitre.

➤ La couche accès aux données (DAO = Data Access Object)

Pour les données déjà enregistrées dans des fichiers ou bases de données la fonction principale de cette couche est de gérer les données. La façon dont elle organise, manipule et stocke les données est transparente vis-à-vis des applications externes et des utilisateurs.

5.1. Description des agents de notre application

Nous allons décrire les différents agents qui composent notre système, leurs organisations ainsi que l'échange des informations entre eux. Dans notre système nous avons opté pour la communication par message afin de simplifier les tâches de chaque agent, les messages sont au format texte, formatés d'une manière à simplifier leur découpage pour extraire et interpréter leur contenu, un protocole de communication spécifique est utilisé pour assurer l'échange de message inter-agents.

➤ **Agent d'interface :**

Le premier agent est l'agent d'interface, il permet au premier lieu de lancer la plateforme FAD, il est déclenché par l'apprenant. Cet agent accompagne l'apprenant tout au long de sa formation à distance, il lit ce que l'apprenant va introduire comme demande et envoie cette demande à l'agent adéquat pour la réaliser, il permet aussi d'afficher les différentes interfaces de notre application suivant la demande des autres agents.

➤ **Agent authentification :**

Il est responsable de l'authentification de l'apprenant, il vérifie le login et le mot de passe dans la base de données et retourne le résultat (apprenant inscrit/non inscrit). Si l'apprenant est inscrit, il envoie une demande de lancement des cours à l'agent suivi sinon il affiche à l'apprenant l'interface d'inscription pour qu'il puisse s'inscrire.

➤ **Agent suivi :**

C'est l'agent le plus important dans notre application, il est en interactions permanente avec tous les agents de notre application, il est responsable de suivre l'apprenant pendant toute sa formation à distance, c'est lui qui permet à l'apprenant d'accéder aux cours et il est responsable d'envoyer des demandes d'affichage des différentes interfaces tel que l'interface du chapitre et du quiz à l'apprenant, il permet aussi l'enregistrement du nom du chapitre lu et le quiz passé par l'apprenant et la note obtenue lors du passage du Quiz et le niveau attribué à l'apprenant.

➤ **Agent Quiz :**

Il est chargé de calculer la note et le niveau de l'apprenant pour chaque chapitre, si la note est supérieure ou égale à 0 et inférieure ou égale à 4 alors le niveau de l'apprenant est « faible » et il informe l'agent suivi que le niveau est faible pour qu'il demande à l'agent interface d'afficher

un chapitre supplémentaire après il envoi par message à l'agent interface les questions du Quiz supplémentaire.

Si la note est supérieur strictement à 5 et inférieur ou égal à 7 alors le niveau est « bien » ou bien la note supérieur strictement à 7 et inférieur ou égal à 10 le niveau est « très bien » dans ces deux cas l'agent Quiz envoi à l'agent suivi que le niveau est bien ou très bien pour qu'il demande à l'agent interface d'afficher l'interface du chapitre suivant (c'est-à-dire passer à un niveau d'étude plus supérieur).

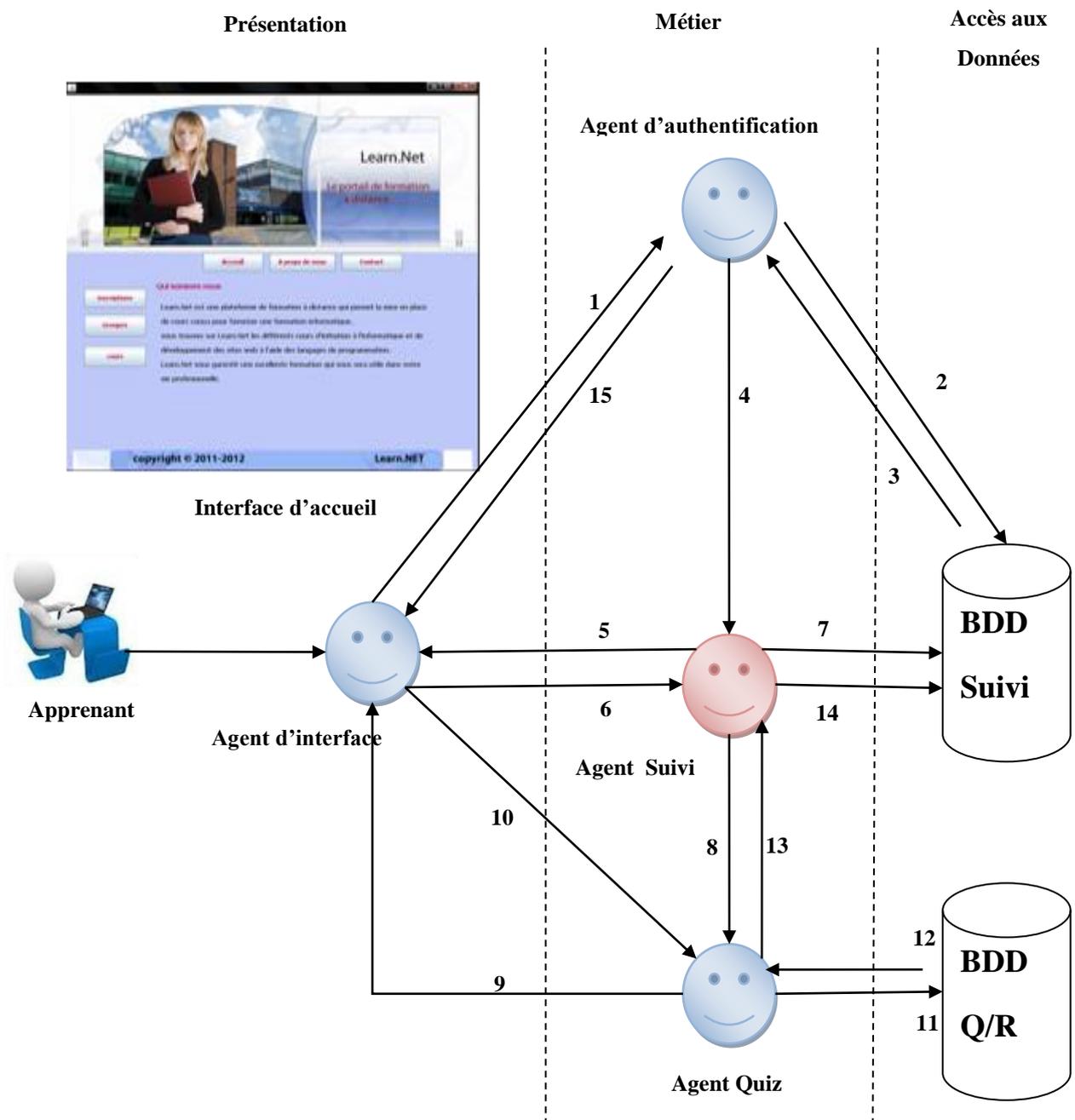


Figure III.2. Architecture détaillée de l'application.

- **1** : l'agent interface envoie à l'agent authentification le login et le mot de passe qui sont introduit par l'apprenant lors de l'opération d'authentification.
- **2** : l'agent authentification vérifie le login et le mot de passe de l'apprenant authentifie dans la base de données par envoi de requête.
- **3** : l'agent authentification récupère le résultat de l'authentification.
- **4** : si le login et le mot de passe sont correctes l'agent authentification demande par envoi de message à l'agent suivi de permettre à l'apprenant d'accéder aux cours.
- **5** : l'agent suivi demande par envoi de message à l'agent interface d'afficher l'interface des cours qui contient l'ensemble des chapitres pour chaque groupe et d'afficher l'interface du Quiz quand l'apprenant terminera la lecture du chapitre.
- **6** : l'agent interface affiche l'interface des cours à l'apprenant et l'interface du Quiz après la lecture du chapitre et envoie par message le nom du chapitre lu et du Quiz à passer à l'agent suivi pour les enregistrer dans la base de données suivie.
- **7** : l'agent suivi sauvegarde le nom du chapitre et le nom du quiz à passer dans la base de données suivie.
- **8** : l'agent suivi demande par envoi de message à l'agent Quiz d'envoyer les questions de Quiz à l'apprenant.
- **9** : l'agent Quiz envoie les questions du Quiz du chapitre lu à partir de la base de données des questions/reponses à l'agent interface pour qu'il les affiche à l'apprenant.
- **10** : quand l'apprenant répond aux questions du quiz, l'agent interface envoie par message les réponses à l'agent Quiz.
- **11** : l'agent Quiz vérifie les réponses dans la base de données questions/reponses.
- **12** : l'agent Quiz récupère les résultats de la vérification des réponses.
- **13** : l'agent Quiz calcule la note de l'apprenant et lui attribue le niveau suivant la note obtenue et l'envoie par message à l'agent suivi.
- **14** : l'agent suivi enregistre la note et le niveau dans la base de données suivie et les renvoie à l'agent interface afin de les afficher à l'apprenant.

6. Conception UML

Nous avons optés pour les diagrammes UML a cause de leurs variété et leurs richesse, car UML est un langage formel et normalisé qui nous offre un gain de précision avec un gage de stabilité si bien qu'il est un support de communication performant , facile et compréhensible du fai de sa souplesse. Différentes vues complémentaire sont offerte d'une manière claires par les diagrammes UML.ils permettent de représenter le système selon des différents vues complémentaires.

Pour cela nous commencerons par le diagramme de classe et puis le diagramme de cas d'utilisation générale qui permet une vue globale de système. Dans un troisième lieu nous constituons la chronologie des opérations par les diagrammes de séquences.

6.1. Diagramme de classe

Est le point central dans un développement orienté objet. En analyse, il a pour objet de décrire la structure des entités manipulées par les utilisateurs.

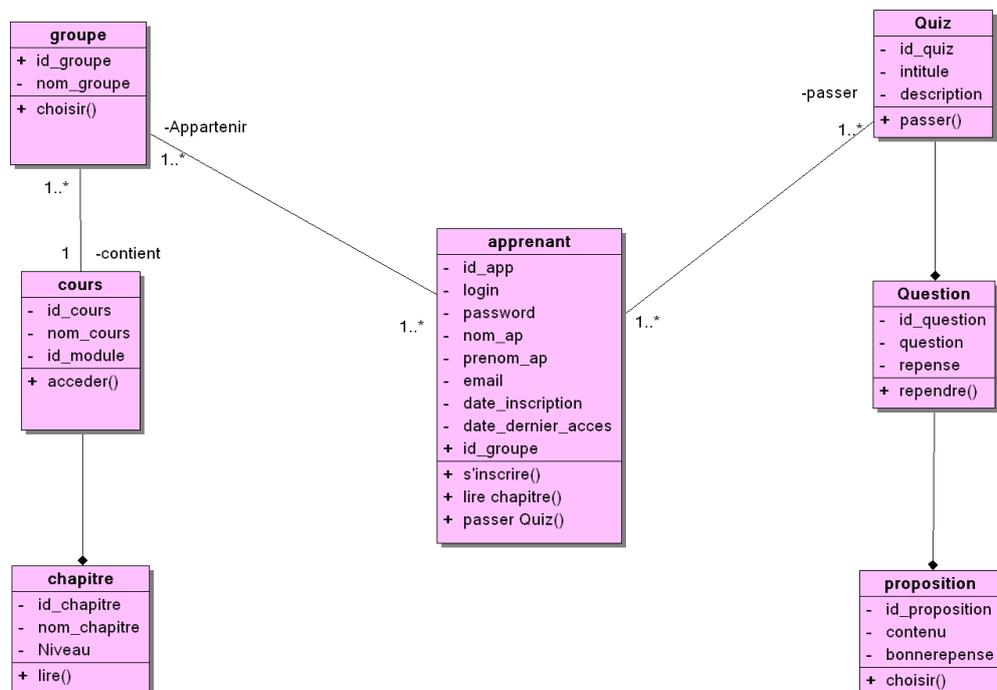


Figure III.3. Diagramme de classe

6.2. Diagramme de cas d'utilisation

On s'appuie exclusivement sur le diagramme de cas d'utilisation, qui est utilisé dans l'activité de spécification des besoins. En tout, ce diagramme est une représentation des fonctions du système du point de vue de l'utilisateur.

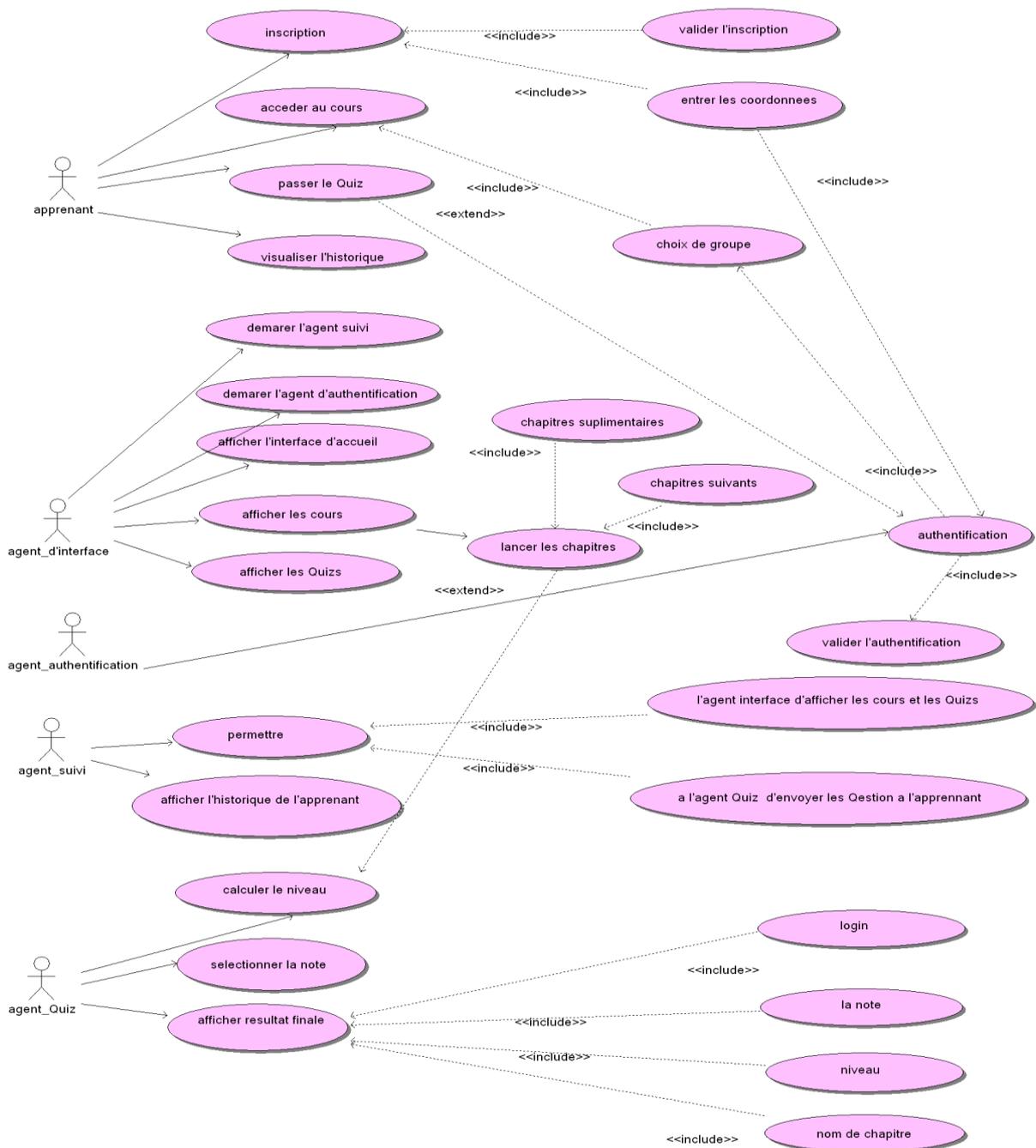


Figure III.4. Diagramme de cas d'utilisation générale de notre système

6.3. Diagramme de séquence

Il représente les échanges de messages entre objets, dans le cadre d'un fonctionnement particulier du système. les diagrammes de séquence servent d'abord à développer en analyse les scénarios d'utilisation du système.

6.3.1. Authentification de l'apprenant

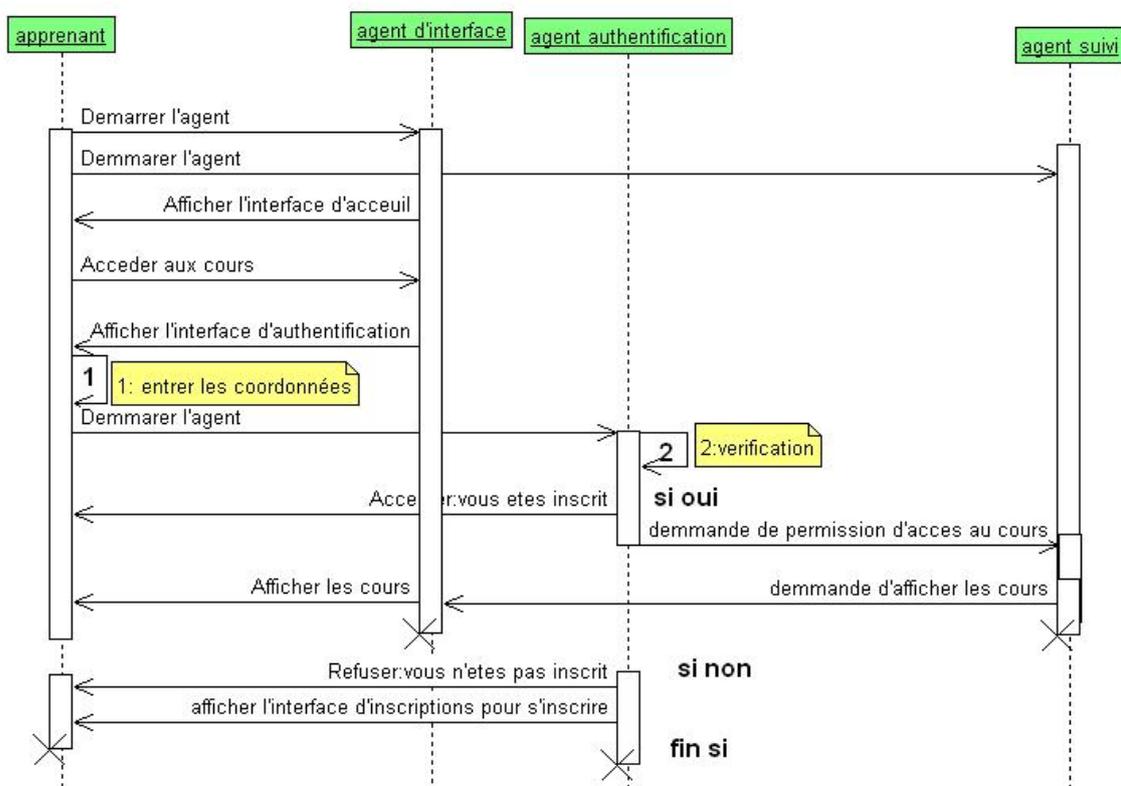


Figure III.5. Diagramme de séquence « authentification de l'apprenant »

6.3.2. Passage de QUIZ

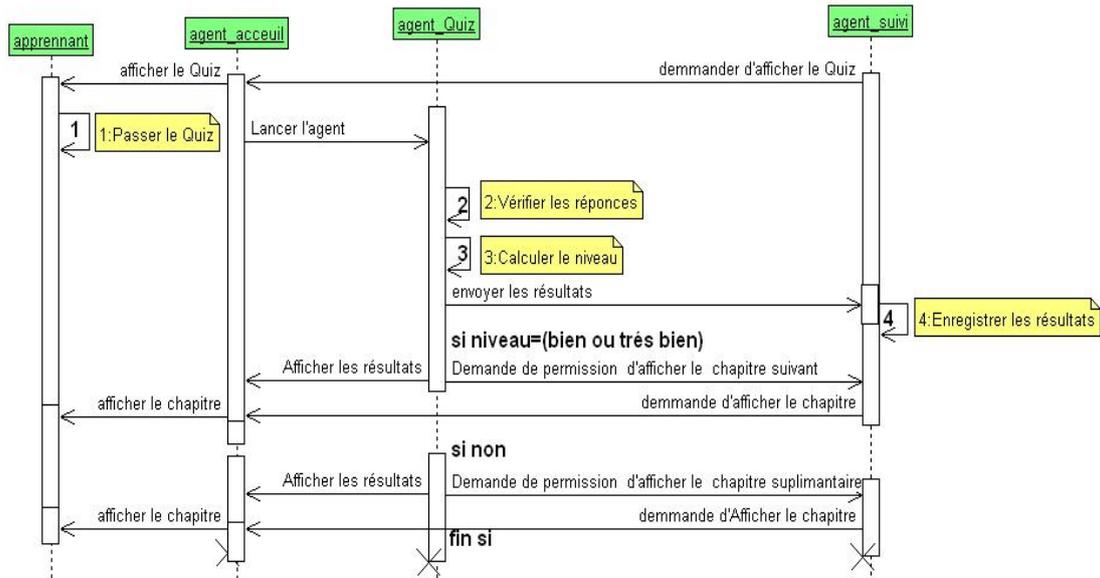


Figure III.6. Diagramme de séquence « passage de Quiz ».

7. Conclusion

Durent ce chapitre, nous avons décrit le fonctionnement de notre application ainsi que nous avons présenté les différents aspects liés à la conception de notre solution basé sur un système multi agents dont lequel nous avons présenté la description des agents, leurs organisations ainsi que les modes de communication entre eux.

Dans le chapitre suivant, nous présenterons l’implémentation et la réalisation de ce système.

1. Introduction

Après avoir accomplie la partie conception de notre solution nous entamerons dans ce chapitre l'implémentation de notre application, dans cette partie nous citons nos choix technique : la plateforme multi-agents, le langage de programmation, et le SGBD. Nous détaillerons aussi les outils de développement ainsi que nous allons justifier notre choix techniques, et on donnera ensuite des captures d'écrans qui illustrent les interfaces de notre application.

2. Environnement de développement

Dans le développement des applications, il faut respecter certains critères pour le choix des outils de développement. Parmi ces critères on cite:

- **La simplicité:** nous devant choisir des outils facile a utilisé et disponible pour la documentation
- **Le temps :** nous utilisons des outils qui minimisent le temps de développement, et facilitent l'implémentation de l'application
- **La stabilité:** les outils utilisés devant être les plus stables possibles pour facilité le débogage
- **La licence:** la préférence va aux outils libres de droits qui n'imposent pas de restriction sur le développement de l'application.

2.1. La plateforme jade (Java Agent Développement Framework)

A l'heure actuelle, Plusieurs outils ont été développés pour la réalisation des agents, mais ces plates formes ne répondent pas aux critères que nous sommes fixés.

Le Framework JADE [10] est un Framework implémenté en Java. Il est open-source et Distribué par Telecom Italie sous la License LGPL.

. Son but est de simplifier le développement des systèmes multi-agents en conformité avec la norme *FIPA* pour réaliser des systèmes multi-agents interopérables.

JADE utilise l'abstraction *Comportement* pour modéliser les tâches qu'un agent peut exécuter et les agents instancient leurs comportements selon leurs besoins et leurs capacités.

De point de vue de la programmation concurrente, un agent est un **objet actif**, ayant un thread de contrôle. JADE utilise un modèle de programmation concurrente "un thread par agent" au lieu d'un modèle "un thread par comportement" pour éviter une augmentation du nombre de threads d'exécution exigés sur la plate-forme d'agents. Ceci signifie que, pendant que les agents différents s'exécutent dans un environnement multi threads de préemption, deux comportements d'un même agent sont les plus communes dans la programmation des agents, tels que l'envoi et

la réception des messages et la décomposition des tâches complexes en des agrégations de tâches plus simples.

Nous avons choisi JADE aussi pour les raisons suivantes

- Facile à installer.
- utilise un langage puissant et stable (java).
- documentation détaillée.
- 18 intégrations avec d'autres outils de développement
- licence libre (LGPL): utilisée par certains logiciels libres [bellifemine f, govani, tiziani t, rimassa]

2.2. Environnement Netbeans

JAVA est le langage de programmation que nous avons choisi, il facilite la migration d'une conception d'objet vers une implémentation de classe grâce à son aspect Orienté Objet.

L'IDE Netbeans est un produit gratuit, utilisée pour la création d'application bureautique, les partenaires privilégiés fournissent des modules à valeur rajoutés qui d'intègrent facilement la plate forme et peuvent être utilisés pour développer des propres outils et solution.

2.3. Système de gestion de base de données

Un SGBD est une collection de logiciels qui sont chargés de créer, gérer et interroger une ou plusieurs Base de données.

Nous avons choisi MYSQL qui fonctionne selon une architecture client/serveur, prend en charge les fonctionnalités de protection et de sécurité et fournit un ensemble d'interfaces de programmations facilitent l'accès aux données.

Le langage SQL (structured Query langage) qui est considéré un langage d'accès aux bases de données relationnels, l'utilisation de ce langage est très large dans les systèmes de gestion de bases de données commerciaux.

2.4. Pourquoi utiliser MySQL ?

- Permet de masquer les détails complexe et fastidieux liés à l'utilisation de fichiers
- Gère les fichiers constituant une base de données.
- Prend en charge les fonctionnalités de protection et de sécurité.
- Elle fournit un ensemble d'interface de programmation (PHP) facilitant l'accès aux données.

3. Présentation de notre application

3.1. La fenêtre des agents

Afin de pouvoir visualiser les agents de notre application, nous avons créé la fenêtre suivante, Cette fenêtre représente est une console de la plate forme jade, c'est un explorateur qui permet de visualiser les conteneurs et les agents actifs du système lors de lancement des agents du serveur par l'administrateur de la plateforme.



Figure IV.1. Fenêtre administrateur pour le lancement des agents

❖ Interface graphique de JADE

La plateforme JADE offre une interface utilisateur(GUI), permettant de contrôler les états des agents par exemple arrêter, suspendre, et mettre en marche un agent, le RMA permet aussi de contrôler le cycle de vie de la plateforme et de tous les agents composants. Le RMA est un genre d'explorateur ou on peut visualiser les conteneurs ainsi que les agents actifs du système.

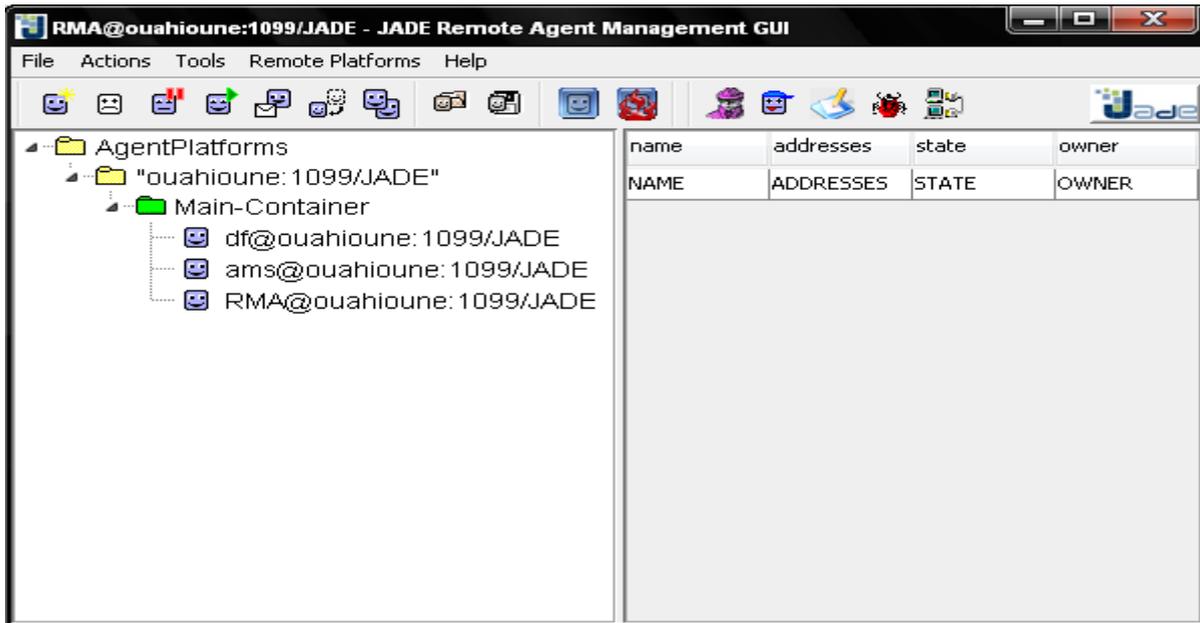


Figure IV.2. Interface graphique de JADE RMA

❖ La fenêtré des agents de notre application sur la plateforme JADE

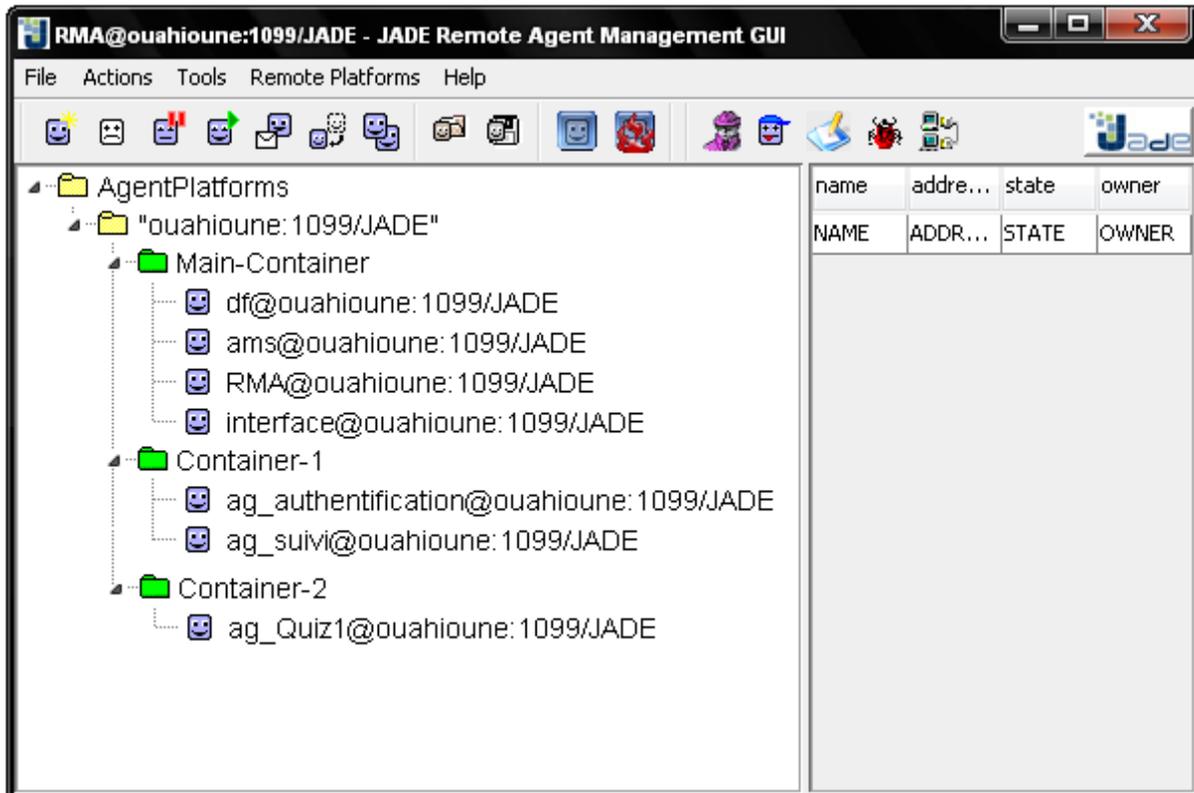


Figure IV.3. La fenêtré des agents de notre application sur la plateforme JADE

Sur cette interface de la plateforme de JADE on peut remarquer que les agents de notre système sont bien lancés

3.2. Les interfaces de notre application

❖ interface d'accueil

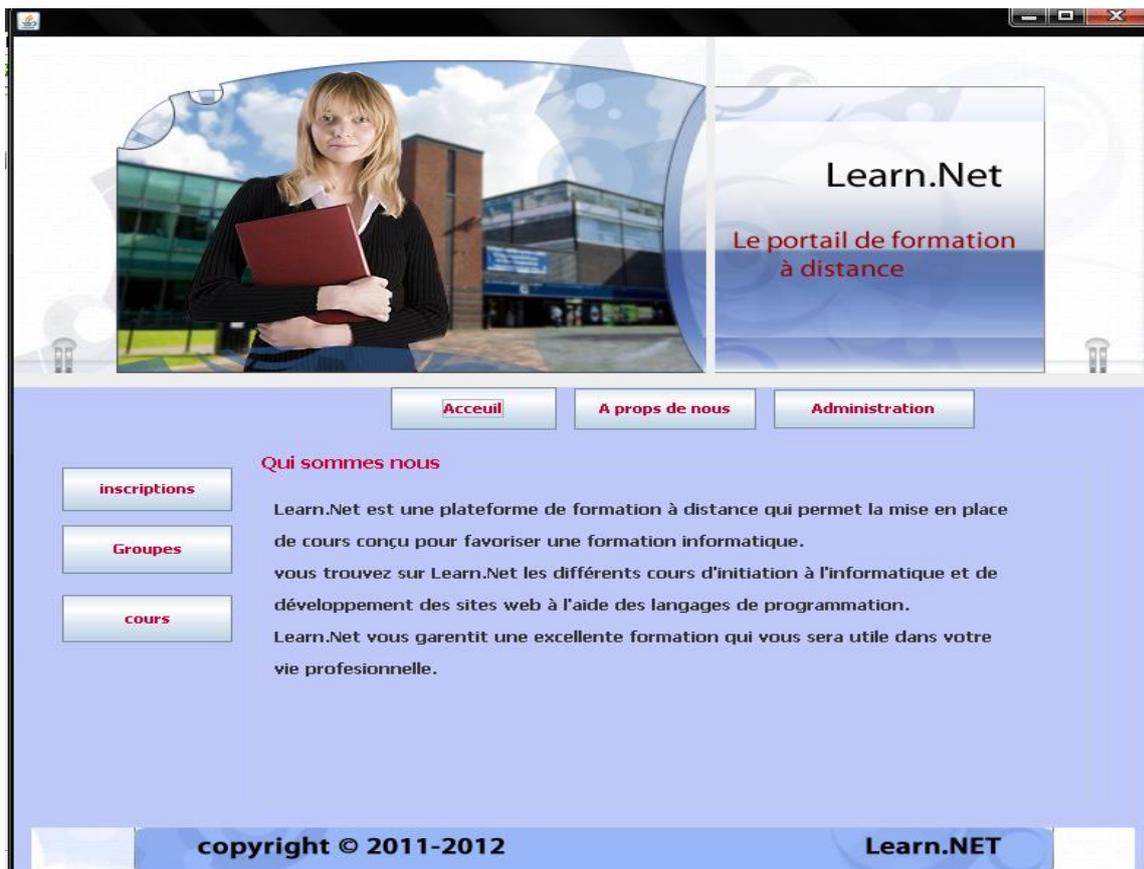


Figure IV.4. Interface d'accueil de notre application

Cette page contient une présentation générale de notre application Learn.Net et des boutons de commandes qui permettent l'inscription des apprenants, présentation des groupes, et les différents cours de la formation à distance

❖ interface d'inscription des apprenants



Figure IV.5. Interface d’inscription des apprenants

Cette page permet aux apprenants de s’inscrire sur Learn.Net en introduisant leurs informations personnelles. Cette interface permet aux apprenants de choisir leurs groupes de formations (JAVA/PHP).

❖ interface de présentation des groupes de formation JAVA et PHP



Figure IV.6. Interface des groupes de formation à distance JAVA et PHP

Cette page permet de présenter et de décrire aux apprenants les deux groupes dans les quelles ils vont suivre leurs formation à distance.

❖ **interface d'accès aux cours**



Figure IV.7. Interface d'accès aux cours

Cette page permet à l'apprenant d'accéder aux cours en choisissant son groupe dans le quelle il à inscrit.

❖ **Interface d'authentification**



Figure IV.8. Interface d'authentification

Cette interface permet aux apprenants de s'authentifier pour qu'ils puissent accéder aux cours disponible sur leurs groupes.

❖ **Interface des chapitres et leurs Quiz du groupe JAVA**



Figure IV.9. Interface des chapitres et leurs Quiz du groupe JAVA

Cette interface représente les chapitres et leurs Quiz pour les apprenants du groupe java, on trouve aussi dans cette interface l'historique de l'apprenant qui contient le login de l'apprenant, son groupe d'inscription, le chapitre lu, la note obtenu lors du passage du Quiz du chapitre et le niveau attribué après chaque fin du chapitre.

4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différents aspects liés à l'implémentation de notre système. Cette implémentation nous a émergé dans les nouvelles technologies telles que le paradigme d'agent et le e-Learning, ce qui nous a fait comprendre le fonctionnement de ces technologies et comment les utiliser pour aboutir aux objectifs que nous nous sommes fixés.

L'approche des systèmes multi-agent constitue un paradigme de programmation adéquat, puissant et efficace pour les applications complexes. En effet, la technologie « agent » offre des avantages pour la réalisation des tâches répétitives dans les systèmes dynamiques.

Dans ce travail, nous avons présenté un modèle de formation à distance pour les apprenants des langages de programmation informatique JAVA et PHP à base d'agents, l'utilisation d'une telle technologie dans le domaine de e-Learning en particulier, a beaucoup d'avantages, elle répond aux problèmes complexes comme les difficultés de suivi des apprenants. L'apprenant peut atteindre différents buts ou qu'il soit, via la plateforme de formation à distance ce qui facilite la transmission des données qui pourra se faire en tout temps et surtout en tout lieux.

En effet, vu sa conception, notre modèle pourrait bien accepter les enrichissements qui touchent le modèle de conception, par la suite elles peuvent être introduite dans d'autres objectifs ; par exemple on peut ajouter une application adaptée aux dispositifs mobiles elle permet aux apprenants de passer leurs Quiz (sous forme de QCM - question à choix multiples) et obtenir une collection de réponses. Le traitement s'effectue en temps réel et les résultats sont affichés immédiatement par un agent pour que la réaction soit rapide.

On peut aussi permettre aux élèves de recevoir sur leur appareil portable l'ensemble des questions posées par leurs camarades et qui n'ont pas encore été satisfaites par l'agent. Cet artifice permet aux élèves de voter en faveur d'une question, appuyant ainsi la ou les questions qu'eux-mêmes auraient souhaité poser.

La réalisation de ce projet nous a permis de mettre en pratique nos connaissances théoriques, et nous nous sommes entre autre familiarisés avec la plateforme JADE pour l'implémentation des systèmes multi-agents.

Bibliographie

- [1] : Lamia BERKANI, « définition des concepts et proposition d'un langage de spécification des scénarios d'apprentissage », mémoire de Magister en Informatique, Institut National de formation en Informatique (INI), 2007-2008.
- [2] : www.learnperfect.fr/elearning/info.htm consulté le : 04/03/2012
- [3] : Walid Kassem, Ahmad Mounajed, Nadia Saadoun, « Etat de l'Art du E-Learning » , Paris, 2004.
- [4] : Ahmad Mounajed , « Le concept de E-Learning », un rapport sur le e-Learning, 2008.
- [5] : Fatiha BOUDALI, « Publication et découverte des web services pour le domaine du e-Learning », mémoire de Magister En Informatique, Institut National de formation en Informatique (I.N.I).2007 – 2008.
- [6] : Julie Heiz, « Relations entre responsables et tuteurs », article de formation à distance, Février 2011
- [7] : Henda CHORFI, Mohamed JEMNI, « TELE-ENSEIGNEMENT, ETAT DE L'ART ET PERSPECTIVES », Ecole Supérieure des Sciences et Techniques de Tunis, Tunisie, mars 2002.
- [8] : Guyet T, « Introduction aux systèmes multiagent », *Cours IMTC, janvier 2007.*
- [9] : Amal El Fallah Seghrouchni, « Les systèmes multi-agents : Du paradigme à la technologie Pour la conception de systèmes Intelligents », paris, 2009.
- [10]: Cormas.cirad.fr/fr/demarch/sma.htm consulté le 15/03/2012.
- [11]: Adina Magda Florea, « Agents et Systèmes Multi-agents », *Professeur à l'Université "Politehnica" de Bucarest.*
- [12]: Guyet T, « Introduction aux systèmes multiagent (SMA) », cours IMTC décembre 2007 .
- [13] : Magdas F, « Agents et Systèmes Multi-agents », *Université "Politehnica" de Bucarest, 2008.*
- [14]: DAMAS Dialogues, « Méthodologie de développement SMA, Agent et Multiagents », université LAVAL, 2009.
- [15]: Jean-Pierre Müller « Les SMA:principes, origines, modalités de fonctionnement », 2009.
- [16]: B. Chaib-draa, I. Jarras et B. Moulin, « Systèmes multiagents : Principes généraux et applications », Université Laval, Ste-Foy, PQ, Canada, G1K 7P4, 2001.

- [17] : Marie-Pierre Gleizes, « Méthodes de Développement de Systèmes Multi-Agents », Équipe Systèmes Multi-Agents Coopératifs, IRIT, 31 janvier 2008.
- [18] : Mohamed Amine KAMOUN, « Conception d'un système d'information pour l'aide au déplacement multimodal : Une approche multi-agents pour la recherche et la composition des itinéraires en ligne », , Ecole Centrale de Lille, Université des Sciences et Technologies de Lille, 4 Avril 2007.
- [19] : Joël Quinqueton , « notes de cours SMA » , LIRMM, Montpellier, France, 2001.
- [20] : Gleizes, « Développement de Systèmes Multi-Agents», Équipe Systèmes Multi-Agents Coopératifs, IRIT, janvier 2008.
- [21] : Agent et système multi agent pour le Génie logiciel, « Introduction aux SMAs »; 20/01/2010.
- [22] : Christine Bourjot , « agent et système multi agent », MASTER M2 SCIENCES COGNITIVES ,UFR Math-Info Université de Nancy 2, 2009.
- [23] : Olivier Boissier , « Systèmes Multi-Agents Environnement » , 23 Septembre 2003.
- [24] : www.daily.info consulter le 30/04/2012.
- [25] : LEMLOUMA Tayeb, BOUDINA Abdelmadjid, « L'intelligence Artificielle Distribuée et les Systèmes Multi-Agents », exposé, 2008.
- [26] : Mohamed gouasmi. « Intégration d'ontologie dans les actes de communication inter-agent », page32-34,2005.
- [27] : François bourdon, « système multi-agent ; cours sur les systèmes multi-agents », université de Caen, 2001.
- [28] Aimeur E, Frasson C, et Dufort H, « cooperative learning strategies for intelligent tutoring systems. Applied Artificial intelligence», 2000.