

UNIVERSITE MOHAMED KHIDER DE BISKRA

**Faculté des sciences exactes et
sciences de la nature et de la vie**



Département d'informatique

N°d'ordre :.....

N°de Série :.....

Thèse

En vue de l'obtention du diplôme de

Doctorat en Informatique

(Option: Intelligence artificielle et systèmes distribués)

Présentée par:

BOUREKKACHE Samir

THEME

*Un environnement sémantique à base d'agents
pour la formation à distance (E-Learning)*

Soutenue devant le jury

| | | | |
|---------------------|---------------------|------------|------------------------------|
| Président : | Mahmoud Boufaida | Professeur | Université de Constantine 2. |
| Rapporteur : | Kazar Okba | Professeur | Université de Biskra. |
| Examineur : | Mohamed Ahmed Nacer | Professeur | Université USTHB. |
| | Badache Nadjib | Professeur | Université USTHB. |
| | Terissa Labib Sadok | MCA | Université de Biskra. |
| | Bennoui Hammadi | MCA | Université de Biskra. |
| Invitée : | BenHarkat Nabila | MCA | INSA De Lyon |

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

au nom du dieu le m s ricordieu le clément

In the Name of Allah the Merciful, the Compassionate

Remerciements

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

*Mes vifs remerciements vont également à Monsieur **Okba KAZAR** professeur à l'université de Biskra d'avoir assuré l'encadrement de cette thèse ainsi que pour ses précieux conseils et la confiance qu'il m'a accordée qui ont fortement contribué à mener à bien ce travail.*

*Je tiens à remercier vivement Monsieur **Mahmoud Boufaïda**, Professeur à l'université de Constantine 2, pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury de ma soutenance.*

*Je tiens à exprimer toute ma gratitude à Monsieur **Mohamed Ahmed Nacer**, Professeur à l'université USTHB, pour avoir bien voulu juger le travail.*

*Je tiens aussi à exprimer toute ma gratitude à Monsieur **Badache Nadjib**, Professeur à l'université USTHB pour avoir bien voulu juger le travail et faisant partie de jury de soutenance.*

*Je tiens à exprimer toute ma gratitude à Monsieur **Terissa Labib Sadok**, Maître de conférences A à l'université de Biskra, d'avoir accepté d'examiner mon travail.*

*Je tiens à remercier vivement Monsieur **Bennoui Hammadi**, Maître de conférences A à l'université de Biskra, pour avoir bien voulu juger le travail et faisant partie de jury de soutenance.*

*Je dois aussi remercier vivement les membres du laboratoire **LIRIS de L'INSA de Lyon** pour l'accueil et l'aide précieuses, je cite en particulier docteur M^{me} **Nabila Benharkat** et le professeur **Youcef Amghar** Chef de département d'informatique.*

Enfin, Un grand merci s'adresse à ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail:

À ceux que j'ai de plus cher au monde : mes parents;

À ma femme et ma petite fille Anfel

À mes frères et mes sœurs et mes neveux.

À tous mes amis et collègues.

À tous ceux qui m'ont aimé et me souhaitent le bonheur et la réussite.

Résumé: Aujourd'hui, les établissements d'enseignement, tels que les universités, de plus en plus offrent des contenus d'E-Learning. Certains de ces cours sont utilisés avec l'enseignement traditionnel (face à face ou présentiel), tandis que d'autres sont utilisés entièrement en ligne. La création de contenu d'apprentissage est une tâche principale dans tous les environnements d'apprentissage en ligne. Les contraintes de réduire au minimum le temps nécessaire pour développer un contenu d'apprentissage, d'augmenter sa qualité scientifique et de l'adapter à de nombreuses situations (contenu adaptatif), ont été un principal objectif et donc plusieurs approches et méthodes ont été proposées. En outre, les caractéristiques intellectuelles et sociales, ainsi que les styles d'apprentissage des individus, peuvent être très différents. Ces différences conduisent les personnes à adapter le contenu d'apprentissage en tenant compte des profils des apprenants et de leurs objectifs et caractéristiques. Cette recherche ouvre des portes pour les systèmes d'apprentissage avancés, qui fournissent aux apprenants immédiatement, des contenus d'apprentissage adaptés selon plusieurs critères de chaque apprenant. Alors que, il ne peut pas être pratique si nous n'avons pas plus d'informations sur l'apprenant et le contenu d'apprentissage (objectifs d'apprentissage, les prérequis, préférences, niveaux ...etc). Par conséquent, nous développons un système collaboratif, où plusieurs auteurs travaillent en collaboration, pour créer et annoter le contenu éducatif en utilisant le système multi-agents. La contribution de notre système est l'hybridation des techniques d'adaptation avec celles de la collaboration et du Web sémantique (ontologie, annotation). Nous représentons les profils des apprenants et le contenu d'apprentissage en utilisant des ontologies et des annotations pour répondre à la diversité et aux besoins individuelles des apprenants. Nous utilisons le paradigme agent, dans notre système, pour bénéficier des points forts de ce paradigme tels que la modularité, autonomie, flexibilité... etc.

Mots-clés: E-learning, Système collaboratif; système multi-agent, Web sémantique, Métadonnées, Ontologie, Contenu éducatif, Annotation, Profils des apprenants, Styles d'apprentissage, système adaptatif.

Abstract: Nowadays, educational institutions, such as universities, more and more offer E-Learning contents. Some of these courses are blended with traditional education, while others are conducted completely online. The creation of learning content is a main task in every E-learning environment. The constraints of minimizing the time required for developing a learning content, for increasing its scientific quality and to adapt it in many situations (adaptive content), have been a principal aim and so several approaches and methods were proposed. Moreover, the intellectual and social characteristics, as well as the learning styles of individuals, can be very different. These differences lead persons to adapt the learning content by taking into account the learners profiles and their objectives. This research opens ways for advanced learning systems, which are able to learn the needs and characteristics of learners, respond to them immediately, and provide learners with learning content where adaptation is frequently improved and updated to the learners' needs. So that, it may not be convenient if we don't have additional information about the learner and the learning content (learning objective, prerequisites, learner background, levels ... etc.). Therefore, we develop a collaborative system, where several authors work in a collaborative manner, to create and annotate educational materials using multi-agents system. The contribution of our system is the hybridization of adaptation techniques with those of collaboration and Semantic Web (ontology, annotation). We represent the learners' profiles and the learning content using ontologies and annotations to meet the diversity and individual needs of the learners. We use the paradigm Agent in our system to benefit from the strong points of this paradigm such as modularity, autonomy, flexibility ... etc.

Key words: E-learning; Collaborative system, Multi-agent system, Semantic Web, Metadata, Ontology, Learning Content, Annotation, learners' Profiles, learning styles, Adaptive system.

ملخص: في الوقت الحاضر، المؤسسات التعليمية مثل الجامعات تزودنا بالكثير من محتويات التعليم الإلكتروني. يتم مزج بعضها مع التعليم التقليدي، في حين تستعمل محتويات تعليمية أخرى كلياً على الإنترنت. إن إنشاء محتوى التعلم هو المهمة الرئيسية في كل وسط خاص بالتعلم الإلكتروني. تعتبر قيود التقليل من الوقت اللازم لتطوير محتوى التعلم، وزيادة الجودة العلمية وتكييفها مع الكثير من الحالات الشخصية للمتعلمين (المحتوى التكيفي) أهم الأهداف الرئيسية. وقد اقترحت عدة أنظمة وأساليب من أجل ذلك. وعلاوة على ذلك، الخصائص الفكرية والاجتماعية، فضلاً عن أساليب التعلم للأفراد، يمكن أن تكون مختلفة جداً. هذه الاختلافات تؤدي إلى تكييف محتوى التعلم مع مختلف المتعلمين من خلال الأخذ بعين الاعتبار خصائص المتعلمين وأهدافهم. يفتح هذا البحث السبل لنظم التعلم المتقدمة، والتي هي قادرة على تحديد احتياجات وخصائص المتعلمين، والاستجابة لها على الفور، وتوفير المحتوى التعليمي المكيف لكل متعلم وذلك يتم بتحسين نظام التكيف وتحديثها مع احتياجات المتعلمين. لكن، قد لا يكون سهلاً ومتاحاً إذا لم يكن لدينا معلومات إضافية حول المتعلم والمحتوى التعليمي (الهدف من التعلم، المتطلبات الأساسية، خلفية المتعلم، المستويات ... الخ). وبالتالي، فإننا نعمل على إنجاز نظام تعاوني، حيث يعمل العديد من المعلمين بطريقة تعاونية، لإنشاء وتعليم المواد التعليمية باستخدام نظام وكلاء متعددة. مساهمة نظامنا هو توجيه تقنيات التكيف مع تقنيات التعاون والويب الدلالي (الأنطولوجيا، التعليم). تمثل معلومات وخصائص المتعلمين ومحتوى التعلم باستخدام الأنطولوجيا لتلبية التنوع والاحتياجات الفردية للمتعلمين. نستخدم نموذج العميل في نظامنا للاستفادة من نقاط القوة في هذا النموذج مثل: النمطية، والاستقلال الذاتي، والمرونة ... الخ

. الكلمات المفتاحية: التعليم عن بعد، نظام تعاوني، نظام تكيف، الوب الدلالي، المحتوى التعليمي، أساليب وأنماط التعلم.

Table des matières

| | |
|---|----|
| Introduction générale | 1 |
| Chapitre I : La formation à distance : E-Learning | 6 |
| I.1. Introduction | 6 |
| I.2. Un peu d’historique de E-Learning | 6 |
| I.3. Définition de E-Learning | 8 |
| I.4. Les éléments de E-Learning | 9 |
| I.5. D’une formation traditionnelle à une formation à distance | 11 |
| I.6. Topologie de E-Learning | 12 |
| I.7. Les avantages de E-Learning | 13 |
| I.8. Outils de E-Learning | 14 |
| I.8.1. Curriculum | 15 |
| I.8.2. Bibliothèque numérique | 15 |
| I.8.3. Outil de représentation des connaissances | 15 |
| I.9. Les limites de la formation à distance | 16 |
| I.9.1. Le sentiment d’isolement | 16 |
| I.9.2. Les difficultés à maîtriser une méthode de travail inconnue..... | 16 |
| I.9.3. La difficulté pour certains publics à travailler seuls | 16 |
| I.9.4. La conception des ressources | 16 |
| I.10. Les enjeux de E-Learning | 16 |
| I.10.1. L’efficacité et l’adaptabilité des processus d’apprentissage | 17 |
| I.10.2. L’accès à la connaissance..... | 17 |
| I.10.3. L’autonomie de l’apprenant | 17 |
| I.10.4. L’accompagnement de l’apprenant | 17 |
| I.10.5 Les nouveaux rôles de l’enseignant | 18 |
| I.10.6. Le développement des systèmes du E-Learning | 18 |
| I.11. Document pédagogique et hypermédia | 19 |

| | |
|---|-----------|
| I.11.1. Document pédagogique..... | 19 |
| I.11.2. Hypermédia | 19 |
| I.11.3. Entre hypertexte et hypermédia..... | 19 |
| I.11.4. Hypermédia adaptatif | 20 |
| I.11.5. Techniques d'adaptation | 20 |
| I.11.5.1. Adaptation du contenu | 20 |
| I.11.5.2. Adaptation des liens (navigateur) | 21 |
| I.11.6. Systèmes hypermédias adaptatifs dynamiques | 21 |
| I.12. Plate-forme de Formation à Distance..... | 22 |
| I.12.1. Quelques standard..... | 22 |
| I.12.2. Quelques Plateformes..... | 24 |
| I.12.2.1. Claroline | 24 |
| I.12.2.2. Ganesha | 25 |
| I.12.2.3. Moodle..... | 26 |
| I.12.2.4. Sakai | 27 |
| I.12.2.5. Spiral | 28 |
| I.12.2.6. WebCT | 28 |
| I.12.3. Synthèse sur les plates-formes présentées..... | 29 |
| I.13. Styles d'apprentissage..... | 31 |
| I.13.1. Modèle de Dunn et Dunn | 31 |
| I.13.2. Modèle de Felder et Silverman | 32 |
| I.13.3. Modèle de Grasha - Riechmann | 32 |
| I.14. Conclusion | 33 |
| | |
| Chapitre II : Le web sémantique et les ontologies..... | 34 |
| | |
| II.1. Introduction | 34 |
| II.2. Le Web sémantique | 35 |
| II.2.1. Définition du mot "sémantique" | 35 |
| II.2.2. définition du Web sémantique | 35 |
| II.2.3. Les métadonnées..... | 37 |
| II.2.3.1. Métadonnées syntaxique | 37 |
| II.2.3.2. Métadonnées structurelles..... | 37 |
| II.2.3.3. Métadonnées sémantiques..... | 38 |

| | |
|---|----|
| II.3. Les ontologies | 38 |
| II.3.1. Qu'est-ce qu'une Ontologie ? | 38 |
| II.3.2. Classification des ontologies | 40 |
| II.3.3. Les composants d'une ontologie..... | 42 |
| II.3.3.1. Concepts..... | 42 |
| II.3.3.2. Relations..... | 43 |
| II.3.3.3. Les fonctions | 44 |
| II.3.3.4. Axiomes | 44 |
| II.3.3.5. Instances | 44 |
| II.3.4. Méthodologies pour la construction d'ontologies | 44 |
| II.3.4.1. Les principes de construction d'une ontologie..... | 44 |
| II.3.4.2. La méthode On-To-Knowledge..... | 45 |
| II.3.4.3. La méthode Methontology | 46 |
| II.3.5. Les langages d'ontologie | 47 |
| II.3.5.1. XML | 48 |
| II.3.5.2. RDF | 49 |
| II.3.5.3. DAML+OIL | 50 |
| II.3.5.4. OWL..... | 51 |
| II.3.6. Comparaison des langages de représentation..... | 52 |
| II.3.7. L'utilisation des ontologies | 53 |
| II.4. Web sémantique et E-Learning | 53 |
| II.5. Conclusion | 56 |

Chapitre III : Etat de l'art sur le E-Learning sémantique à base d'agent.....

| | |
|---|----|
| III.1. Introduction | 57 |
| III.2. E-Learning à la base de la sémantique | 57 |
| III.3. E-learning et systèmes multi-agents | 59 |
| III.3.1. Le concept d'agent..... | 59 |
| III.3.2. Système multi-agents..... | 61 |
| III.3.2.1. Définition d'un système multi-agents..... | 62 |
| III.3.2.2. Les plateformes de développement des SMA..... | 63 |
| III.3.2.2.1. JADE..... | 63 |

| | |
|---|-----------|
| III.3.2.2.2. Madkit | 65 |
| III.3.2.2.3. Comparaison des plateformes | 66 |
| III.3.3. Quelques travaux de E-learning basés agent | 67 |
| III.3.3.1. Baghera | 67 |
| III.3.3.2. SIGFAD | 69 |
| III.3.3.3. iPédagogique..... | 70 |
| III.3.3.4. MASCE..... | 70 |
| III.3.3.5. I-MINDS | 71 |
| III.3.3.6. Etude comparative des plateformes présentées | 71 |
| III.3.4. Les raisons du choix du paradigme d'agent | 72 |
| III.4. Conclusion | 73 |
| | |
| Chapitre IV : Modélisation de l'approche..... | 75 |
| | |
| IV.1. Introduction | 75 |
| IV.2. Fondements théoriques..... | 76 |
| IV.2.1. Web sémantique et E-Learning | 76 |
| IV.2.2. Apprentissage personnalisé | 76 |
| IV.2.2.1. Adaptation de contenu éducatif | 77 |
| IV.2.2.2. Styles d'apprentissage | 77 |
| IV.2.2.2.1. Perception..... | 77 |
| IV.2.2.2.2. Participation | 78 |
| IV.2.2.2.3. Pratique | 78 |
| IV.2.2.2.4. Psychologique | 78 |
| IV.2.2.2.5. Sociologique..... | 78 |
| IV.2.2.2.6. Responsabilité | 79 |
| IV.2.3. Les questions | 79 |
| IV.2.4. Les tests | 79 |
| IV.2.5. Le profil | 79 |
| IV.3. Architecture générale du système | 80 |
| IV.3.1. Identification des acteurs du système | 82 |
| IV.3.1.1. Enseignant | 82 |
| IV.3.1.2. Apprenant | 82 |

| | |
|---|----------------|
| IV.3.1.2.1. Modèle d'apprenant | 82 |
| IV.3.1.3. Administrateur | 86 |
| IV.3.1.4. Contenu éducatif..... | 86 |
| IV.3.1.4.1. La couche1: Préparation de domaine d'apprentissage..... | 88 |
| IV.3.1.4.2. La couche2: Préparation du MainDoc et le vocabulaire | 88 |
| IV.3.1.4.3. La couche3: Création et annotation de RefDoc | 92 |
| IV.4. Fonctionnement du système de création et d'annotation | 95 |
| IV.5. Architecture détaillée du système | 98 |
| IV.5.1. Agent interface | 99 |
| IV.5.2. Agent enseignant | 99 |
| IV.5.3. Agent gestion profil enseignant | 100 |
| IV.5.4. Agent gestion cours (AGC) | 101 |
| IV.5.5. Agent création cours (ACC) | 102 |
| IV.5.6. Agent d'annotation (AA) | 102 |
| IV.5.7. Agent collaborative (ACol) | 102 |
| IV.5.8. Agent administrateur (AAdm) | 102 |
| IV.5.9. Scenario de fonctionnement du système | 103 |
| IV.5.9.1. Ouvrir une session | 103 |
| IV.5.9.2. Création et annotation d'un fragment de cours | 105 |
| IV.6. Architecture de système d'apprentissage et d'adaptation..... | 108 |
| IV.6.1. Agent Interface Apprenant (AIA) | 108 |
| IV.6.2. Agent Apprenant (AApp) | 109 |
| IV.6.3. Agent Pédagogique (AP) | 109 |
| IV.6.4. Agent Gestion Cours (AGC) | 109 |
| IV.6.5. Agent Adaptation (AAdp) | 110 |
| IV.6.6. Fonctionnement du système d'adaptation | 111 |
| IV.7. Conclusion..... | 112 |
| Chapitre V : Implémentation..... | 113 |
| V.1. Introduction | 113 |
| V.2. Environnement de développement..... | 113 |
| V.3. Choix du langage de programmation | 114 |
| V.4. La plateforme JADE | 115 |

| | |
|--|------------|
| V.4.1. La création d'agent | 116 |
| V.4.2. Identificateur | 116 |
| V.4.3. Comportement d'agent | 116 |
| V.4.4. Le langage ACL..... | 119 |
| V.4.4.1. L'envoi d'un message..... | 120 |
| V.4.4.2. La reception du message | 120 |
| V.4.5. La création d'un agent avec une interface graphique | 120 |
| V.5. L'éditeur d'Ontologie Protégé..... | 122 |
| V.6. Jena | 123 |
| V.7. JSP | 124 |
| V.8. Architecture d'application Web | 124 |
| V.9. Serveur TOMCAT | 124 |
| V.10.principe de l'application | 125 |
| V.11. Quelques ontologies de notre système..... | 126 |
| V.12. Présentation de quelques fenêtre de notre système | 129 |
| V.13. Conclusion | 134 |
| | |
| Conclusion Générale..... | 135 |
| | |
| Bibliographie | 137 |