

REPUBLICUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

**Université Hadj Lakhdar de Batna**  
**Faculté des sciences de l'ingénieur**  
**Département d'Informatique**

**Intégration des technologies de coopération  
et d'intelligence dans les environnements  
d'apprentissage à distance**

# **Thèse**

En vue de l'obtention du diplôme de  
**Doctorat en Sciences en Informatique**

**(Option: Intelligence Artificielle et Génie Logiciel)**

Soutenue publiquement le 03/03/2007 par :

**Saïd TALHI**

Devant le jury composé de :

<b>Président</b>	<b>N. Bouguechal</b>	<b>Prof. Université de Batna</b>
<b>Examineurs</b>	<b>A. Benyettou</b>	<b>Prof. Université d'Oran (USTO)</b>
	<b>S. Chikhi</b>	<b>MC. Université de Constantine</b>
	<b>A. Zidani</b>	<b>MC. Université de Batna</b>
<b>Rapporteur</b>	<b>M. Djoudi</b>	<b>MC. Université de Poitiers (France)</b>
<b>Co-Rapporteur</b>	<b>M. Batouche</b>	<b>Prof. Université de Constantine</b>

# Résumé

---

Les logiciels éducatifs réalisés dans les deux contextes de l'EAO et l'EIAO classiques sont tous conçus pour fonctionner en autonomie et en mono-usager. Si ces environnements faisaient généralement référence à un individu -l'apprenant- face à un ordinateur dans un lieu donné à un moment donné, il faut aujourd'hui, prendre en considération des dimensions nouvelles (temporelles, spatiales et sociales) qui viennent bouleverser cette situation.

En effet, les possibilités des technologies d'information et de communication apparues ces dernières années, notamment le réseau mondial Internet et le Web, et les nouveaux besoins d'apprentissage (apprentissage à distance, apprentissage tout au long de la vie, apprentissage coopératif assisté par ordinateur, etc.) modifient considérablement les caractéristiques des environnements d'apprentissage et les questions qui s'en dégagent. Un nouveau moyen d'appréhender ces environnements est alors de les considérer comme des environnements dans lesquels coopèrent des agents humains et des agents artificiels.

Les travaux de recherche que nous menons dans cette thèse participent à cette mutation. Ils contribuent à proposer de nouvelles situations d'apprentissage en prenant en compte les aspects Distance et Coopération entre apprenants et auteurs/tuteurs. La plate-forme Ibn Sina que nous développons dans ce contexte permet en effet de gérer un apprentissage coopératif à distance intégrant plusieurs fonctionnalités dont : l'interaction de groupe et l'édition coopérative de documents, l'assistance à la navigation, l'assistance à l'apprenant par tuteur humain et enfin l'assistance à l'apprenant par tuteur informatique et la réalisation coopérative de ces tuteurs qui fait l'objet de cette thèse. Ce sont ces facteurs d'assistance et de collaboration qui nous paraissent essentiels dans une plate-forme d'apprentissage à distance pour palier le problème de la sensation d'isolement constatée souvent chez l'apprenant en situation d'apprentissage à distance.

Cette thèse traite donc de la problématique de l'assistance par tuteur informatique en situation d'apprentissage à distance. Nous présentons à cet effet un système tuteur intelligent basé sur la technologie hypermédia. Construit sur la base d'une architecture client-serveur, le tuteur consiste en un canevas générique que les auteurs instancient à travers un environnement auteur coopératif. Grâce aux technologies hypermédias et systèmes à base de connaissances adoptés dans sa conception, ce système permet une adaptation dynamique de l'activité d'apprentissage, et ce, en se basant sur trois modèles : un modèle pédagogique, un modèle de documents et un modèle de l'apprenant.

**Mots-clés** : Systèmes tuteurs intelligents hypermédias, systèmes hypermédias adaptatifs, pédagogie par objectifs, objets pédagogiques, système auteur coopératif, travail coopératif assisté par ordinateur, collecticiel, groupware, architecture client/serveur, world wide web (WWW).

# Table Des Matières

---

<b>CHAPITRE 1</b> .....	<b>14</b>
<b>INTRODUCTION GENERALE</b> .....	<b>14</b>
1.1 PRELIMINAIRES.....	14
1.2 CONTEXTE DE TRAVAIL .....	15
1.3 MOTIVATIONS .....	17
1.3.1 <i>Guidage de l'apprenant à distance par tuteurs intelligents</i> .....	17
1.3.2 <i>Réalisation coopérative de STI</i> .....	19
1.4 DOMAINES DE RECHERCHE .....	21
1.5 OBJECTIFS .....	22
1.5.1 <i>Indépendance de la matière d'enseignement</i> .....	22
1.5.2 <i>Modèle Pédagogique réutilisable</i> .....	22
1.5.3 <i>Indépendance de la plate-forme matérielle</i> .....	23
1.5.4 <i>Proposition d'une architecture pour le mode apprenant</i> .....	23
1.5.5 <i>Proposition d'une architecture pour le mode auteur</i> .....	24
1.6 PLAN DE LA THESE.....	25
<b>CHAPITRE 2</b> .....	<b>26</b>
<b>SYSTEMES HYPERMEDIAS ET TUTEURS INTELLIGENTS POUR L'ENSEIGNEMENT A DISTANCE SUR LE WEB</b> .....	<b>26</b>
2.1 INTRODUCTION .....	26
2.2 PROBLEMATIQUE DU GUIDAGE EN ENSEIGNEMENT A DISTANCE.....	28
2.2.1 <i>Etablissements d'enseignement à distance</i> .....	28
2.2.2 <i>Plates-formes d'enseignement à distance</i> .....	29
2.2.3 <i>Modalités de guidage de l'apprenant à distance</i> .....	31

2.3 SYSTEMES CLASSIQUES D'ENSEIGNEMENT MEDIATISE PAR ORDINATEUR .....	36
2.3.1 <i>Micro-mondes</i> .....	37
2.3.2 <i>Systèmes Tuteurs Intelligents</i> .....	39
2.4 SYSTEMES HYPERMEDIAS EDUCATIFS .....	50
2.4.1 <i>Hypertexte, Hypermédia, Multimédia</i> .....	50
2.4.2 <i>Hypermédias et Enseignement/Apprentissage</i> .....	54
2.4.3 <i>Hypermédias adaptatifs et enseignement/apprentissage</i> .....	59
2.4.4 <i>Hypermédias adaptatifs dynamiques</i> .....	62
2.5 INTEGRATION DES TECHNOLOGIES DES HYPERMEDIAS ET DES TUTEURS INTELLIGENTS .....	63
2.5.1 <i>Planification d'enchaînement</i> .....	64
2.5.2 <i>Analyse intelligente des solutions de l'apprenant</i> .....	64
2.5.3 <i>Support interactif de résolution de problèmes</i> .....	64
2.5.4 <i>Support adaptatif de collaboration</i> .....	65
2.6 EXEMPLES DE STI SUR LE WEB .....	65
2.6.1 <i>Le Système CALAT</i> .....	65
2.6.2 <i>Le système ADIS</i> .....	67
2.7 CONCLUSION .....	68
<b>CHAPITRE 3 .....</b>	<b>70</b>
<b>SYSTEMES AUTEURS – DE L'AUTONOMIE A L'OUVERTURE SUR LE WEB</b>	<b>70</b>
3.1 INTRODUCTION .....	70
3.2 DEFINITIONS D'UN SYSTEME AUTEUR .....	71
3.3 OBJECTIFS D'UN SYSTEME AUTEUR.....	72
3.4 OUTILS DE DEVELOPPEMENT D'APPLICATIONS EDUCATIVES MULTIMEDIA.....	73
3.4.1 <i>Outils de création monomédia</i> .....	74
3.4.2 <i>Systèmes auteurs : outils d'intégration multimédia</i> .....	76
3.5 TAXINOMIE DES SYSTEMES AUTEURS.....	79
3.5.1 <i>La métaphore de la carte</i> .....	79
3.5.2 <i>La métaphore de la ligne du temps</i> .....	80
3.5.3 <i>Les diagrammes d'icônes</i> .....	81
3.5.4 <i>Les systèmes hypertextes améliorés</i> .....	81
3.5.5 <i>Systèmes généralistes et systèmes spécialisés</i> .....	82
3.5.6 <i>Portabilité</i> .....	82

3.6 CRITERES DE SELECTION D'UN SYSTEME AUTEUR.....	83
3.6.1 Questions d'ordre logistique .....	83
3.6.2 Questions d'ordre fonctionnel.....	84
3.6.3 Questions d'ordre technique .....	84
3.7 REALISATION D'UN LOGICIEL EDUCATIF A PARTIR D'UN SYSTEME AUTEUR .....	85
3.8 SYSTEMES AUTEURS DE L'EAO CLASSIQUE .....	88
3.8.1 Préliminaires .....	88
3.8.2 Principaux systèmes auteurs sur gros systèmes .....	89
3.8.3 Principaux systèmes auteurs sur micro-ordinateurs.....	89
3.9 SYSTEMES AUTEURS DE TUTEURS INTELLIGENTS CLASSIQUES .....	90
3.9.1 Préliminaires .....	90
3.9.2 Exemples de systèmes auteurs .....	92
3.9.3 EDDI : Un environnement basé sur une expertise du domaine .....	95
3.10 LES SYSTEMES AUTEURS SUR LE WEB .....	96
3.10.1 Préliminaires .....	96
3.10.2 Aspects pédagogiques.....	98
3.10.3 Aspects de gestion des apprenants. ....	99
3.10.4 Aspects de standardisation .....	100
3.11 CONCLUSION .....	102
<b>CHAPITRE 4 .....</b>	<b>104</b>
<b>SPECIFICATION DES BESOINS ET MODELE CONCEPTUEL .....</b>	<b>104</b>
4.1 INTRODUCTION .....	104
4.2 UNE PEDAGOGIE REUTILISABLE : LA PEDAGOGIE PAR OBJECTIFS .....	105
4.2.1 Qu'est-ce qu'un objectif pédagogique ?.....	105
<i>L'objectif opérationnel est exprimé en fonction de l'apprenant .....</i>	<i>107</i>
<i>L'objectif opérationnel précise les conditions de manifestation du comportement... 109</i>	<i>109</i>
4.2.2 Les taxonomies : .....	111
4.2.3 Les dix avantages de la pédagogie par objectifs selon [Mager 75].....	112
4.3 PEDAGOGIE PAR OBJECTIFS ET APPRENTISSAGE A DISTANCE .....	113
4.4 DEFINITION DES BESOINS FONCTIONNELS .....	116
4.4.1 Expression des besoins du côté de l'auteur.....	116
4.4.2 Expression des besoins du côté de l'apprenant .....	118

4.5 MODELE DE STI PRODUIT.....	121
4.6 L'EDITION COOPERATIVE DU STI.....	124
4.7 ARCHITECTURE CLIENT SERVEUR DU WEB .....	125
4.7.1 Serveurs .....	127
4.7.2 Navigateurs.....	127
4.8 ARCHITECTURE GENERALE DE L'ENVIRONNEMENT TALHITS .....	129
4.8.1 Le mode apprenant Hits .....	130
4.8.2 Le mode auteur CamHits.....	130
4.8.3 Le navigateur.....	131
4.9 CONCLUSION .....	132
<b>CHAPITRE 5 .....</b>	<b>134</b>
<b>MODE APPRENANT – ARCHITECTURE LOGICIELLE.....</b>	<b>134</b>
5.1 INTRODUCTION .....	134
5.2 ARCHITECTURE DU STI HYPERMEDIA (HITS).....	134
5.2.1 Coopération inter-composants .....	137
5.2.2 Les connaissances relatives au domaine d'apprentissage .....	138
5.2.3 Les paramètres quantitatifs du module d'enseignement .....	161
5.2.4 Le module d'enseignement .....	162
5.2.5 Les règles de recherche des uahs .....	164
5.3 LES CONNAISSANCES RELATIVES A L'APPRENANT .....	165
5.3.1 Le modèle de l'apprenant.....	166
5.3.2 Les règles d'acquisition (RIAC).....	168
5.3.3 Les règles d'évaluation (RIEV).....	169
5.4 LES CONNAISSANCES TUTORIELLES .....	173
5.4.1 Les connaissances de négociation.....	174
5.4.2 Les connaissances de gestion du séquençement des uah .....	176
5.4.3 Génération automatique du curriculum.....	180
5.5 LE MODULE DE COMMUNICATION INTERPERSONNELLE.....	181
5.5.1 Messagerie électronique.....	181
5.5.2 Forum de discussion.....	182
5.6 DEROULEMENT D'UNE SESSION D'APPRENTISSAGE.....	183
5.7 CONCLUSION .....	186

<b>CHAPITRE 6 .....</b>	<b>188</b>
<b>MODE AUTEUR COOPERATIF – ARCHITECTURE LOGICIELLE.....</b>	<b>188</b>
6.1 INTRODUCTION .....	188
6.2 TRAVAIL COOPERATIF ASSISTE PAR ORDINATEUR.....	189
6.2.1 <i>Notion de Collecticiel</i> .....	190
6.2.2 <i>Coopération vs Collaboration</i> .....	191
6.2.3 <i>Coopération synchrone vs Coopération asynchrone</i> .....	192
6.3 L'EDITION COOPERATIVE DE DOCUMENTS .....	193
6.3.1 <i>Le processus d'édition coopérative</i> .....	194
6.3.2 <i>Fonctionnalités de base dans un collecticiel d'édition coopérative</i> .....	196
6.4 MODE AUTEUR COOPERATIF CAMHITS .....	201
6.4.1 <i>Modélisation de CamHits</i> .....	201
6.4.2 <i>Architecture logicielle de CamHits</i> .....	204
6.4.3 <i>Le module d'acquisition des paramètres</i> .....	211
6.4.4 <i>Le Générateur des règles instances</i> .....	212
6.4.5 <i>L'outil de mise au point</i> .....	215
6.5 CONCLUSION .....	216
<b>CHAPITRE 7 .....</b>	<b>218</b>
<b>PROTOTYPAGE ET UTILISATION .....</b>	<b>218</b>
7.1 INTRODUCTION .....	218
7.2 ARCHITECTURE CLASSIQUE CLIENT/SERVEUR WEB .....	219
7.3 ARCHITECTURE BASEE SUR LES LANGAGES DE SCRIPT PHP/ASP/JSP .....	220
7.4 CHOIX DU SERVEUR DE BASES DE DONNEES.....	221
7.5 CHOIX DU SERVEUR WEB .....	222
7.6 LE MODE AUTEUR.....	224
7.6.1 <i>Outils utilisés</i> .....	224
7.6.2 <i>Fonctionnalités de base du mode auteur CamHits</i> .....	226
7.7 LE MODE APPRENANT .....	232
7.7.1 <i>Outils utilisés</i> .....	232
7.7.2 <i>Fonctionnalités de base du mode apprenant Hits</i> .....	234
7.8 CONCLUSION .....	241

**CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES ..... 242**  
    CONCLUSIONS ..... 242  
    PERSPECTIVES D'AMELIORATION DU SYSTEME..... 244

**BIBLIOGRAPHIE ..... 246**

**ANNEXES ..... 258**

