

Approche de tutorat virtuel dans une plate forme D'e-learning basée sur un SMDF multi-agents

Par/ **TAHAR ILEH** Mohamed
Professeur à l'Université Paris 8
Et Université de Manouba (Tunisie)

Et / **SALEH** Imad
Professeur des Universités Paris VIII/
Directeur du laboratoire Paragraphe

Résumé— *Cet article décrit une approche de raisonnement à base d'un système de métadonnées formelles pour l'aide au tutorat à distance. Elle est centrée sur un partenaire virtuel qui est un système automatique jouant dans les espaces des forums disponibles dans une plateforme de e-learning. Notre prototype repose sur les apports du Système de méta données formelles – SMDF-, sur le principe du système multi agents et sur le Web Sémantique afin de trouver de réponses adéquates à des requêtes postées par l'apprenant en analysant son modèle, son contexte et son focus et en se référant aux contextes des liens du Web. L'expérimentation de ce prototype est faite sur la plateforme Moodle et a donné des résultats de tutorat en ligne encourageant.*

Mots-clés — *Tuteur virtuel, Système de métas données formelles SMDF ,Web sémantique, Foccus, modèle, Tutorat à distance, Moodle et e-learning.*

Abstract— *This article describes an approach of reasoning on base of formal metadata system for the help to the Case distance teaching (online tutoring). It is based on a virtual partner - virtual tutor - and an automatic system that runs in different spaces of e-learning platform forums. In this paper, our essential goal is to improve the use of the formal metadata system, the principle of the multi-system agents and on Semantic Web in the e-learning field by analyzing, its model, its context and its focus and by referring to the contexts of the links of Web. The experiment of this prototype is made on the platform Moodle and gave encouraging results of on-line tutoring.*

Index Terms— **Virtual guardian, Formal Metadata System, Web semantics, Focus, model, distance tutoring, Moodle and e-learning**

I. INTRODUCTION

Parce que les systèmes informatiques sont amenés à évoluer de manière certaine, leur agilité¹ constitue une exigence majeure [1],[5]. Les architectures logicielles doivent donc promouvoir une réelle flexibilité et réutilisabilité pour s'adapter au changement. Durant la dernière décennie, des nouvelles architectures logicielles ont apporté une réelle capacité d'une architecture à évoluer afin d'intégrer certains changements- réponse au besoin complexe d'intégration et d'urbanisation des systèmes d'information. C'est notamment dans ce contexte que la nouvelle génération des technologies des "Système de métadonnées formelles" et du "Web Sémantique", issue du paradigme des Architectures Orientées Services vise à répondre de manière pertinente à la question d'interopérabilité et aux challenges liés à l'agilité des systèmes d'information [3],[5].

Se rendre disponible pour répondre aux questions concernant les activités d'apprentissage à distance liées à un module de formation suivi dans une plateforme d'enseignement -EAD- et effectuer un suivi attentif et individuel des étudiants, les informer de leur avancement dans la progression du module, leur fournir une information actualisée sur les plannings, les échéances et les examens et évaluer périodiquement l'apprenant sous forme de contrôle

continu et effectuer une correction détaillée des travaux rendus, sont des tâches non évidentes surtout si le nombre des apprenants est important.

D'où notre idée, de faire intégrer dans cette plateforme, un tuteur virtuel qui a pour rôle la collaboration et coopération avec le tuteur réel. En fait, il s'agit d'un système d'aide au tutorat implémenté dans l'environnement de formation à distance en essayant de profiter des avantages du système de métadonnées formelles. Dans cet article, nous allons présenter notre approche sur le plan théorique et implémenté en mettant en œuvre l'annotation via un système métadonnées formelles et le recours aux techniques du Web sémantique pour le tutorat à distance.

II. Le système de métadonnées formelles

Une métadonnée est littéralement une donnée sur une donnée. C'est-à-dire un ensemble structuré d'informations décrivant une ressource quelconque. De nos jours les métadonnées ont connu un grand essor dans le champ des technologies de l'information. Pour cette raison elles occurrent dans un grand nombre d'applications dans plusieurs domaines en particulier celui de l'informatique.

Le principe des métadonnées consiste à associer un nombre de champs à des ressources pour lesquelles on attribue, à chacune, des valeurs. Ces valeurs peuvent être données dans un format libre, comme elles peuvent aussi se conformer à des formats de données bien définis.

Le fonctionnement consiste à considérer des balises que l'on introduit dans les fichiers ou dans les langages de programmation appropriés. Les balises ont pour effet d'améliorer l'efficacité des recherches d'information par rapport aux recherches plein texte. Il est important de noter que les ressources numériques balisées transportent avec elles leurs propres métadonnées et ceux, lorsqu'elles sont téléchargées, copiées, répliquées, transmises par des messageries électroniques. Cette approche favorise l'interopérabilité pour une meilleure exploitabilité des ressources numériques.

Les résultats de travaux de recherche [11] convergent pour utiliser << intelligemment >> ces données avec des moteurs de recherche considérant les ressources numériques ou physiques, ainsi que les relations avec d'autres ressources. Cette démarche émane du << Dublin Core>>[10] qui est un schéma de métadonnées générique comprenant 16 éléments de description formels (titre, auteur, éditeur), intellectuels (sujet, description, langue...) et relatifs à la propriété intellectuelle. Chaque élément de cette description possède plusieurs raffinements possibles.

Les capacités d'automatisation du web sont limitées, car le Web classique a été conçu pour publier des documents non structurés. Le web sémantique, en ajoutant aux informations existantes, une couche de métadonnées, les rend exploitable par les ordinateurs.

Nous intéressons à l'application des métadonnées dans le web sémantique en présentant ses concepts et les langages qu'elle utilise. Les langages de balisage HTML, XML, SGML, XHTML et GML ont employés les métadonnées à l'aide des balises afin de structurer les informations selon différents thèmes (mots-clés, la description, auteur, titre, sujet...). Par conséquent, l'emploi des métadonnées dans les langages de balisage a permis la structuration du contenu des pages web. Par exemple il est possible d'inclure les métadonnées relatives à un document HTML directement à l'intérieur en tête du document. Cette structuration facilite l'utilisation des métadonnées dans le web.

L'expression Web sémantique, fait d'abord référence à la vision du Web de demain comme un vaste espace d'échange de ressources entre êtres humains et machines permettant une exploitation qualitativement supérieure, de grands volumes d'informations et de services variés. Le vocable "Web Sémantique" recouvre une grande variété de fonctions, dont

certaines restent d'ailleurs à imaginer. Conceptuellement c'est le fait de structurer par des mots-clés ainsi que des annotations de chaque donnée afin d'en extraire un champ sémantique et de les relier logiquement entre elles [8] [9].

Le but du web sémantique est donc de développer une infrastructure juxtaposant au web actuel, des documents structurés par des langages pour exprimer la connaissance, décrire les relations entre les connaissances et les conditions d'utilisation et des dispositifs permettant de trouver les ressources.

III. Le tutorat à distance

Aujourd'hui, il n'existe pas de formateur qui présente le contenu dans un système de e-Learning, mais plutôt des tuteurs qui supervisent le processus d'apprentissage chez les apprenants. On distingue normalement les formateurs de présentiel (face à face), les créateurs de cours et les tuteurs. Ce nouveau formateur (tuteur) exerce son activité dans le cadre des formations flexibles ouvertes et à distance. Son rôle consiste à aider les apprenants à progresser et à atteindre des objectifs. Il exerce des fonctions d'évaluation, de suivi et d'accompagnement. Il détermine avec l'apprenant le parcours individuel de formation et l'aide dans ses premiers pas; Il constitue et anime un groupe ou une communauté d'apprenants ; Il assure le suivi pédagogique de la formation (réponses aux questions des apprenants, analyse de la progression, conseils personnalisés) et Il fidélise et accompagne le stagiaire en soutenant sa motivation.

Le tuteur joue un rôle moteur dans la formation. La qualité du suivi permet d'entretenir la motivation de l'apprenant et d'éviter qu'il abandonne sa formation en cours de route. 90% des apprenants abandonnent les formations sans tuteur pour eux formation à distance signifie abandon, donc il faut faire attention aujourd'hui à ce que le tuteur ne soit pas l'élément le plus négligé dans le dispositif de FOAD. Son rôle est le gestionnaire du déroulement du cours, le Coach et l'accompagnement psychologique, le formateur qui dispense de la connaissance, l'intermédiaire entre l'institution et les apprenants et aussi il est un autre apprenant parmi les autres. Sa stratégie doit se dérouler tout le long du processus d'enseignement, à savoir planification, lancement et clôture du cours [12] [13]. La participation à des cours en ligne est différente des cours traditionnels. Les étudiants ne savent pas comment participer. En effet, Il précise dans le plan pédagogique, les politiques de présence minimum pour chaque apprenant dans le déroulement du cours, utiliser les historiques pour les responsabiliser et préciser l'importance des interventions dans les forums et des évaluations qui en découlent en nombre et en qualité.

Etant convaincu que le métier du tutorat est devenu de plus en plus indispensable, en partant du fait qu'un environnement de travail à distance doit être fourni dans le but précis d'aider les apprenants à réussir. Il doit prévoir que chaque apprenant ait un intérêt d'apprentissage personnel. Des interactions tuteur apprenant riches doivent être fournies par le biais de nombreux types d'événements, internes ou externes à la classe pédagogique. Ceci assure une meilleure assimilation des connaissances par tous les apprenants en plus de l'adaptation de l'évolution de la formation au rythme et aux capacités de compréhension de chaque étudiant [17].

D'ailleurs, le problématique qui s'inspire de l'affirmation <<pas de cours réussi sans tutorat>> met l'indispensabilité de ce métier qui reste épuisant et crevant devant un nombre d'apprenants de plus en plus croissant. Le tutorat à distance est une tâche difficile à réaliser du fait de la diversité des fonctions que les universités ou les centres de formation peuvent lui confier. En gardant à l'esprit les défis que le tuteur doit relever, à savoir réduire la distance et le sentiment d'isolement, réinjecter les interactions du présentiel et œuvrer pour prendre en compte les spécificités de chaque apprenant, accroître ses motivations et optimiser son apprentissage. Alors, nous allons penser à soutenir le tuteur réel par l'intégration d'un tuteur virtuel dans un tel dispositif afin de l'aider et de prendre relève dans pas mal de

créneaux répétitifs, à savoir animer des forums lors des phases de travail à distance et poster les réponses à des questions. En conséquence, il crée un modèle de tutorat interactif et évite au maximum le phénomène de l'abandon de l'apprenant. Dans la section suivante, nous allons montrer l'adéquation des métadonnées en tutorat à distance.

IV. L'adéquation des métadonnées dans le contexte de tutorat à distance

Les métadonnées ont apporté énormément d'avantages et de nouveautés au niveau de la gestion des ressources du web. Nous allons nous intéresser plus particulièrement aux ressources d'apprentissage à distance. Les métadonnées sont produites autant que possible à travers des schémas de description se rapportant à plusieurs thèmes. Ceci permet de concevoir des systèmes d'information en réseaux dans lesquels, les métadonnées peuvent directement et systématiquement activer les documents appartenant à des collections disparates que ce soit sur la même plateforme que sur Internet également. Par contre, nous serons conduits à décrire exhaustivement toutes les conditions nécessaires à l'indexation automatique des documents sans aucun implicite de contexte ou de localisation des documents.

Notre idée révèle les complémentarités à trouver entre la gestion de la documentation bien sollicitée dans l'enseignement à distance, et celle des modèles de connaissance basés sur les métadonnées. La structuration de nos ressources pédagogiques de cette façon est également un enjeu important. Des banques de scénarios pédagogiques visant à mutualiser des pratiques de soutien des apprenants suscitent un intérêt croissant et l'accès à ces données. Ceci nécessite d'être normalisé dans le but de proposer des standards communs et une gestion maîtrisée des ressources.

Cette démarche révèle de la représentation intelligente des connaissances, en effet, métadonnées attribuées arbitrairement aux ressources, sans règles établies et sans principes directeurs, ne seront pas interopérables et par conséquent seront mal exploitées entre différentes collectivités. Nous voyons donc qu'il est absolument nécessaire d'adopter des normalisations de description favorisant la bonne utilisation des métadonnées. Les normes et les standards, concernant principalement les ressources électroniques sur le Web, sont très motivés par la décentralisation de l'archivage et de la recherche de ressources qui induisent un besoin de cohérence et de conformité.

Dans ce domaine de la documentation et de l'enseignement à distance (EAD), le monde de l'Internet est dominé par des acteurs des ressources électroniques qui travaillent sur des descriptions formelles de métadonnées : Le Dublin Core (DC), Le Dublin Core Education et L'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) spécialisés dans le développement des métadonnées décrivant les objets d'apprentissage y compris non numériques, ils standardisent aussi les vocabulaires (valeurs de métadonnées). Selon notre approche, les modèles de métadonnées présentent comment le matériel d'apprentissage peut être décrit et annoté de façon à être exploitable et interopérable. Tous les éléments des métadonnées nécessaires à la description d'une ressource peuvent être classifiés en plusieurs catégories, chacune offrant un point de vue différent.

Cette nouvelle génération du Web s'avère prometteuse pour implémenter les exigences du e-Learning et plus particulièrement le tutorat en ligne. Il constituera pour notre application, un environnement dans lequel les agents humains et logiciels vont communiquer selon une base sémantique, que nous allons schématiser à travers un modèle de description des données. Notre approche offrira une meilleure localisation, identification et exploitation des ressources tout en renforçant la robustesse et l'efficacité. Nous pouvons même proposer un éventail de choix aux utilisateurs.

En adoptant cette restructuration des connaissances à l'aide des métadonnées, nous arriverons à satisfaire des requêtes mal formulées ou/et imprécises postées par l'apprenant dans un espace de discussion. Selon ses préférences, nous espérons que ce dernier peut

facilement et rapidement trouver le contenu d'apprentissage précis et utile ou/et la réponse la plus pertinente.

De ce fait, nous tenons fort à l'idée militante que le Web Sémantique apparaît comme une technologie prometteuse et une infrastructure adéquate pour implémenter un système de e-Learning, du moment qu'il fournit tous les outils et les langages pour une représentation des connaissances bien organisé basé sur les métadonnées. En effet, son apport dans le contexte de l'EAD selon les exigences suivantes:

– De la réponse: Les propres agents personnalités sur le Web sémantique peuvent employer la langue de service généralement convenue, qui permet la coopération entre ces agents et la livraison active des matériaux d'étude dans le contexte des problèmes.

– *De la livraison:* Les matériaux d'étude sont distribués sur le Web mais eux sont liés à une ontologie. Donc, on peut construire d'un cours spécifique pour l'utilisateur grâce aux requêtes sémantique pour des matières d'intérêt.

– *De l'accès:* L'utilisateur peut décrire la situation actuelle (le but de l'étude, la connaissance précédente..) et exécuter la demande sémantique pour le matériel les plus approprié. Le profil d'utilisateur est également expliqué. L'accès à la connaissance peut être augmenté par la navigation sémantiquement.

– *De la personnalisation:* L'utilisateur, ayant son agent, recherche le matériel d'étude adapté aux besoins de celui-ci. L'ontologie est le lien entre les besoins d'utilisateur et les caractéristiques du matériel d'apprentissage.

– *De l'adaptation:* Le Web sémantique permet d'utiliser la connaissance fournie dans diverses formes, par l'annotation sémantique de contenu. La distribuée du Web sémantique permet d'améliorer des études continues.

– Cependant, nous trouvons que l'EAD peut profiter des avantages des services sémantiques, d'interaction, des ontologies et d'annotation sémantique. Ainsi, le Web sémantique peut offrir plus de flexibilité dans un système de e-Learning en utilisant de nouvelles technologies Web sémantique telles que la collaboration, la discussion et les outils d'annotations.

– Le Web sémantique permet la création d'une structure sémantiquement riche et orientée ressources. En effet, notre approche essaye de profiter des apports annotés ci-dessus et de la richesse de ladite structure orientée [ressources](#). La fonction tutorale envisagée exploitera ces techniques du Web sémantique en déployant un système multi-agents chargé de gérer les structures des métadonnées. Une description détaillée fera l'objet dans la section suivante.

V. Description conceptuelle de l'approche

V.1 Métadonnées formelles & modèles de graphes de données:

Pour améliorer la recherche sur les données, nous proposons d'accompagner les documents publiés d'un ensemble d'informations destinées à mieux les identifier (mention de l'auteur et de l'éditeur, sujet, thème, mots clés, résumé du contenu...) et surtout des liens explicitant des relations de hiérarchisation de dépendance entre ressources. Cette méthode présente un réel intérêt : en effet, l'ajout de contenu de nature sémantique aux documents publiés augmente fortement la qualité de l'information disponible pour les outils de recherche. En pratique, nous représenterons les ressources d'apprentissage à travers des modèles de graphe de données.

La structure fondamentale de toute expression basée sur les métadonnées formelles sera décrite à travers la syntaxe RDF qui est une collection de triplets, chacun composé d'un sujet, un prédicat et un objet. Un ensemble de tels triplets est appelé un graphe RDF. Ceci peut être illustré par un diagramme composé de nœuds et d'arcs dirigés, dans lequel chaque triplet est représenté par un lien nœud-arc-nœud (d'où le terme de "graphe").



Figure 1 : Modèle de graphe de données

Par exemple, l'URN urn : isbn: 0-395-36341-1 est un URI qui, étant un numéro de l'International Standard Book Number (ISBN), permet de faire référence à un livre, mais ne suggère ni où, ni comment en obtenir une copie réelle.

Afin de faciliter les opérations à l'échelle interne c'est-à-dire au sein de la plateforme ainsi qu'à l'échelle plus vaste d'Internet, RDF est un cadre ouvert qui autorise chacun à faire la description qu'il voit adéquate à propos de toute ressource. Nous décrivons les ressources selon des directives pédagogiques.

En général, il n'est pas assuré qu'une information complète sur chaque ressource est disponible. RDF n'empêche personne de faire des déclarations qui soient en contradiction ou inconsistantes avec d'autres remarques, ou le monde comme on le voit. Nous avons prêté particulièrement attention à ce point et créé notre système de telle sorte qu'il puisse tolérer des sources d'informations incomplètes ou inconsistantes.

Exemple de déclaration

Soit un énoncé simple:

Mr Med Tahar ILEH est l'auteur de l'article: Tuteur virtuel dans une plateforme de e-learning.

Cela se transpose en composantes RDF:

Sujet / Ressource: <http://moodletv.freeprohost.com/ILEH>

Prédicat / Propriété: Auteur de

Objet / Littéral: " Promotion de l'Apprentissage "

Et l'écriture formelle RDF devient:

```
<rdf>
```

```
<Description about="http://moodletv.freeprohost.com/ILEH">
```

```
<s:auteur> Promotion de l'Apprentissage </s:auteur>
```

```
</Description>
```

```
</rdf>
```

Espaces de noms

L'espace de nom est un ensemble dans lequel s'appliquent les règles d'un schéma RDF.

Un document RDF fait référence à au moins deux espaces de noms, RDF d'une part, et d'autre part le domaine auxquelles appartiennent les données. Il est indiqué par l'attribut "xmlns".

L'exemple complet:

Incluant le triplet et les définitions d'espaces de noms: `<?xml version="1.0 ?>`

```
<rdf xmlns=http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#
xmlns:s="http://description.org/schema/" >
```

```
<Description about="http://www.moodletv.freeprohost.com/ILEH" > <s:auteur> Promotion
de l'Apprentissage </s:auteur>
```

```
</Description>
```

```
</rdf>
```

De ce fait, nous arrivons de rajouter aux données de la plateforme d'enseignement moodletv⁴ une couche sémantique permettant une meilleure exploitation.

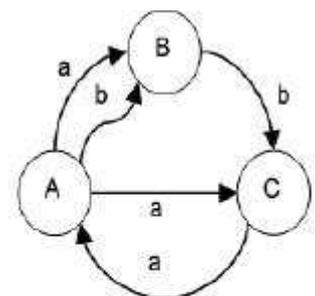


Figure 2 : Sérialisation d'arbre décrite en RDF

V.4 Multi-agents & adéquation au tutorat en ligne

Notre système cible sera un système multi-agents. Qui peut être défini comme étant un système distribué composé d'un ensemble d'agents ayant les caractéristiques suivantes:

- **Situé** : l'agent est capable d'agir sur son environnement à partir des entrées sensorielles qu'il reçoit de cet environnement.

4 Plateforme de e-learning avec tuteur virtuel élaboré par M. M.T. ILEH, Université 7 novembre à Carthage, 2006. <<http://moodletv.freeprohost.com>>

Par exemple, l'URN urn : isbn: 0-395-36341-1 est un URI qui, étant un numéro de l'International Standard Book (ISBN), permet de faire référence à un livre, mais ne suggère ni où, ni comment en obtenir une copie réelle.

Afin de faciliter les opérations à l'échelle interne c'est-à-dire au sein de la plateforme ainsi qu'à l'échelle plus vaste d'Internet, RDF est un cadre ouvert qui autorise chacun à faire la description qu'il voit adéquate à propos de toute ressource. Nous décrivons les ressources selon des directives pédagogiques.

En général, il n'est pas assuré qu'une information complète sur chaque ressource est disponible. RDF n'empêche personne de faire des déclarations qui soient en contradiction ou inconsistantes avec d'autres remarques, ou le monde comme on le voit. Nous avons prêté particulièrement attention à ce point et créé notre système de telle sorte qu'il puisse tolérer des sources d'informations incomplètes ou inconsistantes.

Exemple de déclaration

Soit un énoncé simple:

Mr Med Tahar ILEH est l'auteur de l'article: Tuteur virtuel dans une plateforme de e-learning.

Cela se transpose en composantes RDF:

Sujet / Ressource: <http://moodletv.freeprohost.com/ILEH>

Prédicat / Propriété: Auteur de

Objet / Littéral: " Promotion de l'Apprentissage "

Et l'écriture formelle RDF devient:

```
<rdf>
<Description about="http://moodletv.freeprohost.com/ILEH">
<s:auteur> Promotion de l'Apprentissage </s:auteur>
</Description>
</rdf>
```

Espaces de noms

L'espace de nom est un ensemble dans lequel s'appliquent les règles d'un schéma RDF.

Un document RDF fait référence à au moins deux espaces de noms, RDF d'une part, et d'autre part le domaine auxquelles appartiennent les données. Il est indiqué par l'attribut "xmlns".

L'exemple complet:

Incluant le triplet et les définitions d'espaces de noms: <?xml version="1.0 ?>

```
<rdf xmlns=http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#
xmlns:s="http://description.org/schema/" >
<Description about="http://www.moodletv.freeprohost.com/ILEH"> <s:auteur> Promotion
de l'Apprentissage </s:auteur>
</Description>
</rdf>
```

De ce fait, nous arrivons de rajouter aux données de la plateforme d'enseignement moodletv⁴ une couche sémantique permettant une meilleure exploitation.

V.4 Multi-agents & adéquation au tutorat en ligne

Notre système cible sera un système multi-agents. Qui peut être défini comme étant un système distribué composé d'un ensemble d'agents ayant les caractéristiques suivantes:

- **Situé** : l'agent est capable d'agir sur son environnement à partir des entrées sensorielles qu'il reçoit de cet environnement.

4 Plateforme de e-learning avec tuteur virtuel élaboré par M. M.T. ILEH, Université 7 novembre à Carthage, 2006. <<http://moodletv.freeprohost.com>>

– **Autonome** : l'agent est capable d'agir sans l'intervention d'un tiers (humains ou agent) et qu'il a le contrôle de ses actions et de son état interne.

– **Proactif** : capable de prendre des initiatives aux moments opportuns. Capable de répondre à temps : l'agent doit être capable d'élaborer une réponse dans le temps requis.

– **Social** : capable d'interagir avec les autres agents (logiciels ou humains) afin d'accomplir des tâches ou aider les autres agents à accomplir leurs tâches.

Notre choix de l'architecture d'un système multi-agents est principalement fonction des exigences de la fonction tutorale à distance: En effet, le système doit fonctionner de manière autonome et doit nécessiter un minimum d'intervention de la part du tuteur réel. Le système multi-agents est très proche du comportement humain d'un point de vue pro-activité, en effet nous chercherons toujours à mieux améliorer les réponses données par notre système. Afin de réduire les allers-retours en messages de communication est une demande accrue de la part de notre solution, le concept de "blackboard" est une solution pratique; il s'agit d'une mémoire partagée située dans un emplacement bien précis et accessible aux agents en lecture et/ou en écriture. Il s'agit bien, à ce niveau, du processus d'inférence sur les connaissances.

Vu la lourdeur de la tâche, il serait adéquat de séparer les préoccupations entre agents ce qui facilite et réduit la complexité du traitement du langage naturel au niveau des requêtes postées par les apprenants. En plus, le Système multi-agents est capable d'exploiter la technologie basée sur les métadonnées au niveau du Web sémantique. En effet, le web 3.0 serait basé désormais sur les agents.

Pour la notion de coopération, une décomposition modulaire par agent où à chaque agent sera assignée une tâche bien particulière que ce soit en analyse syntactico-sémantique, ou en recherche de ressources web.

Renforcer l'idée du parallélisme et la conduite des tâches en parallèle étant donné que chaque agent possède un fil d'exécution séparé.

V.5 Système de tutorat virtuel

V.5.1 Schéma de la fonction tutorale:

Figure 3 : Schéma implémentant la fonction tutorale

Pour mettre en œuvre la fonction tutorale notre système fonctionne comme présenté ci-dessus:

- (1) l'apprenant pose une question dans l'espace d'un forum de sa plateforme d'EAD.
- (2) Notre 1^{er} agent, appelé "Agent Q" et qui surveille cet espace, capte cette question postée et effectue le traitement nécessaire (en la mettant sous un format adapté pour une exploitation ultérieure au niveau de la recherche).
- (3) L' "Agent Q" transmet au 2^{ème} agent, appelé "Agent R", le modèle, le contexte et le focus de la question. Après cette étape, deux traitements (4) et (5) sont conduits en parallèle.
- (4) l'agent R, recherche la réponse la mieux adaptée à la question en explorant la structure de connaissances basées sur les métadonnées. En procédant par élimination des cas "non pertinents", il applique un raffinement pour sélectionner la meilleure réponse parmi un ensemble de bonnes réponses qui sont des candidates.
- (5) Le 3^{ème} agent, "Agent G", effectue une recherche dans la structure de description des

ressources web basées sur les métadonnées. L'agent renvoi la bonne ressource qui pourra être utiles à l'apprenant en lui procurant d'autres voies de découvertes, voire le conduire à reformuler sa requête.

(6) La réponse, jugée la plus pertinente, est stockée dans la table concernée et elle est postée à l'apprenant comme réponse à sa question dans le même espace engendré.

Dans notre système, il s'agit d'une communication en vue de coopération et de répartition de tâches. Ainsi le 1^{er} agent, après analyse de la question et extraction des caractéristiques phares (modèle, contexte et focus), transmet cette information au deuxième agent et lui délègue le traitement concernant la recherche d'une réponse la plus adéquate. Il s'agit de la coopération intégrative, selon laquelle une tâche est décomposée en sous-tâches. Les agents de spécialités différentes œuvrent de manière coopérative et, la solution étant obtenue au terme de leur exécution [18].

La communication est réalisée principalement selon le concept du "Black board"; il s'agit de déposer les connaissances à un seul endroit qui sera accessible à tous les agents. Les mises à jour des connaissances sont réalisées à cet emplacement bien particulier ce qui évite des allers-retours de messages fastidieux des agents.

V.5.2 Agent Question (Agent Q)

C'est à cet agent que seront assignés les opérations liées à l'analyse syntaxique et surtout sémantique des requêtes émises par l'apprenant. Sa tâche principale est d'extraire les caractéristiques déterminantes pour la recherche d'une réponse à savoir modèle, focus et contexte.

Modèle de la question:

Pour déterminer le modèle de la question, une étape indispensable à la bonne marche de notre système est l'analyse de la forme et du contenu des questions des apprenants. En effet, pour pouvoir répondre correctement à une question, ce travail est dédié à l'agent Q qui se charge d'extraire les caractéristiques de la question

(mots clés, forme du modèle, l'appartenance à quel contexte, modèle). En général, dans un système de question-réponse, le module d'analyse des questions a pour rôle de fournir aux autres modules des informations afin de leur faciliter la sélection des réponses candidates et d'en extraire celle la plus adéquate. Notre agent à ce niveau retourne deux types d'information :

- Le type attendu de la réponse;
- Les termes les plus importants de la question : ceux qui devraient idéalement aider à trouver la réponse.

Il existe plusieurs méthodes d'analyse de la question, la plus pertinente c'est l'analyse syntactico-sémantique de la question. Nous allons décrire brièvement le fonctionnement de notre module d'analyse de la question en définissant les caractéristiques qui sont calculées par cet agent, et en indiquant en quoi elles peuvent contribuer à une meilleure recherche de la réponse.

Pour extraire les *types possibles* des réponses, nous avons fait une analyse des questions postées par des étudiants dans le forum de cours de la plateforme "Moodletv". Nous avons constaté que la classification de types de réponses attendus est basée sur la forme externe des questions. Une demande d'information peut être formulée au moyen d'une question construite à partir de l'un des pronoms interrogatifs suivants : qui, quoi, comment, pourquoi, que, combien, etc., ou bien au moyen d'ordres ou de questions indirectes construite avec des expressions telles que donnez-moi, listez-moi, je recherche, je veux savoir...

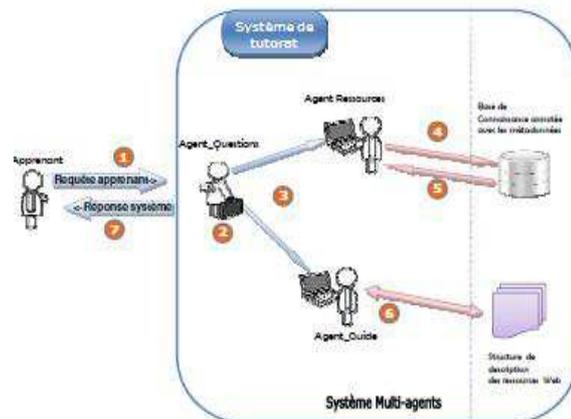


Figure 3 : Schéma implémentant la fonction tutorale

Voici quelques exemples des questions :

C'est quoi l'intelligence artificielle ~Type=? définition

Qu'elles sont les propriétés de Formules équivalentes? ~Type = propriété Comment résoudre le Problème de conflits de processus ~Type? = résolution

Quel est le but de l'évaluation des interfaces personne machine ~Type? = but

Plusieurs questions demandent le même type de réponse, mais elles sont de formes différentes. Donc, pour notre module d'analyse, nous proposons des modèles de questions, et selon le modèle utilisé, on extrait le type de la réponse attendu. Par exemple, pour la catégorie « définition » voici les modèles que l'étudiant peut utiliser :

Qu'elle est la définition de... C'est quoi la définition de... Qu'est-ce que...

C'est quoi...

Comment peut-on définir... Donnez-moi la définition de...

De même pour les autres catégories (but, comparaison, résolution...), chacune possède plusieurs modèles. Il suffit de connaître le type de réponse attendu, que nous entamons l'étape de détection de focus.

Extraction des focus :

Pour une application telle qu'un système de question – réponse, une analyse par mots clés de la question est insuffisante et qu'une analyse plus détaillée passant par une analyse syntaxique et sémantique permet de fournir des caractéristiques permettant une meilleure recherche de la réponse.

La détection de type de réponse attendu et de focus

de la question est plus fructueux du moment qu'il prépare le chemin à entreprendre lors de l'exploration de la structure de connaissances ce qui facilite la localisation de la bonne information.

Dans cette étape, nous essayons éliminer des mots inutiles à l'analyse des questions comme les articles le, la, les, ... etc. Il est parfois conseillé de les omettre lors de l'émission de la requête. Il sera donc adéquat de les ôter.

Détermination du module en utilisant les métadonnées:

Après avoir établi le modèle de la question, la tâche suivante de l'agent Q consiste à situer un contexte de réponse probable à la question .C'est-à-dire affecter le contexte correspondant à la question de l'apprenant. Cette étape est très importante car elle permet, au pire des cas, répondre à l'apprenant sans pour autant s'éloigner d'un certain contexte de réponse. Pour ce faire, notre agent Q explore un fichier XML où sont décrits les contextes par le biais des métadonnées relativement aux ressources d'apprentissage. Suite à cette opération il attribut le contexte associé à la requête apprenant.

V.5.3 Agent Ressources (Agent R)

Cet agent essaye de répondre en temps réel aux questions postées par les apprenants dans le forum au sein de la plateforme concernée. Son rôle tient essentiellement à répliquer le plus proche que possible à la question de l'apprenant. Il vient en aide du tuteur réel pour combler des insuffisances au niveau du nombre des questions affluentes et augmente sa capacité à gérer un grand nombre d'apprenants connectés. Bien entendu il aura besoin du modèle, focus et contexte déjà élaborés par l'agent Q. En se basant sur ces connaissances, il s'agit de fournir à l'apprenant une réponse la plus pertinente à partir d'une structure de connaissances régulièrement mises et à jour et augmentées à l'aide d'un processus d'apprentissage, que nous allons présenter à la section suivante.

Toutefois le tuteur réel ne sera pas totalement exclu, il interviendra pour valider certaines nouvelles connaissances et il dirigera les buts des agents suivant des directives pédagogiques bien spécifiques aux apprenants visés.

Fonctionnalités spécifiques:

V ***Prise en charge d'actions répétitives:*** l'agent R devrait prévoir et devancer les actions usuelles de l'apprenant. La réalisation d'un traitement que l'utilisateur a auparavant demandé, planifié, ou une prise en charge sans nécessiter cette demande explicite. Une application immédiate de la forme "programmée" est donnée par l'assistance de notre agent. Nous chercherons le moment à partir duquel une action devient répétitive (notion de seuil) ?

~ ***Analyse du contexte*** : l'agent Ressources devrait pouvoir interpréter les événements observés afin de prendre des décisions appropriées selon la situation en cours. Il s'agit du niveau immédiatement supérieur au point que nous avons précédemment évoqué. Non seulement l'historique des actions effectuées par l'utilisateur est utilisé mais elle est également interprétée.

Nous allons mettre en avant des historiques d'actions suite à l'analyse, qui pourraient être ultérieurement utiles aux agents pour comprendre certains contextes.

Structure des connaissances:

Un agent accède à une structure de connaissances que nous allons procéder à sa restructuration à base des métadonnées.

Pour ce faire, tout objet d'apprentissage sera annoté de telle sorte que nous améliorons nettement sa recherche et son exploitation par notre agent. Cette structure est composée physiquement d'arborescences permettant l'accès aux ressources.

V.5.4 Agent Guidage (Agent G)

Cet agent se chargera de l'activité sémantique en tirant profil de la nouvelle structuration de données et proposera des liens supplémentaires pour mieux soutenir et/ou enrichir la solution proposée par le deuxième agent. Faisant appel à la structure formulée à base de métadonnées, il offrira à l'apprenant de nouvelles voies de recherche de la solution souvent mal exprimée au niveau de la requête émise pour le premier agent il est à noter que ceci ne remet pas en cause, la performance de notre agent R mais l'anomalie est souvent à une absence réelle de la solution ou une mauvaise formulation de la requête apprenant. Il permettra d'offrir non seulement une réponse à une requête apprenant mais ira au-delà d'une réponse ordinaire en offrant tout un contexte de réponse.

De ce point de vue, un apprenant, se questionnant sur le langage C par exemple, aura comme réponse deux volets :

- Dans un premier niveau : une réponse pertinente liée directement à la question qui répond à la formalisation présentée par l'agent R.
- Dans un deuxième niveau : d'autres possibilités mettant la question au centre et la garnir de plusieurs possibilités comme par exemple sa description selon l'approche orientée objet, le langage de programmation, des sections de cours en relation avec la même thématique, lui proposant un site où télécharger le compilateur C, une documentation plus riche et détaillée sur son subséquent C++ et éventuelles solutions comme le C#.

Ainsi notre Agent G propose un éventail de propositions de la solution, et de ce fait, l'apprenant aura donc un meilleur contexte de choix d'une réponse plus adaptée à ses intentions de l'apprenant.

Dans ce sens nous illustrons une façon concise un apprentissage orienté apprenant qui est l'une des principales finalités de l'enseignement à distance.

Notre approche adopte une architecture en Y. Le schéma ci-dessous, montre la contribution des métadonnées formelles pour la représentation des connaissances d'une part, et un système multi-agent pour inférer sur ces représentations et ce, pour la mise en œuvre de la fonction tutorale.

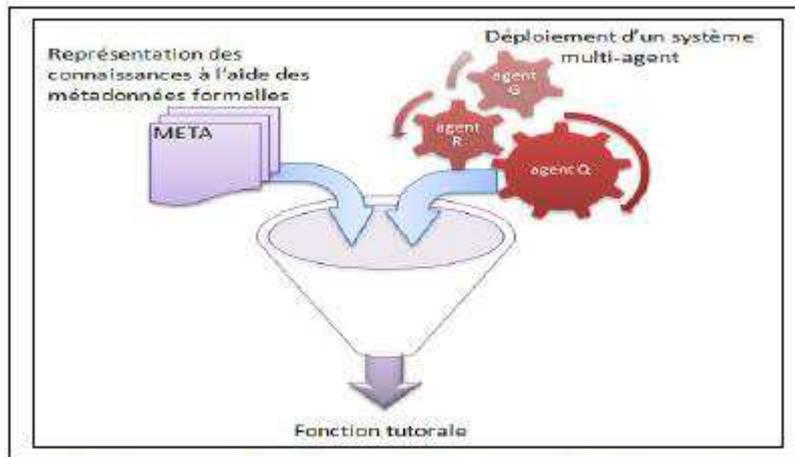


Figure 4 : Architecture en Y de la fonction tutorale envisagée

VI. Spécification fonctionnelle du système

Dans Les packages schématisés dans le diagramme (figure 5), nous montrons la relation entre les trois Agents (Agent Q, Agent R, Agent G) même si les interactions entre l'apprenant et notre système n'apparaît pas ici dans cette figure.

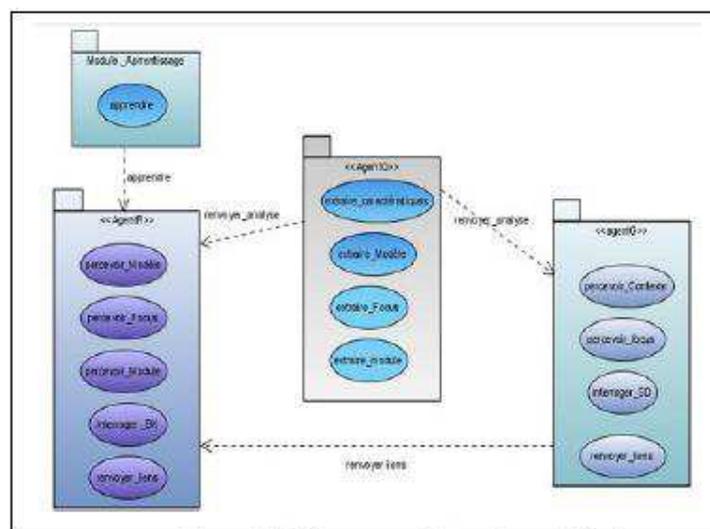


Figure 5 : Diagramme de package général

Dans le diagramme de cas d'utilisation (figure 6), nous décapsulons ces packages et nous expliquons les liens qui existent entre les acteurs du système.

Ce diagramme définit les cas d'utilisation représentant les principales fonctions métier:

- poster_question (apprenant): les utilisateurs déjà authentifiés peuvent poster des questions dans le forum concernant un cours scénarisé dans une plateforme;
- poster_réponse_prof (tuteur réel): le tuteur réel peut, à tous moment, intervenir dans le forum et poster des réponses;
- extraire réponse_prof : l'agent Q, enquête de réponse tuteur réel, extrait la réponse donnée par l'enseignement lui-même;
- extraire Modèle : l'agent Q renvoie le modèle de la question à l'agent R;
- extraire contexte : l'agent Q renvoie le contexte de la question pour l'agent R;
- extraire focus : l'agent Q renvoie le focus de la question pour l'agent R;
- percevoir Modèle : extraire la caractéristique relative au modèle de la question;
- percevoir Contexte : extraire la caractéristique relative au contexte de la question;
- ercevoir focus : extraire la caractéristique relative au focus de la question;
- explorer BK : l'agent R explore la structure de connaissances et

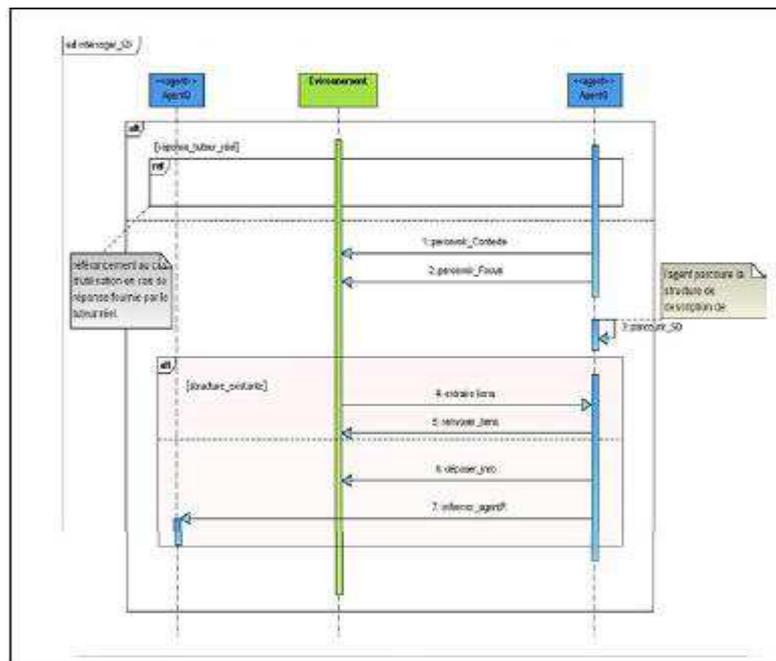


Figure 8: Diagramme d'activités de "Interroger_SD"

CONCLUSION

Les métadonnées peuvent être employées dans plusieurs domaines de technologies de l'information et plus particulièrement à la documentation numérique, les notices, où les métadonnées contiennent des informations sur la source du document (titre, auteur, date, sujet, éditeur, etc.), sa nature (monographie, périodique, etc.), son contenu informationnel (descripteurs, mots-clés, résumé) et sa localisation physique. Les métadonnées sont également utilisées pour d'autres types de ressources informatiques contenant des images ou du son. Elles servent donc à vulgariser le contenu informationnel d'une ressource. C'est dans ce sens et dans le contexte du rôle du tuteur à distance qui joue un rôle moteur dans la formation. La qualité du suivi permet d'entretenir la motivation de l'apprenant et d'éviter qu'il abandonne sa formation en cours de route. Son rôle est le gestionnaire du déroulement du cours, le Coach et l'accompagnement psychologique, le formateur qui dispense de la connaissance, l'intermédiaire entre l'institution et les apprenants et, aussi, il est un autre apprenant parmi d'autres pour lequel notre idée révèle les complémentarités à trouver entre la gestion de la documentation bien sollicitée dans l'enseignement à distance, et celle des modèles de connaissance basés sur les métadonnées.

La structuration de nos ressources pédagogiques de cette façon est également un enjeu important. Des banques de scénarios pédagogiques visant à mutualiser des pratiques de soutien des apprenants suscitent un intérêt croissant et l'accès à ces données. Ceci nécessite d'être normalisé dans le but de proposer des standards communs et une gestion maîtrisée des ressources. Notre démarche dévoile de la représentation intelligente des connaissances, en effet, métadonnées attribuées arbitrairement aux ressources, sans règles établies et sans principes directeurs, ne seront pas interopérables et par conséquent seront mal exploitées entre différentes collectivités.

REFERENCES

- [1] D.Beckett, E.Miller, D. Brickley, 2002. "Expressing simple dublincore in RDF/XML", <http://dublincore.org/documents/dcmes-xml>.
- [2] Hubert Kadima and Valérie Monfort. Mars 2003. *Les Web Services – Techniques, démarches et dfoutils – XML, WSDL, SOAP, UDDI, Rosetta, UML*. Dunod,
- [3] V.Monfort et S.Goudeau, 2004 .*Web Services et interopérabilité des SI*, Dunod.

- [4] C. Longépé, 2004. *Le projet d'urbanisation du S.I. Démarche pratique avec cas concret*, DUNOD.
- [5] G. Bieberet J. Carpenter, 2002. *Introduction to Service-Oriented Programming*, <http://www.openwings.org>.
- [6] IEEE Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Sept 2000, IEEE Std 1471-2000.
- [7] S. Krakowiak, Intergiciel et Construction d'Applications Réparties, Licence Creative Commons, 2007.
- [8] T.BERNERS-LEE, "What the semantic web can represent", 2000. <<http://www.w3.org/DesignIssues/RDFnot.html>.>
- [9] T.Berners-Lee, J. Hendler, O.Lasillam, 2001, "The Semantic Web", Scientific American.
- [10] P. Peccatte, 2003, "Métadonnées : une initiation", Dublin Core, IPTC.
- [11] Y. Bourda, M. Hélier, 2003 ; "Métadonnées et XML: Applications aux "Objets pédagogiques", Supélec, Plateau de Moulon, F-91 192 Gif-sur-Yvette cedex France.
- [12] S. Cornelius, C. Higgison, 2000, "The Tutor's Role and Effective Strategies for Online".
- [13] B. Denis B, "Quels rôles et quelle formation pour les tuteurs intervenant dans des dispositifs de formation" ,2003.
- [14] J. A. Deschênes, "Autonomie et enseignement à distance", Revue canadienne pour l'étude de l'éducation des adultes, vol. 5, n° 1, pp. 32-54.
- [15] M.P. Dessaint, D. Boisvert, "Motivations des personnes âgées de 55 ans et plus à suivre des cours à distance", CADE: Journal of Distance Education, vol. 6, n°2, 1991.
- [16] Amaury Daele, Françoise Docq, "le tuteur en ligne, quelles conditions d'efficacité dans un dispositif d'apprentissage collaboratif à distance?", S. Cornelius & C. Higgison, In "Online Tutoring e-book", Heriot-Watt University et The Robert Gordon 2000. University. <http://iotis.scotcit.ac.uk/onlinebook>
- [17] I.Salah & S. Bouyahi, "Enseignement ouvert et à distance: épistémologie et usages", Laboratoire 'Paragraphe'; Université Paris 8, Lavoisier, 2004, Paris.
- [18] M. Jemni, A. Bahattab, "A collaborative approach for development of Arabic courses for e-learning : A case study of Tunisian-Saudi Arabian experience", Issue of Learning Technology newsletter Volume 7 & Issue (ISSN 1438-0625) Publication of IEEE Technical Committee on Learning Technology (TCLT), April 2005.
- [19] T.Vantroys, "Du langage métier au langage technique : une plate forme flexible d'exécution de scénarios pédagogiques", Thèse de l'Université des Sciences et Technologies de Lille, Lille, 2003.
- [20] De Longueville, C., Gustin, T., Laduron, C., et Zandarin, J., « Tuteur et étudiants dans un groupe de travail à distance : qui fait quoi ? », Enquête réalisée par un groupe d'étudiants dans le cadre du dispositif Learn-Nett, 2000.