

---

# MEMORAe : un système d'information support d'un éco-système apprenant

Marie-Hélène Abel, Majd Saleh

Sorbonne Universités, Université de Technologie de Compiègne  
CNRS UMR 7253 Heudiasyc, 57 av. de Landshut, F-60203, Compiègne Cedex  
{marie-helene.abel ; majd.saleh}@utc.fr

---

*RÉSUMÉ.* A l'ère des technologies 2.0, les apprenants n'ont pas conscience de l'existence de l'éco-système apprenant auquel ils appartiennent. La diversité des ressources pédagogiques et de leurs moyens d'accès est intéressante mais peut constituer un obstacle à l'apprentissage si il n'y a pas une prise de conscience. Comment accéder à une ressource, évaluer sa pertinence, mesurer sa qualité, s'assurer que l'information produite est juste, etc. Comment capitaliser cette ressource, la partager avec qui et pourquoi ? Comment personnaliser un parcours de consultation des ressources en tenant compte des indications issues d'un éco-système apprenant ? Dans cet article nous proposons de suivre l'approche MEMORAe pour développer un système d'information support à un tel éco-système. À l'aide des prototypes clients web intégré ou système de système d'information la mettant en œuvre, nous montrons l'intérêt d'une telle approche. Nous terminons par une discussion sur son intérêt pédagogique et ses différentes mises en pratique.

*ABSTRACT.* Today, high school learners are unaware of the existence of the learning ecosystem to which they belong. The diversity of pedagogical resources and their means of access are interesting but can obstruct learning if awareness is not present. How to access a resource, assess its relevance, measure its quality, ensure that the information produced is fair, etc. How to capitalize on this resource, share it with whom and why? How to customize a resource consultation path taking into account the indications emanating from a learning ecosystem? In this article we propose to follow the MEMORAe approach to prepare a high school learner to become aware and exploit his learning eco-system. We show the interest of such approach with the help of the web clients' prototypes. We will then conclude with a discussion on its pedagogical interest and its different put into practices.

*MOTS-CLÉS :* éco-système apprenant, système de système d'information, apprentissage organisationnel, gestion des connaissances.

*KEYWORDS:* learning ecosystem, organizational learning, knowledge management, collaborative platform.

---

DOI:10.3166/ISI.22.6.53-69 © 2017 Lavoisier

## 1. Introduction

A l'ère des technologies 2.0 le concept d'individu-plus (*Perkins, 1995*) prend tout son essor. Adoptant l'approche de la cognition distribuée, Perkins définit un tel individu comme un individu augmenté de son environnement physique et social. De son point de vue, les environnements physiques et sociaux participent à la cognition en tant que véhicules de la pensée, et pas uniquement comme source d'information ou comme supports matériels des productions d'un individu. Ainsi, dans un contexte d'apprentissage, l'apprenant n'évolue pas seul, individu solo, mais dans un éco-système apprenant comprenant l'apprenant lui-même et son environnement physique et social : ses outils à disposition (bloc-notes, tablette, etc.), ses ressources (procédures, méthodes, instructions, supports de cours, notes, documentation, etc.), ses partenaires qui disposent eux-aussi d'une partie de la connaissance (binôme, enseignants, réseau d'expert, collègues de travail...). Cet éco-système peut être vu comme un espace d'apprentissage virtuel dans lequel les technologies qui concourent à l'apprentissage (matériel, logiciel et réseau) sont utilisées, dans le but de favoriser les interactions entre communautés d'acteurs et de contenu. Une communauté est constituée de personnes en interaction qui partagent, utilisent des informations, des connaissances sur des centres d'intérêts communs. Les connaissances y sont distribuées et aisément transférables : proximité organisationnelle (Rallet et Torre, 2001) ou épistémique (Breschi et Lissoni, 2001). Elles sont aussi bien accessibles via la mémoire de la personne elle-même que via ses outils, ses ressources ou ses partenaires. Savoir, ne se limite pas à répéter, expliquer ou faire, c'est pouvoir également à tout moment pouvoir actionner les connaissances distribuées de son éco-système.

Il devient donc intéressant de considérer la formation sous cet angle et de préparer les apprenants à évoluer au sein de cet éco-système en l'utilisant de façon efficace. La diversité des ressources pédagogiques et de leurs moyens d'accès est intéressante mais peut constituer un obstacle à l'apprentissage si la prise de conscience n'est pas là. Comment accéder à une ressource, évaluer sa pertinence, mesurer sa qualité, s'assurer que l'information produite est juste, etc. Comment capitaliser cette ressource, la partager avec qui et pourquoi ? Comment personnaliser un parcours de consultation des ressources en tenant compte des indications issues d'un éco-système apprenant ?

Dans cet article nous présentons les besoins liés à la préparation de la prise de conscience et l'exploitation d'un éco-système apprenant. Nous proposons alors de suivre l'approche MEMORAE pour y répondre. A l'aide de la plateforme web de collaboration la mettant en œuvre et de ses clients, nous montrons l'intérêt d'une telle approche. Nous terminons par une discussion sur son intérêt pédagogique et ses différentes mises en pratique.

## 2. Eco-système apprenant et formation

Considérer l'individu-plus et son éco-système apprenant amène une nouvelle manière de penser la formation et l'apprentissage. L'érudition ne se mesure plus uniquement au moyen des connaissances accumulées, mais par la vitesse de mobilisation des connaissances disséminées dans l'éco-système apprenant. La pertinence des outils de knowledge management prend dans cette vision toute son importance : trouver la bonne information au bon moment. La cible de la formation n'est plus l'apprenant lui-même, mais l'éco-système apprenant. Il devient donc nécessaire de définir dans les formations de nouvelles méthodes faisant usage de cet éco-système autrement dit prendre en compte la distribution des connaissances. Former, ne doit donc pas se limiter à transmettre les connaissances propres liées à un cours, il est nécessaire également de préparer à capitaliser, formaliser, connecter les connaissances distribuées (Dennery, 2014). Pour Marc Dennery, former c'est « engager un processus collectif de co-production dynamique de la connaissance distribuée ». Le rôle des formateurs est non seulement de transmettre les connaissances propres d'un cours mais également les méthodes et processus d'organisation et d'accès aux ressources pédagogiques au sens large (site web, vidéo, livre, forum, chat, personne possédant la connaissance recherchée, etc.) qui traitent de ces dernières.

Notre objectif vise à répondre à ces besoins en définissant et développant un système d'information destiné aux acteurs d'une formation (apprenants, enseignants) pour faciliter la mise en œuvre d'un apprentissage qui tienne compte à la fois de la transmission des connaissances propres d'un cours et des procédures et méthodes de capitalisation sur les connaissances. Capitaliser sur les connaissances nécessite de définir un index ou référentiel.

Ce référentiel peut être défini au moyen des connaissances propres du cours considéré qui constituent les connaissances organisationnelles. A la différence de la connaissance qui est propre à chaque individu, la connaissance organisationnelle est partagée et commune à un groupe de personnes d'une organisation (Prax, 2000). L'ingénierie des connaissances a pour objet de modéliser les connaissances d'un domaine pour les transmettre (Charlet *et al.*, 2000). Afin d'assurer au mieux la transmission, la modélisation doit être destinée à un public bien défini. Selon (Lhuillier, 2005), « Les connaissances ne deviendront organisationnelles, partagées, que pour la classe de personnes qui les assimile de la même façon. »

Le partage de connaissances nécessite souvent une explicitation de ces dernières. Celle-ci consiste principalement à produire des communications que l'on peut classer selon les moyens employés (Lhuillier, 2005) :

- rédiger et communiquer des documents formalisés sur des supports : rapports, comptes rendus, etc. ;
- avoir des échanges peu formalisés : réunions, e-mails, etc. ;
- faire une démonstration d'une action.

Une bonne communication dépasse la simple mise à disposition d'informations. Elle nécessite au moins une identification des destinataires ainsi qu'une harmonisation des pratiques de communication, d'échanges utiles pour l'interprétation du message (Lhuillier, 2005). Selon le même auteur, deux principales difficultés doivent alors être surmontées : les définitions du domaine des connaissances à transmettre et celles des situations cognitives des acteurs de la communication.

Ainsi, Lhuillier (2005) définit le domaine d'une connaissance comme celui qu'il est nécessaire de connaître afin d'extraire une connaissance d'une donnée informationnelle. Il s'agit de s'assurer que la donnée informationnelle sera interprétée de la même façon par les différents acteurs de la communication. Il précise que le bon sens et les cartographies ou ontologies de connaissances permettent d'aider à effectuer cette interprétation/extraction.

Quant à la situation cognitive d'un acteur, il la définit à partir du parcours cognitif que ce dernier a effectué. Les parcours considérés sont définis en fonction d'un domaine de connaissances. Deux personnes auront des situations cognitives semblables si elles ont suivi des parcours cognitifs proches. Ainsi, deux élèves de première S partagent une même situation cognitive.

Nous ajouterons que le rôle tenu par les connaissances organisationnelles est essentiel dans le processus d'apprentissage organisationnel et l'évolution au sein d'un éco-système apprenant. Il s'agit de faciliter les échanges et le partage de connaissances. Il est donc essentiel de se mettre d'accord sur ce que nous échangeons (QUOI), le moyen que nous mettons en œuvre pour le faire (COMMENT), la raison pour laquelle nous le faisons (POURQUOI) et d'identifier les personnes avec qui nous échangeons (QUI), sans oublier d'enregistrer la date à laquelle nous le faisons (QUAND). C'est à partir de telles connaissances que doivent être définies les fonctionnalités d'un système d'information support à l'apprentissage organisationnel au sein d'un éco-système apprenant.

### **3. Eco-système apprenant et SoIS**

Dans le contexte d'un éco-système apprenant, de nombreux systèmes d'information (SI) sont utilisés par les apprenants. Ces systèmes fournissent des ressources hétérogènes (vidéo, texte, e-book, forum en ligne, etc.) aux différents utilisateurs (étudiants, enseignants).

Considérer un éco-système apprenant comme un système de systèmes d'information (SoIS) vise à simplifier la gestion des ressources pédagogiques provenant de différents systèmes d'information, et le contrôle du processus de partage des informations entre les apprenants. L'objectif est de minimiser le temps nécessaire pour capitaliser les ressources issues de différents systèmes d'information.

Un SoIS est avant tout un système de systèmes (SoS). Un SoS est une collection de systèmes dédiés qui regroupent leurs ressources et leurs capacités pour créer un nouveau système plus complexe qui offre plus de fonctionnalités et de performance que simplement la somme des systèmes constitutifs (Popper et Bankes, 2004). Différentes approches ont été proposées dans la littérature concernant la coordination des différents systèmes d'un SoS. Il existe principalement trois approches (Lozano, 2010) : Leader/Follower, Virtual Structure et Behavioral Control. Dans l'approche Leader/Follower, un système leader permet aux systèmes composants de coopérer, de mener une tâche en collaboration (Dong, 2007).

Carlsson et Stankiewicz (1991) définissent les SoIS comme des réseaux d'agents qui interagissent dans un domaine technologique spécifique afin de créer, diffuser et utiliser des technologies axées sur le savoir, l'information et le flux de compétences. Ainsi, un SoIS peut être considéré comme un macro-système d'information donnant accès aux informations distribuées dans les systèmes composants et offrant des fonctionnalités utilisant les informations accédées. Vu sous cet angle, nous considérons qu'un SoIS peut servir de support à un éco-système apprenant. Il prend la forme d'un éco-système numérique apprenant.

#### **4. Approche MEMORAe**

Avec l'approche MEMORAe (Abel, 2015), nous visons la modélisation et le développement d'une plateforme web de collaboration permettant de capitaliser sur les connaissances qu'elles soient liées à l'objet de la collaboration ou au processus de collaboration. Les fonctionnalités de la plateforme exploitent la puissance du modèle élaboré.

##### ***4.1. Modélisation de la plateforme***

###### ***4.1.1. Préconisations***

Nous préconisons de distinguer pour la modélisation deux niveaux ontologiques (Breuker et Muntjewerff, 1999), l'un générique (ontologie de domaine), l'autre spécifique à une organisation particulière (ontologie d'application).

Concernant le niveau spécifique, il est dédié à l'objet de la collaboration. Il concerne les connaissances métier de l'organisation : ce sur quoi les collaborateurs partagent ou échangent (le domaine de connaissances de Lhuillier). Les concepts ontologiques (1) définissent les connaissances organisationnelles basées sur un vocabulaire/référentiel partagé ; (2) indexent les ressources. Nous préconisons de présenter à l'utilisateur ces concepts sous la forme d'une carte de concepts au sein de la plateforme. Cette présentation cartographique sert deux objectifs : permettre de s'approprier une carte mentale du référentiel partagé et naviguer parmi les nœuds/concepts pour accéder aux ressources qu'ils indexent. La carte sera donc différente selon la raison d'être de l'organisation. L'éco-système ainsi défini

s'organise autour de la carte de l'ontologie d'application qui représente la structuration de la connaissance organisationnelle visée pour la communauté d'apprenants utilisatrice. Les apprenants peuvent accéder aux définitions des concepts, aux ressources qu'ils indexent et échanger autour de celles-ci. L'information au sens large accédée ne deviendra connaissance individuelle que lorsqu'elle sera comprise par le schéma d'interprétation de l'apprenant qui lui donne un sens (*sense-reading*). Elle pourra être qualifiée d'organisationnelle lorsqu'elle sera partagée avec les membres de l'éco-système si les schémas d'interprétation de chacun d'entre eux sont « commensurables », c'est-à-dire permettant une interprétation de sens commune à tous les membres de l'organisation/éco-système (Tsuchiya, 1993 ; Arduin, 2013).

Concernant le niveau générique, il est dédié aux processus de collaboration. Il doit donc définir les connaissances propres à la mise en œuvre d'un apprentissage organisationnel *via* le partage et l'échange de ressources informationnelles formelles ou informelles sources de connaissance. De façon à faciliter l'importation ou l'exportation de telles ressources, nous préconisons de définir ce niveau au moyen d'une ontologie de collaboration modulaire exploitant les standards du web selon le type de ressources à traiter. En effet, développer une ontologie modulaire facilite la création, maintenance, la réutilisation des modules qui sont plus petits que l'ontologie globale. Pour (Doran *et al.*, 2007) un module ontologique est un composant réutilisable d'une ontologie plus complexe. L'adaptabilité de l'ontologie aux besoins est également accrue : ajout ou retrait d'un ou plusieurs modules. (Pathak *et al.*, 2009 ; Ben Abbes *et al.*, 2012) précisent qu'un module ontologique est autonome et qu'il doit cependant toujours entretenir des relations avec d'autres modules (y compris le noyau) de l'ontologie qu'il intègre.

#### 4.1.2. Le modèle *Memorae-core2*

Le modèle MEMORAE-core2 suit les préconisations de l'approche MEMORAE. Il consiste en une ontologie modulaire reprenant les standards du web sémantique. Avec le modèle MEMORAE-core2 nous considérons la collaboration du point de vue du partage et de l'échange de ressources hétérogènes entre collaborateurs utilisateurs de la plateforme qu'il permettra de développer. Le cœur du modèle s'organise naturellement entre les concepts utilisateurs, groupe d'utilisateurs et ressources.

– Modélisation des utilisateurs et des groupes d'utilisateurs : comme nous l'avons précisé, nous considérons une organisation comme un ensemble de membres qui interagissent. Chaque membre peut être utilisateur de la plateforme de collaboration support à l'apprentissage organisationnel. À un utilisateur ou groupe d'utilisateurs est associé un espace de partage ou seront rendues visibles/accessibles les ressources. Un utilisateur de la plateforme a accès par défaut à un espace de partage privé où il peut déposer ses ressources personnelles et à l'espace de partage du groupe associé à l'organisation (groupe constitué des membres utilisateurs de

cette dernière). Un utilisateur peut être associé à autant de groupes d'utilisateurs que nécessaire.

– Modélisation des ressources : les ressources sont définies comme des « vecteurs d'information ». Les ressources sont distinguées selon qu'elles sont simples ou composées. Une ressource simple est un tout. Un document, une personne (agent), une note sont des exemples de ressources simples. Les ressources composées se composent d'autres ressources. Un wiki, un forum ou un agenda en sont des exemples. Un wiki est composé de plusieurs pages wiki, un forum est composé de questions et de réponses, et un agenda est composé d'évènements. Nous tenons compte par ce biais des ressources documentaires et des ressources sociales. Chaque ressource (simple ou composée) est indexée par une ou plusieurs clés d'indexation. Une clé d'indexation permet de rendre visible la ressource selon un concept de l'ontologie d'application (vocabulaire partagé) dans un espace de partage. Une réponse à une question sera indexée par le concept qui indexe la question concernée mais pourra être également indexée par un concept qu'elle introduit. Dans notre approche, nous avons fait également le choix de considérer une annotation comme une ressource à part entière qui a une cible. Une annotation est donc indexée et accessible par elle-même au sein d'un espace de partage. Enfin, afin de faciliter le partage, nous avons modélisé la ressource simple « vote ». Cette dernière comporte un attribut « note » et a une cible. Elle permet à un utilisateur de voter sur la pertinence d'une cible (ressource, partie de ressource) pour un sujet (concept de l'ontologie d'application) au sein d'un espace de partage. Par exemple le livre L1 est très pertinent pour le concept C1 et peu pertinent pour le concept C2 au sein de l'espace de partage EP du groupe G.

Pour mettre en œuvre le modèle MEMORAe-core2 nous avons défini un cœur (mc2) que nous avons complété par l'intégration de modules issus de standards du web sémantique (cf. figure 1). Les principaux sont :

– FOAF<sup>1</sup> (*Friend Of A Friend*) (Brickley, Miller, 2010) : standard utilisé pour décrire les personnes et leur réseau social de manière sémantique.

– SIOC<sup>2</sup> (*Semantically-Interlinked Online Communities*) (Breslin *et al.*, 2009) : standard utilisé pour décrire des objets couramment utilisés sur les sites communautaires et leurs relations. Il donne les éléments pour modéliser les différents types de discussion tels que les blogs, forums et listes de diffusion.

– BIBO<sup>3</sup> (*BIBliographic Ontology*) (D'Arcus, Giasson, 2009) : standard utilisé pour décrire les références bibliographiques pour le web sémantique. Il permet ainsi de décrire des livres, des articles, des notes, etc.

– OA<sup>4</sup> (*Open Annotation*) : standard utilisé pour décrire les annotations des ressources.

---

1. <http://xmlns.com/foaf/spec/>

2. <https://www.w3.org/Submission/sioc-spec/>

3. <http://bibliontology.com/specification>

4. <https://www.w3.org/annotation>





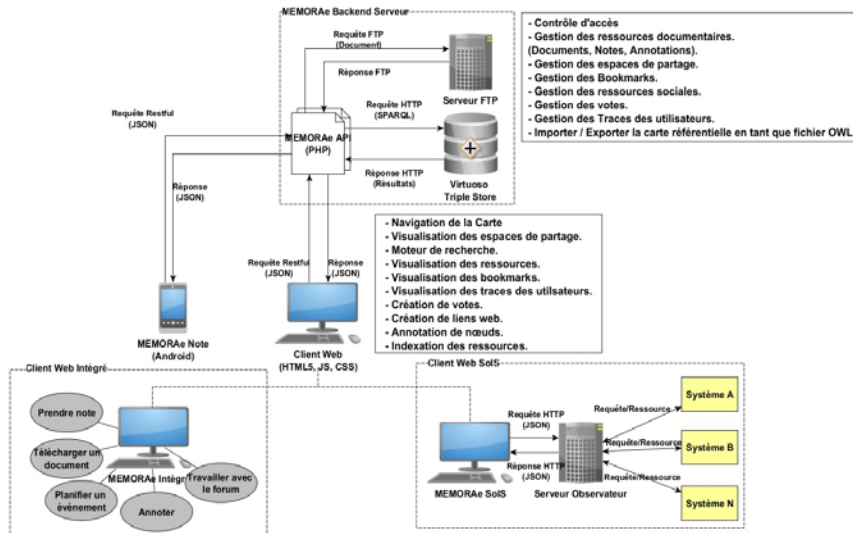


Figure 2. Architecture de la plateforme web MEMORAe

Les deux clients partagent un certain nombre de fonctionnalités :

- la navigation au sein d’une cartographie de connaissances illustrant le référentiel partagé ;
- la visualisation des espaces partagés en parallèle facilitant le transfert de ressources d’un espace à l’autre et donc le partage ;
- la possibilité de visualiser sur une même interface l’ensemble des ressources indexées sur un composant du référentiel : le focus sur la carte ; ces ressources peuvent être issues d’un chat, d’une base documentaire, d’un wiki, d’un agenda, etc.
- la création de liens web au sein de virtuoso ;
- la création de votes au sein de virtuoso sur la pertinence d’une ressource par rapport à un nœud concept de la carte du référentiel au sein d’un espace de partage.
- l’annotation de nœuds (composants du référentiel partagé) ;
- la création de bookmarks (points d’entrée pour accéder à un composant de la cartographie de connaissances) par espace de partage ;

Ces deux clients se distinguent au niveau de la création et du stockage des ressources.

Le client web intégré permet de créer et de stocker des ressources sociales (note, annotation de ressource, question, réponse, contact, évènement, etc.) au sein de virtuoso, de télécharger un document et de le stocker au sein d’un serveur ftp. Il permet également d’indexer ces ressources au moyen des nœuds du référentiel partagé.

Le client web SoIS permet de faire le lien avec différents systèmes d'information externes autonomes (systèmes composants) afin de capitaliser les ressources qu'ils permettent de produire (Tiddlywiki, twitter, google contact, OneNote, etc.). Le client web SoIS se présente comme un système centralisé lié au serveur observateur. Ce dernier est à son tour lié aux SI composants avec une API ou « data wrapper ». Il est responsable de la gestion de la connexion avec les systèmes composants et permet d'interroger les systèmes composants pour accéder à leurs ressources. La référence construite de l'accès à une ressource est alors indexée au moyen d'un nœud de la cartographie de connaissances.

Les fonctionnalités du serveur concernent :

- l'organisation des ressources documentaires et sociales autour de la cartographie de connaissances ; différentes vues sur les ressources suivant leur description sémantique : toute ressource peut être indexée par son contenu (les concepts qu'elle traite) ou son contenant (auteur, date de création, etc.) ;
- différentes vues sur les ressources au sein d'espaces de partage selon les droits d'accès de l'utilisateur : un espace privé (individuel) et un ou plusieurs espaces de partage (un espace associé par groupe d'utilisateurs auquel il appartient) ;
- la modélisation de ressources de collaboration (forum sémantique, chat sémantique, wiki sémantique, agenda sémantique, etc.) ; le contenu de ces ressources est lui-même accessible/visible selon différents points de vue ;
- gestion des traces des activités réalisées dans un espace de partage ou de l'utilisateur (boîte utilisateur) ;
- un moteur de recherche ;
- l'importation/exportation d'un référentiel commun représenté dans le formalisme OWL.

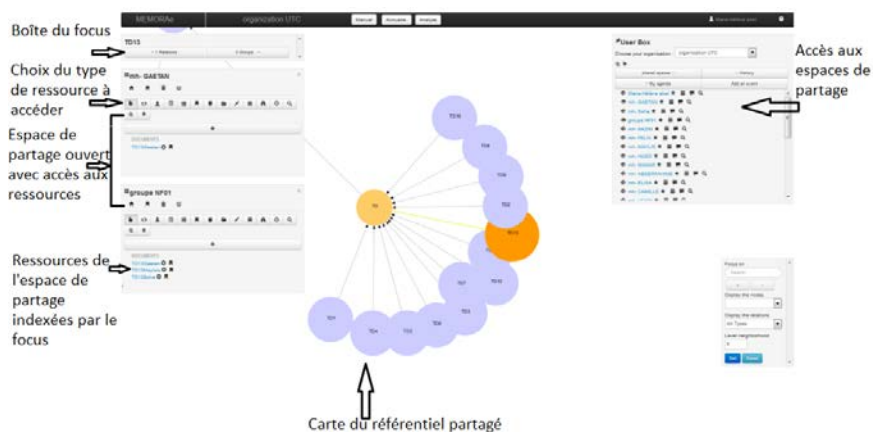


Figure 3. L'interface principale du client web intégré

Les interfaces principales des clients web intégré et SoIS sont présentées figure 3 et figure 4. Elles s'organisent principalement autour de trois éléments : la cartographie de connaissances, la boîte utilisateur et les espaces de partage.

La boîte utilisateur permet principalement de sélectionner les espaces de partage à déployer. Par défaut, un utilisateur peut accéder à deux espaces partagés : son espace privé et l'espace associé à l'organisation (accessible à tous les utilisateurs appartenant à l'organisation choisie).



Figure 4. L'interface principale du client web SoIS

Les espaces de partage sélectionnés par un clic s'affichent. Ils permettent l'accès aux ressources partagées par les membres du groupe d'utilisateurs associé. Les ressources sont visibles selon le focus de la carte autrement dit le nœud sélectionné dans la cartographie de connaissances qui est alors considéré comme l'index de recherche actif. Elles sont organisées selon leur type. Pour le client web intégré les types sont : document, lien web, contact, question, réponse, article wiki, note, cluster de notes, annotation, événement/rendez-vous ou tournée. Pour le client web SoIS, ces types représentent les différents SI connectés à la plateforme MEMORAe. Pour accéder aux ressources d'un certain type, il s'agit de sélectionner ce dernier et ensuite de cliquer la ressource à consulter.

Pour ajouter une ressource d'un certain type, il s'agit pour le client web intégré de sélectionner le type souhaité et de cliquer sur le bouton « + » qui donne accès à un formulaire de saisie circonstancié où il faudra préciser les index (le focus est proposé par défaut) et les espaces de partage où elle sera accessible. Concernant le client web SoIS, il s'agit d'ouvrir le SI souhaité à partir du type associé, de sélectionner la ressource identifiée et de la partager.

À partir de l'interface de consultation d'une ressource, en plus des métadonnées affichées (cf. figure 5), il est possible de l'annoter et où de voter sur sa pertinence au focus pour le groupe.

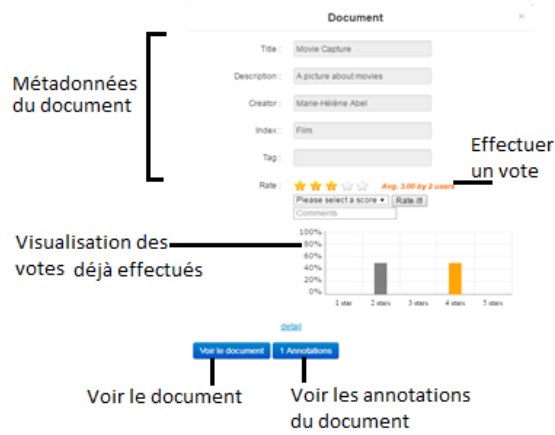


Figure 5. Interface de consultation, de vote et d'annotation d'un document

L'interface principale du client mobile est présentée en figure 6. Ce client permet de prendre des notes en mobilité (texte, photo, vidéo, audio) et de les partager avec les clients web de MEMORAE (cf. figure 7).

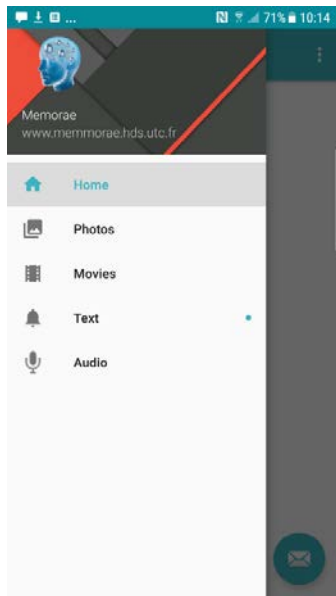


Figure 6. L'interface principale du client Mobile.

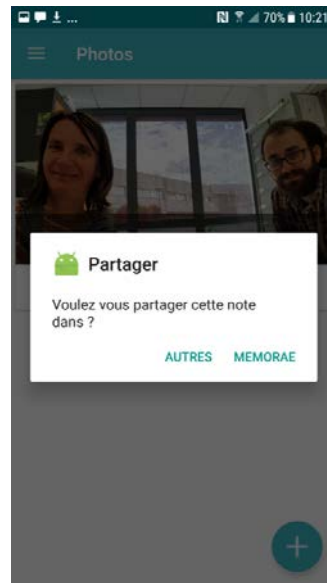


Figure 7. L'interface de partage d'une note du client Mobile.

## 5. Discussion

Nous abordons la discussion de l'utilisation de la plateforme MEMORAe comme support à un éco-système apprenant selon les dimensions de la pédagogie et différentes mises en œuvre.

### 5.1. Dimension pédagogique

Les utilisateurs du support à l'éco-système apprenant sont les apprenants et les enseignants. Les enseignants sont impliqués en amont dans la définition du référentiel permettant de décrire les connaissances organisationnelles de leur cours sous la forme d'une cartographie de connaissances. La sélection d'un nœud de la cartographie se traduira par la possibilité d'accès aux ressources pédagogiques qu'il indexe au sein d'espaces de partage auxquels l'utilisateur est rattaché. La pédagogie mise en œuvre devra exploiter cette forme d'organisation : navigation au sein de la cartographie, accès aux ressources au moyen des nœuds de la cartographie. Les enseignants doivent avoir également avant le démarrage d'un cours enregistré les ressources pédagogiques qu'ils souhaitent mettre à disposition des apprenants et les avoir indexées au moyen de la cartographie établie.

Une pédagogie participative doit alors être définie. Aujourd'hui le web participatif est très pratiqué par les internautes. Il apparaît intéressant de se saisir de cette pratique en l'introduisant dans un processus pédagogique. A cette occasion l'accent sur les problèmes de responsabilité et d'éthique qui y sont liés pourra être effectué. C'est à partir des contributions participatives qu'il devient possible de faciliter la personnalisation d'un parcours pédagogique au sein d'un cours. En effet, des ressources sont mises à disposition, les apprenants peuvent les commenter, voter (score attribué) sur l'intérêt qu'ils leur trouvent en justifiant la note donnée (commentaire associé à leur vote), ils peuvent eux-mêmes vouloir partager des ressources qu'ils ont consultées par ailleurs et justifier ou pas l'intérêt qu'ils leur portent. Nous visons à faciliter la prise de conscience pour un apprenant qu'il est acteur de sa formation et participe à un apprentissage organisationnel : choix de consulter telle ou telle ressource pour appréhender la connaissance propre qui l'indexe. Il personnalise de la sorte sa formation. Le fait d'utiliser un support numérique permet de tracer les actions et donc de présenter à l'apprenant un tableau de bord présentant son activité sur ce support. Il devient en un simple clic possible de mesurer la fréquence, la quantité de consultations (notion, ressource pédagogique), de contributions (commentaire, vote, ajout d'un document, etc.) dans le cadre d'un cours. L'apprenant peut ainsi mieux prendre conscience de sa façon de travailler. Les enseignants peuvent également consulter ces tableaux de bord et identifier des éléments moteurs ou bien en retrait de leur cours et agir en fonction : accompagnement personnalisé, retrait d'une ressource mal perçue, choix de conserver une ressource introduite par un apprenant et très bien notée pour l'année scolaire suivante, etc.

## 5.2. *Mises en pratique*

Différents tests du client web en milieu académique ont été effectués avec différentes versions de notre prototype de plateforme de collaboration ces dernières années. Même si les fonctionnalités de la plateforme ont évolué au cours du temps, l'orientation principale n'a cependant pas dévié : définition des connaissances organisationnelles au moyen d'une cartographie de connaissances qui permet d'indexer les ressources d'échange et de partage.

Pour le client web intégré (Benahache, 2005 ; Leblanc, 2009), deux applications ont été considérées. La première concernait un cours de statistique dispensé auprès des étudiants en licence de mathématique ou informatique de l'université Picardie Jule Vernes. Ils étaient regroupés par binôme et chaque binôme avait un problème à résoudre. Chacun des étudiants a bénéficié pendant la durée du test d'un accès à l'espace du cours, un espace privé ainsi qu'un espace de partage pour son binôme. L'énoncé du problème avait été au préalable placé dans l'espace binôme pertinent et indexé par les notions qu'il mettait en œuvre. Les notions à appréhender lors de ce test avaient été définies par l'enseignant aidé d'un informaticien/ontologue pour construire la cartographie de connaissances au sein de la plateforme. Les apprenants ont pu utiliser les définitions associées aux notions de la cartographie ainsi qu'aux ressources mises à disposition dans l'espace de partage du cours et indexées par les concepts de la carte. Ils pouvaient eux-mêmes ajouter des ressources dans leur espace privé ou de binôme.

La seconde application (Benahache, 2005) concernait un cours d'algorithmique et de programmation de l'université de technologie de Compiègne dispensé auprès des étudiants postbac inscrits en prépa intégrée. La cartographie de connaissances avait été construite par les 5 enseignants intervenants en cours et/ou TD. Tous ont joué le rôle d'expert et ontologue. Les apprenants avaient à disposition le support de cours en version papier ou bien en version électronique indexé par les différents nœuds de la cartographie (indexation faite au préalable par les enseignants). Aucun travail spécifique ne leur avait été demandé.

Dans les différents tests avec les deux applications, les étudiants ont apprécié l'organisation des ressources autour d'un référentiel présenté sous forme de cartographie. Pour les tests de l'application de statistique, certains apprenants ont demandé à conserver un accès à la plateforme afin de pouvoir réviser leurs examens finals. Le fait d'avoir différents espaces de partage (privé, groupe, organisation) leur a permis de mieux gérer les ressources sur lesquelles ils souhaitaient communiquer et avec qui. Le fait de pouvoir voir l'ensemble des ressources traitant d'un même sujet distribuées dans différents espaces mais visibles en parallèle a retenu leur attention.

Concernant le client web SoIS, nous avons fait un premier test auprès des étudiants d'un TD (20 étudiants) de l'application du cours d'algorithme et de programmation de l'UTC. Nous avons repris la cartographie des tests du client web

intégré et avons connecté les SI composants retenus suivant : TiddlyWiki (système de gestion de pages wiki), Twitter (réseau social), Google Search (moteur de recherche sur le web), Hypothesis (système d'annotation de page web), Google Contacts (système de gestion de contacts), Google Drive (système de stockage de documents). Les étudiants devaient remettre leurs programmes au sein d'un espace de partage avec l'enseignant. Ils pouvaient également partager ces derniers avec l'ensemble de leurs camarades de TD (espace de partage dédié) si ces derniers fonctionnaient (consigne donnée par l'enseignant). Les étudiants pouvaient alors voter sur l'intérêt du programme et préciser dans un commentaire leur note. Si l'ensemble des étudiants a partagé ses programmes avec l'enseignant, peu en ont partagé avec leurs camarades de TD. La majorité a cependant consulté ceux partagés ainsi que leurs votes et commentaires. Cela a aidé les plus fragiles à consulter des programmes qui tournent et les auteurs de ces derniers à avoir des commentaires qui parfois proposaient des améliorations. Afin de retrouver les programmes, les étudiants ont demandé à ajouter sur la carte une branche concernant les TDs (TD1, TD2, etc.). Ainsi ils ont pu indexer leurs programmes sur les concepts qu'ils traitent (tableau, boucle, procédure, etc.) et le n° du TD pour lequel le programme a été développé. Un petit nombre d'étudiants a ajouté des sites web permettant de décrire et/ou compléter certains aspects du cours. L'ensemble des étudiants a apprécié l'organisation du contenu du cours sous forme de cartographie et l'indexation multipoint de vue. Ils ont trouvé le prototype facile d'usage.

Après ce premier essai avec le client web SoIS, nous prévoyons de reprendre nos tests à la rentrée de 2017 auprès de l'ensemble de la promotion du cours d'algorithmique et de programmation (180 étudiants) en préparant une pédagogie adaptée dès le début du semestre. En effet, suite à des problèmes techniques, le test du semestre de printemps n'a démarré que mi-mai pour finir fin juin. Un système de recommandation de ressources pédagogiques exploitant le vote des apprenants pourra être alors utilisé ainsi que la consultation des traces d'activités aux moyens de tableaux de bord.

## 6. Conclusion/perspectives

Dans le cadre de nos travaux nous nous intéressons à la modélisation et au développement d'un système d'information support à un éco-système apprenant. Nous mettons en avant l'importance pour un apprenant de prendre conscience de son éco-système et de l'exploiter au mieux. Nous avons associé à cette prise de conscience une mise en place d'un apprentissage organisationnel et identifier des fonctionnalités à considérer pour le système support à l'éco-système. Nous avons alors mis en avant l'approche MEMORAE et la plateforme du même nom comme possible solution avec différents clients web : système intégré, système de systèmes d'informations et mobile. Nous avons ainsi précisé pourquoi et comment elle pourrait servir ce dessein. Enfin nous avons discuté la mise en œuvre de cette approche.

Suite aux tests menés, nous prévoyons d'en réaliser d'autres à plus grande échelle. Nous développons actuellement un design d'interface commun aux différents clients web. Cette interface se rapproche de celles utilisées pour les réseaux sociaux à la facebook (fil d'actualités, etc.). Nous souhaitons également tester le système de recommandation développé (Wang, 2016 ; Mediani *et al.*, 2016) et l'approfondir avec l'exploitation du profil de l'apprenant (Ben Ammeur *et al.*, 2017) et des techniques d'exploration de données (*data mining*).

## Bibliographie

- Abel M.-H. (2015). Knowledge Map-Based Web Platform to Facilitate Organizational Learning Return of Experiences. *Computers in Human Behavior*, p. 960-966, <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2014.10.012>
- Arduin P. E. (2013). Vers une métrique de la commensurabilité des schémas d'interprétation (Doctoral dissertation, université Paris Dauphine-Paris IX).
- Atrash A. (2015). Modeling a system of expertise capitalization to support organizational learning within small and medium-sized enterprises. Thèse de doctorat de l'Université de Technologie de Compiègne, décembre.
- Ben Abbes S., Scheuermann A., Meilender T., d'Aquin M. *et al.* (2012). Characterizing modular ontologies. In *6th international workshop on modular ontologies-womo 2012*, p. 13-25.
- Ben Ameer M. A., Saleh M, Abel M.-H, Negre E. (2017). Recommandation de ressources pédagogiques au sein d'un système de systèmes d'information. In *Actes des 28<sup>e</sup> Journées francophones d'Ingénierie des Connaissances*, juillet, Caen, France, p. 223-228.
- Benayache A. (2005). Construction d'une mémoire organisationnelle de formation et évaluation dans un contexte e-learning : le projet MEMORAe. Thèse de doctorat de l'université de Technologie de Compiègne, décembre 2005.
- Breshi S., Lissoni F. (2001). Knowledge Spillovers and Local Innovation Systems: A Critical Survey. *Industrial and Corporate Change*, vol. 19, n° 4, p. 975-1005.
- Breuker J. et Muntjewerff A. (1999). Ontological Modelling for Designing Educational Systems. *Workshop on Ontologies for Intelligent Educational Systems, Ninth International Conference on Artificial Intelligence in Education, AI-ED'99*, Le Mans,
- Charlet J., Zacklad M., Kassel G., Bourigault D. (2000). *Ingénierie des Connaissances*, Eyrolles, Paris.
- Dennery M. (2014). Concept & principes pédagogiques – 5 : L'individu-plus. *C-campus Le blog*. <http://www.blog-formation-entreprise.fr/?p=4319>
- Doran P., Tamma V., Iannone L. (2007). Ontology module extraction for ontology reuse: An ontology engineering perspective. In *Proceedings of the sixteenth ACM conference on information and knowledge management*, p. 61-70. New York, NY, USA, ACM. Consulté sur <http://doi.acm.org/10.1145/1321440.1321451>



- Leblanc A. (2009). Environnement de collaboration et Mémoire Organisationnelle de Formation dans un contexte d'apprentissage. Thèse de doctorat de l'Université de Technologie de Compiègne, septembre 2009.
- Lhuillier J.-N. (2005). *Le management de l'information : des données aux connaissances et compétences*. Editions Hermès Lavoisier, Paris 2005.
- Mediani C., Abel, M.-H., Djoudi M. (2015). Vers un système de recommandation pour l'apprenant à partir d'un modèle sémantique de connaissances dans un environnement de collaboration. *7<sup>e</sup> Conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, EIAH 2015*, Agadir, Maroc, 2-5 juin, p. 180-191.
- Prax J.-Y. (2000). *Le guide du Knowledge Management*, Dunod, Paris.
- Pathak J., Johnson T. M., Chute C. G. (2009). Survey of modular ontology techniques and their applications in the biomedical domain. *Integrated Computer-Aided Engineering*, vol. 16, n° 3, p. 225-242.
- Perkins D. N. (1995). L'individu-plus. Une vision distribuée de la pensée et de l'apprentissage. *Revue française de pédagogie*, vol. 111 n° 1 p. 57-71 [http://www.persee.fr/doc/rfp\\_0556-7807\\_1995\\_num\\_111\\_1\\_1232](http://www.persee.fr/doc/rfp_0556-7807_1995_num_111_1_1232).
- Rallet A., Torre A. (2001). Proximité géographique ou Proximité organisationnelle ? Une analyse spatiale des coopérations technologiques dans les réseaux localisés d'innovation. *Economie Appliquée*, vol. 54, n° 1, p. 147-171.
- Tsuchiya Shigehisa (1993). Improving Knowledge Creation Ability through Organizational Learning. *ISMICK'93 Proceedings, International Symposium on the Management of Industrial and Corporate Knowledge*, UTC, Compiègne, October 27-28.
- Wang N., Abel M.-H., Barthès J.-B., Negre E. (2016). Recommending a competent person in a digital ecosystem. Proceedings of the *2<sup>e</sup> IEEE International Conference on Industrial Informatics and Computer Systems, CIICS'16*, 13-15 May, United Arab Emirates. 10.1109/ICCSII.2016.7462436

