

# Recommandation de ressources pédagogiques au sein d'un système de systèmes d'information

Mohamed Ali Ben Ameer<sup>1</sup>, Majd Saleh<sup>1</sup>, Marie-Hélène Abel<sup>1</sup> et  
Elsa Negre<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sorbonne universités, Université de technologie de Compiègne  
CNRS, HEUDIASYC, UMR 7253, CS 60 319,  
60203 Compiègne Cedex, France,  
{mohamed-ali.ben-ameur, majd.salah, marie-helene.abel}@utc.fr

<sup>2</sup> Université Paris-Dauphine, PSL Research Universities,  
LAMSADE UMR CNRS 7243,  
75016 Paris, France,  
elsa.negre@dauphine.fr

**Résumé :** Avec le développement des Technologies de l'Information et de la Communication, les organisations sont confrontées à une grande quantité d'informations issues de nombreux systèmes. Identifier une ressource d'information pertinente en fonction d'un contexte précis devient un vrai challenge. Dans le cadre de notre travail nous nous intéressons aux écosystèmes apprenants et à la recommandation de ressources pédagogiques. Nous avons fait le choix de modéliser un écosystème apprenant comme un système de systèmes d'information (SoIS) au sein duquel nous introduisons un système de recommandations de ressources basé sur le vote des utilisateurs (apprenants, enseignants) de l'écosystème. Dans notre approche, nous tenons compte de qui recommande quoi à qui sur quel sujet, quand, comment et pourquoi. Nous le faisons au moyen du modèle de collaboration memorae-core2 mis en œuvre pour la conception du SoIS support à l'écosystème apprenant. Dans cet article, nous précisons notre problématique, justifions notre approche SoIS et présentons la mise en œuvre du modèle memorae-core2 pour la conception du SoIS-memorae.

**Mots-clés :** système de systèmes d'information, écosystèmes apprenants, système de vote, système de recommandations.

## 1 Introduction

Aujourd'hui avec l'arrivée des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC), les apprenants évoluent dans un écosystème apprenant qui peut être défini comme un modèle écologique d'apprentissage et d'enseignement en ligne (Frielick, 2004). Il peut être vu comme un espace d'apprentissage virtuel dans lequel les technologies qui concourent à l'apprentissage sont utilisées, dans le but de favoriser les interactions entre communautés d'utilisateurs et de contenu. Une communauté est constituée de personnes en interaction qui partagent, utilisent des informations, des connaissances sur des centres d'intérêts communs. Dans cette introduction, nous exposons le contexte social et scientifique de notre recherche.

### 1.1 Contexte social

Dans le contexte de « l'apprentissage ensemble », 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). Selon Guy et Carmel (2011) la multitude de ressources, de relations et d'interactions peut conduire les utilisateurs à subir une surcharge informationnelle qui les rend incapables d'assimiler les informations disponibles. Afin de réduire cette surcharge, il serait utile d'offrir une aide aux utilisateurs afin qu'ils puissent choisir les ressources susceptibles d'être les plus pertinentes dans une situation donnée. Une des voies possibles allant dans ce sens concerne le partage d'information et les systèmes de vote bien connu des internautes. Il devient donc intéressant

de s'interroger sur l'association de ces différents moyens dans le cadre d'un écosystème apprenant afin de produire des recommandations ciblées.

## 1.2 Contexte scientifique

La recherche d'information dans le contexte des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH) demeure un défi à relever. Dans la littérature, ce défi est généralement abordé en considérant le profil des apprenants, notamment dans les travaux sur le filtrage d'information afin de proposer aux apprenants des documents pertinents, en particulier : l'approche par contenu (Pazzani et Billsus, 2007), l'approche à base de connaissances (Burke, 1996) et l'approche par filtrage collaboratif (Goldberg, 1992). Dans le cadre de cette dernière approche, au filtrage collaboratif peut être associée la prise en compte du profil des utilisateurs apprenants (qui consulte quoi ?). Bien que plus précis, ces systèmes ne tiennent pas compte du contexte de collaboration et de la possibilité de partager des ressources issues de différents systèmes. Dans le contexte de recommandations au sein d'un écosystème apprenant (EA), nous pensons qu'il est nécessaire de prendre en considération :

- la volonté de partager des ressources avec une communauté afin d'atteindre un objectif commun,
- le fait que les ressources partagées peuvent provenir de différents SI.

Afin de répondre à ces nécessités, nous proposons de considérer un écosystème apprenant comme un système de systèmes d'information, SoIS, développé à partir d'un modèle de collaboration et comprenant un système de recommandations basé sur le vote des utilisateurs.

## 2 Écosystème apprenant versus SoIS

Considérer un écosystème apprenant comme un 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'informations.

### 2.1 Écosystème apprenant

A l'ère des technologies 2.0, le concept d'individu-plus (Perkins, 1995) prend tout son essor. L'apprenant n'évolue pas seul, individu solo, mais dans un écosystème apprenant comprenant l'apprenant lui-même, mais également son environnement physique et social : ses outils (bloc-notes, tablette, etc.), ses ressources (procédures, documentation, etc.), ses partenaires qui disposent eux-aussi d'une partie de la connaissance (enseignants, collègues, etc.).

Les écosystèmes numériques ont pour objectif de garantir le partage des connaissances au sein des organisations aussi rapidement et efficacement que possible (Price et Turnbull, 2007). Ils peuvent être considérés comme des plateformes support à la coopération, au partage et à l'accès aux connaissances afin de faciliter l'apprentissage (Serge et Nicole, 2016). Sous cet angle, ils peuvent donc servir de support à un écosystème apprenant, dans ce cas, nous les appellerons des écosystèmes apprenants numériques (EAN).

### 2.2 SoIS

Un système de systèmes (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).

Dans notre contexte, nous nous intéressons plus particulièrement à une catégorie de SoS : les SoIS. Carlsson et Stankiewicz (1991) les définissent 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.

Les EAN et les SoIS partagent finalement un certain nombre de caractéristiques comme :

- la distribution des ressources de connaissance au sein de différents systèmes,
- la prise en compte de ressources hétérogènes de connaissances,
- le support au partage et à l'accès des ressources de connaissance et à la collaboration.

### 3 SoIS MEMORAE

Le SoIS MEMORAE a été développé comme support numérique à un EA. Il suit l'approche *Leader/Follower*. Le système *leader* a pour fonction d'orchestrer le SoIS. Il peut être vu comme une base de connaissances en lien avec les systèmes du SoIS permettant l'organisation, le partage, l'accès aux ressources des différents systèmes composants. Il a pour vocation de servir de support aux utilisateurs de l'EAN pour faciliter la collaboration et la prise de décision concernant l'objet de la collaboration.

#### 3.1 Choix du modèle de collaboration memorae-core2

Le modèle de collaboration *memorae-core2* a été développé dans le cadre du projet MEMORAE (Abel, 2015). Ce projet vise à gérer des ressources d'information hétérogènes au sein des organisations et à faciliter l'apprentissage organisationnel. La collaboration est considérée du point de vue du partage et de l'échange de ressources hétérogènes de connaissances entre collaborateurs utilisateurs autour du référentiel partagé.

*Memorae-core2* modélise les utilisateurs en considérant une organisation comme un ensemble de membres qui interagissent. Chaque membre peut être un support à l'apprentissage organisationnel. A chaque utilisateur et groupe d'utilisateurs est associé un espace de partage où seront rendues visibles/accessibles les ressources.

Les ressources sont modélisées comme des «vecteurs d'information». Chaque ressource est indexée par une ou plusieurs clés d'indexation. Une clé d'indexation permet de rendre visible la ressource selon un concept du référentiel partagé dans un espace de partage.

Notons que dans *memorae-core2*, un vote est modélisé comme une ressource. Cette dernière permet à un utilisateur de préciser la pertinence d'une cible (ressource) pour un sujet défini dans le référentiel partagé au sein d'un espace de partage.

#### 3.2 Architecture du SoIS MEMORAE

L'architecture du SoIS MEMORAE (Salah 2016) est basée sur le regroupement des informations et des ressources hétérogènes de différents systèmes d'information. Ces systèmes sont autonomes et fonctionnent séparément les uns des autres. Chacun d'eux possède ses propres services / fonctions et bases de données.

Le SoIS est représenté comme un groupe de connecteurs de systèmes et de bases de données comprenant les informations (identifiant/mot de passe) liées aux connections aux systèmes composants.

Développé à partir de *memorae-core2* le système *leader* du SoIS MEMORAE propose aux utilisateurs apprenants les fonctionnalités suivantes :

- accéder aux ressources provenant de différents systèmes d'information dans un emplacement centralisé,

- organiser les ressources autour d'un référentiel partagé présenté sous la forme d'une carte (ontologie d'application),
- partager les ressources dans différents espaces de partage,
- annoter/voter les ressources afin de mettre en évidence certaines idées liées aux ressources.

#### 4 Recommandations au sein du SoIS MEMORAE

Au sein du SoIS MEMORAE, il est possible de partager des ressources pédagogiques issues de différents systèmes d'information. Ces ressources peuvent présenter pour un même sujet un degré de pertinence variable selon le niveau des apprenants. Ce degré de pertinence est établi à partir du vote des utilisateurs (apprenants, enseignants) de l'écosystème et est exploité au sein d'un système de recommandations. C'est le système *leader* qui met en œuvre les fonctionnalités de collaboration et de recommandation en s'appuyant sur le modèle *memorae-core2*.

L'approche suivie considère plusieurs aspects : modélisation de l'apprenant, modélisation du contenu d'une formation, modélisation des ressources, recommandation des ressources pédagogiques.

##### 4.1 Modélisation du contenu de formation

Notre écosystème apprenant a pour objectif d'aider l'apprenant utilisateur à appréhender les concepts d'une formation et à faciliter les échanges et le transfert de connaissances au sein de l'écosystème autour d'un référentiel partagé. Ainsi, le contenu de cours est présenté sous la forme d'une cartographie de connaissance (ontologie d'application). Cette ontologie est une spécification de l'ensemble des notions utiles à une formation particulière.

##### 4.2 Modélisation de l'apprenant

Le modèle de l'apprenant est un élément essentiel dans le système de recommandations. (Brusilovsky, 1996). Il permet de caractériser chaque apprenant dans le système à travers un profil. Nous souhaitons exploiter le profil de l'apprenant afin de lui offrir des mécanismes qui lui permettent de mieux gérer ses ressources pour une formation qu'il souhaite valider. Les caractéristiques du modèle retenu concernent l'identité (nom, prénom, etc.) (Cheung et al, 2003), les préférences (langue, style, etc.) (Cheung et al, 2003), l'état de connaissances de l'apprenant sur les notions liées à la formation (Piombo, 2007). Ces caractéristiques peuvent être renseignées de manière explicite (formulaire rempli par l'apprenant) ou implicite (établi à partir de l'analyse des activités de l'apprenant lors de la formation). Nous nous basons sur les travaux de (Mediani et al, 2015) pour le renseignement implicite.

Au final, notre modèle de l'apprenant pour une formation suivie peut être exprimé par :

$$M_{\text{Apprenant}} = \{M_{\text{ID}}, M_{\text{Préf}}, M_{\text{Co}}\}$$

Où  $M_{\text{ID}}$  représente l'ensemble des informations sur l'apprenant (nom, ...),  $M_{\text{Préf}}$  est l'ensemble des préférences de l'apprenant (quel format ?,...) et  $M_{\text{Co}}$  est l'ensemble des connaissances préalables de l'apprenant en rapport avec la formation.

##### 4.3 Modélisation des ressources

Dans notre modèle *memorae-core2*, une ressource pédagogique est une ressource particulière. Le modèle des ressources pédagogiques,  $M_{\text{ressourcePédagogique}} = \{M_{\text{ID}}, M_{\text{ConnaissancesPertinenceDifficulté}}, M_{\text{Objectifs}}\}$ , est composé de trois parties. La composante  $M_{\text{ID}}$  est décrite par les éléments suivants : le titre, la description, le type, l'auteur, la langue et le format. La composante  $M_{\text{ConnaissancesPertinenceDifficulté}}$  résulte de l'indexation de ressource par les concepts de la formation qu'elle aborde. Chaque ressource a un degré de pertinence et une

difficulté associés à la connaissance qu'elle traite. Le degré de pertinence est calculé à partir du vote des utilisateurs de l'écosystème membre du groupe ayant accès à l'espace de partage où la ressource est visible. La difficulté précise un niveau d'accessibilité pour un public donné (faible, moyen, haut) et est défini par les auteurs de la ressource. La troisième composante  $M_{Objectifs}$  permet de préciser le but principal de l'utilisation d'une ressource dans la communauté qui peut être théorique (lecture, consultation) ou pratique (exercice, problème, etc.).

Afin de permettre aux utilisateurs apprenants d'effectuer un vote participatif sur l'intérêt d'une ressource pédagogique sur une notion à appréhender nous nous appuyons sur le modèle *memorae-core2* dans lequel le concept de vote est défini comme une ressource ayant une cible.

La cible est une *clé d'index* représentée par un concept faisant le lien entre une ressource, un concept qui indexe cette ressource et un espace de partage où cette ressource est visible/partagée. De la sorte, il devient possible de voter sur l'intérêt d'une ressource au sein d'une communauté pour un concept particulier. Le degré de pertinence d'une ressource pour une communauté sur un sujet/connaissance sera calculé par la moyenne pondérée des votes émis.

#### 4.4 Module de recommandations de ressources pédagogiques

Notre module de recommandations de ressources pédagogiques se base sur les liens sémantiques existant entre les concepts de la formation, les ressources indexées en tenant compte du degré de pertinence calculé, le niveau de difficulté qu'elles présentent et le modèle de l'apprenant (identité, préférences, connaissances). L'objectif d'un apprenant en suivant une formation est d'acquérir les connaissances liées à cette dernière. Ainsi pour un apprenant  $a$  désirant appréhender une connaissance  $c$  (concept) ayant accès à l'espace de partage  $s$ , nous lui recommanderons des ressources du système qui sont :

- indexées par le concept  $c$  et/ou les concepts  $sc$  spécialisant  $c$ ,
- accessible dans l'espace de partage de la communauté à laquelle appartient  $a$ ,
- ayant un degré de pertinence supérieur à un seuil (elle a été jugée pertinente par les membres de la communauté),
- ayant une difficulté adaptée au niveau de connaissance de l'apprenant  $a$  pour le concept  $c$  qui indexe cette ressource.
- ayant des caractéristiques (format, style, etc.) similaires aux préférences de l'apprenant  $a$  pour le concept  $c$ .

La recommandation consiste à suggérer à l'apprenant des ressources issues des systèmes composants du SoIS jugées pertinentes sur le concept  $c$  par les membres de sa communauté et qui s'adaptent au mieux à ses préférences, et à son niveau de connaissance.

## 5 Conclusion

Dans le cadre de notre travail, nous nous intéressons aux écosystèmes apprenants et à la recommandation de ressources pédagogiques. Nous avons fait le choix de modéliser un écosystème apprenant comme un système de systèmes d'information (SoIS) au sein duquel nous introduisons un système de recommandations de ressources basé sur le vote des utilisateurs (apprenants, enseignants) de l'écosystème. Dans notre approche, nous tenons compte de la volonté de collaborer. Par conséquent, nous exploitons le modèle *memorae-core2* pour répondre à la demande de questions telles que, qui collabore avec qui, comment, quand, pourquoi, sur quoi et où, etc.

Un premier prototype a été développé et est en cours de test auprès des étudiants postbac de l'Université de Technologie de Compiègne suivant un cours d'informatique.

## 6 Remerciements

Ce travail a été réalisé dans le cadre d'un stage de Master financé par le Labex MS2T (ANR-11-IDEX-0004-02) et s'appuie sur la plateforme développée dans le cadre du projet ECOPACK (ANR-13-ASTR-0026).

## Références

- ABEL M. H. (2015). Knowledge Map-Based Web Platform to Facilitate Organizational Learning Return of Experiences. *Computers in Human Behavior*, p. 960-966.
- BRUN A., HAMAD A., BUFFET O. & BOYER A. (2010). Vers l'utilisation de relations de préférence pour le filtrage collaboratif. 17eme congrès francophone Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle, RFIA 2010, Jan 2010, Caen, France.
- BRUSILOVSKY P. (1996). Methods and techniques of adaptive hypermedia. *User Model. User-Adapt. Intract.* 6(2-3), p. 87-129.
- BURKE R., HAMMOND K. & YOUNG B. (1996). Knowledge-based navigation of complex information spaces. In *Proc of the 13th National Conference on Artificial Intelligence*. Canada. p. 462-468.
- CARLSSON B. & STANKIEWICZ R. (1991). On the nature, function and composition of technological systems. *Journal of evolutionary economics*, vol. 1, no. 2, p. 93-118.
- CHEUNG B., HUI L., ZHANG J. & YIU S.M. (2003). SmartTutor: An intelligent tutoring system in web-based adult education, *The Journal of Systems and Software*, Vol. 68, No. 1, p. 11-25.
- DONG H. & HUSSAIN F. K. (2007). Digital ecosystem ontology, in *Emerging Technologies and Factory Automation, 2007. ETFA. IEEE Conference on*. IEEE. p. 814-817.
- FRIELICK S. (2004). Beyond constructivism: An ecological approach to e-learning.
- GOLDBERG D., NICHOLS D., OKI B. M. & TERRY D. (1992). Using collaborative filtering to weave an information tapestry. *Communications of the ACM*. p. 61– 70.
- GUY I. & CARMEL D. (2011). Social recommender systems. In *Proceedings of the 20th international conference companion on World Wide Web*. ACM. p. 283-284.
- JAMSHIDI M. (2008). *System of Systems Engineering. Innovations for the 21st Century*, Wiley Ser. in Systems Engin. John Wiley & Sons.
- LOZANO R., SPONG M. W., GUERRERO J.A. & CHOPRA N. (2010). Controllability and Observability of Leader-Based Multi-agent Systems. 20 Jan 2010.
- MEDIANI C., ABEL M. H. & DJOUDI M. (2015). Towards a Recommendation System for the Learner from a Semantic Model of Knowledge in a Collaborative Environment. 5th IFIP TC 5 International Conference, CIIA 2015, Saida, Algeria, May 20-21, 2015, *Proceedings. IFIP Advances in Information and Communication Technology* 456, p. 315-327.
- NACHIRA F., DINI P., NICOLAI A., LE LOUARN M. & RIVERA LEON L. (2007). *Digital Business Ecosystems*. Luxembourg, Office of Official Publications of European Communities.
- PAZZANI M. & BILLSUS D. (2007). *The Adaptive Web*, chapter Content-Based Recommendation Systems. Springer Berlin / Heidelberg. p. 325-341.
- PERKINS D. N. (1995). L'individu-plus. Une vision distribuée de la pensée et de l'apprentissage. *Revue française de pédagogie Année 1995 Volume 111 Numéro1*. p. 57-71.
- STRAFFIN P. D. (1980). *Topics in the theory of voting*. The UMAP expository monograph series. Birkhauser, Boston.
- PIOMBO C. (2007). Modélisation probabiliste du style d'apprentissage et application à l'adaptation de contenus pédagogiques indexés par une ontologie. Thèse de doctorant.
- POPPER S., BANKES S., CALLAWAY R. & DELAURENTIS D. (2004). *System-of-Systems Symposium: Report on a Summer Conversation*. Potomac Institute for Policy Studies, Arlington.
- PRICE C. & TURNBULL D. (2007). *The organizational challenges of global trends. A McKinsey global survey*. McKinsey Quarterly.
- SALEH M., ABEL M. H., MISSERI V., MOULIN C. & VERSAILLES D. (2016). Moving Integration of Brainstorming Platform in a System of Information Systems. MEDES'16, Biarritz, France.
- SERGE A. & NICOLE K. (2016). *Les écosystèmes numériques Intelligence collective, développement durable, inter-culturalité, transfert de connaissance*.