

# **Le contexte pour personnaliser les systèmes tutoriels :**

## **Perspective historique à partir des papiers du numéro spécial**

### **25ième anniversaire de la revue IJAIED**

Monique Grandbastien

Professeur émérite – LORIA – Université de Lorraine  
monique.grandbastien@loria.fr

**Résumé.** La prise en compte du contexte de l'utilisateur est une des dimensions qui confère un caractère intelligent à un système informatique et que les chercheurs en IA ont tenté de modéliser dès leurs premiers travaux. La prise en compte du contexte dans lequel évolue l'apprenant est aussi identifiée depuis longtemps comme un facteur de succès important pour les apprentissages. Mais cette notion de contexte est restée longtemps implicite dans la conception et la réalisation de systèmes tutoriels. La publication des 35 articles sélectionnés pour le numéro du 25ième anniversaire de la revue IJAIED permet d'interroger la prise en compte du contexte de l'apprenant dans ces textes et d'en proposer une synthèse. L'étude parallèle de la notion de contexte en Intelligence Artificielle, notamment de ses perspectives, suggère des pistes de travail en EIAH.

**Mots-clés :** Contexte d'apprentissage, modèle apprenant, contexte utilisateur, systèmes conscients du contexte, représentation du contexte

**Abstract.** Considering the context of the user is one of the dimensions that brings intelligence to a computer system and that AI researchers have attempted to model from their first work. Taking into account the context in which the learner is developing has also long been identified as an important factor in the personalization of learning. But this concept of context has long been implicit in the design and realization of tutorial systems. The publication of the 35 articles selected for the 25th anniversary of IJAIED makes it possible to question the taking into account of the context of the learner in these texts and to propose a synthesis. The study of the notion of context in Artificial Intelligence especially its perspectives, allows to suggest research trends in TEL (Technology Enhanced Learning).

**Keywords:** Learning context, learner model, user context, context aware systems, context representation

## 1 Introduction

La prise en compte du contexte de l'utilisateur est une des dimensions qui confère un caractère intelligent à un système informatique et que les chercheurs en IA (Intelligence Artificielle) ont tenté de modéliser dès leurs premiers travaux. La prise en compte du contexte dans lequel évolue l'apprenant est identifiée depuis longtemps comme un facteur important dans le succès des apprentissages. Mais cette notion de contexte est restée longtemps implicite dans la conception et la réalisation de systèmes tutoriels. La publication des 35 articles sélectionnés pour le numéro du 25ième anniversaire de la revue IJAIED<sup>1</sup> permet d'interroger l'importance apportée au contexte de l'apprenant dans ces textes et d'en proposer une synthèse.

Mais qu'est-ce que le contexte ? L'Oxford English Dictionary propose deux sens pour le mot contexte, l'un lié à l'étude de la langue « *the words around a word, phrase, statement, etc. often used to help explain (fix) the meaning* », l'autre plus proche de la notion intuitive de contexte, « *the general conditions (circumstances) in which an event, action, etc. takes place* ». Wikipédia souligne également que "Le concept de contexte issu traditionnellement de l'analyse littéraire est aujourd'hui utilisé dans de nombreuses disciplines scientifiques. Suivant la discipline en question le sens que l'on donne au concept de contexte mérite d'être précisé." Le lecteur est donc prévenu, il n'y a pas de définition consensuelle ! C'est évidemment la notion large de contexte qui nous intéresse ici, il faut cependant noter que cette notion de contexte chez les linguistes et les solutions trouvées pour le représenter dans les systèmes de compréhension de la langue naturelle constituent un apport à prendre en compte.

Cet article ne rend pas compte d'une étude exhaustive du sujet qui resterait à faire, l'objectif est de broser à grands traits ce qui caractérise le domaine et ce que l'on peut retenir des articles du numéro spécial *IJAIED 25th anniversary*. Il résume d'abord les principales approches proposées pour le contexte par les chercheurs en IA et en STI<sup>2</sup>, puis il donne un aperçu historique de l'apparition de la notion dans la communauté de recherche AIED au travers des articles du numéro spécial. Quelques exemples significatifs de prise en compte de contextes, en indiquant notamment comment ce contexte est représenté dans les systèmes, sont présentés. Enfin le dernier paragraphe propose des points à retenir d'une part, et des directions de recherches à privilégier à l'intersection des champs IA et EIAH d'autre part.

---

<sup>1</sup> IJAIED : [International Journal of Artificial Intelligence in Education](#)

<sup>2</sup> STI : Systèmes Tutoriels Intelligents, un sous-ensemble du domaine des EIAH

## 2 La notion de contexte en Intelligence Artificielle et dans les systèmes d'apprentissage

### 2.1 Le contexte dans les travaux d'Intelligence Artificielle

La prise en compte du contexte dans les systèmes interactifs remonte aux débuts de l'Intelligence Artificielle avec par exemple les travaux de McDermott [21], X1/RCON, un système à base de règles pour configurer un ordinateur, ceux de Clancey [7] proposant de modéliser explicitement des éléments de contexte – l'âge du patient par exemple – dans les prémisses de règles (fig. 1) et développant plus largement la notion de cognition située, enfin ceux de McCarthy [20] dès 1993. Les chercheurs du domaine se sont regroupés à partir de 1997, notamment au travers d'une conférence internationale, CONTEXT, dont les actes sont publiés dans les LNAI<sup>3</sup>. Brézillon [5] a proposé en 2002 une excellente synthèse sur le sujet et une abondante bibliographie qui n'est pas reprise ici.

<p>IF</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. The infection which requires therapy is meningitis</li><li>2. Only circumstantial evidence is available for this case</li><li>3. The type of meningitis is bacterial</li><li>4. <i>The age of the patient is greater than 17 years old and</i></li><li>5. The patient is an alcoholic</li></ol> <p>THEN</p> <p>There is evidence that the organisms which might be causing the infection are diplococcus-pneumoniae (.3) or e.coli (.2)</p>
--

Fig. 1. : Exemple de règle d'après Clancey dans [7]

Comment cette notion de contexte est-elle définie par ces chercheurs au delà de la perception informelle mentionnée précédemment ? Une analyse rapide faisant apparaître à peu près autant de définitions que d'auteurs, Bazire et Brézillon [2] ont tenté de construire en 2005 une définition consensuelle en étudiant systématiquement plus de 150 définitions issues de domaines disciplinaires différents, mais principalement de sciences cognitives. Le résultat est un modèle formel du contexte

Une autre étude [16] propose d'organiser les éléments de contexte autour des réponses aux questions « Who? What? Where? When? Why? and How? » Les questions citées comme non résolues sont également très intéressantes dans une perspective de compréhension des recherches de l'époque : Le contexte est-il interne ou externe ? Est-ce un ensemble de faits ou de processus ? Est-il statique ou dynamique ? Est-ce

---

<sup>3</sup> Lecture Notes on Artificial Intelligence

un simple ensemble de caractéristiques ou bien un réseau structuré ? Parmi d'autres catégorisations proposées, je retiens cependant les deux vues mentionnés par Brézillon, celle des sciences cognitives et celle de l'ingénierie des systèmes informatiques car nous allons évidemment les retrouver pour les systèmes de formation.

L'arrivée des terminaux mobiles renouvelle la prise en compte du contexte d'un utilisateur de système informatique car elle apporte une dimension dynamique supplémentaire et surtout elle multiplie les contextes d'utilisation d'un système donné, qui étaient beaucoup moins nombreux pour un utilisateur en interaction avec une console fixe. En même temps, de nouveaux outils permettent d'affiner ou de prendre en compte de nouvelles dimensions du contexte comme les GPS et autres indicateurs spatio-temporels, les capteurs de mouvements, de fond sonore, de température, etc., que les systèmes interactifs peuvent alors traiter. La modélisation du contexte et les techniques de raisonnement associées se développent, en témoigne une synthèse (2010) dans la revue *Pervasive and Mobile Computing* [3] à la suite de plusieurs ateliers IEEE organisés sur le sujet.

## 2.2 Le contexte dans les travaux sur les environnements d'apprentissage

Il n'y a malheureusement pas à notre connaissance de synthèse de même ampleur que celle de Brézillon pour les systèmes d'apprentissage. Pour les débuts de la communauté de recherche AIED (*Artificial Intelligence in EDucation*), John Self (fondateur de la revue IJAIED) [29] renvoie à de premiers ouvrages généraux sur les Systèmes Tutoriels Intelligents comme [31] ou [35] (1987), [25] (1988) propose aussi une synthèse. L'analyse de ces ouvrages montre que le contexte global de l'apprenant n'est jamais mentionné explicitement, ni dans la description des systèmes proposés, ni dans les perspectives de recherches à développer. Nous analysons donc des éléments de contexte qui se trouvent principalement dans les paragraphes relatifs au modèle de l'apprenant et aux règles tutorielles. Ce modèle contient ce que l'apprenant est supposé savoir, représenté comme un sous-ensemble, éventuellement pondéré, des concepts à acquérir. Ce modèle est mis à jour à partir des réponses de l'apprenant. Cependant, l'importance de prendre en compte davantage de facteurs est mentionnée, par exemple dans [25], à propos du module de diagnostic de l'étudiant, K. Van Lehn écrit : « il faut améliorer la bande passante pour les connaissances à propos de l'étudiant ». Ces connaissances complémentaires souhaitées concernent ce que nous appellerions actuellement les traces d'interactions entre l'apprenant et le logiciel (ce qui a précédé la réponse finale) alors que l'essentiel du diagnostic était fait à partir des réponses finales aux questions posées, le sujet du système était l'apprentissage de la programmation LISP ou PASCAL.

Ensuite, a été publié *Redesigning Learning Contexts* [18] en 2010. L'auteur, R. Luckin, a pour objectif d'expliquer ce concept de contexte pour les systèmes d'apprentissage, d'identifier les différentes façons dont les communautés de recherche parlent de contexte et de mieux le prendre en compte dans la conception des systèmes destinés aux apprenants. Comme Brézillon, elle renonce à donner une définition générale pour proposer des cadres conceptuels qui peuvent guider le développement de

« *context-based frameworks* » pour des activités fondées sur l’usage des technologies. Un intérêt de son étude est de rappeler les cadres théoriques qui peuvent concourir à comprendre et à utiliser à bon escient la notion de contexte dans les activités éducatives. Elle cite notamment E. Nardi pour qui étudier le contexte, c’est comprendre les relations qui existent entre les individus, les artefacts et les groupes sociaux.

Dimension et exemple	Commentaire
Contexte informatique ( <i>type de périphérique, tablette</i> )	Souvent calculé par les systèmes
Lieu ( <i>quelle salle dans un musée</i> )	Issu de GPS ou capteurs wifi
Éléments temporels ( <i>période ou durée d’exécution</i> )	Issu des horloges systèmes
Conditions physiques externes ( <i>niveau de bruit</i> )	Capteur, micro
Activité ( <i>Tâche courante</i> )	Donnée (le plus souvent) ou déduite au travers des interactions
Ressources ( <i>disponibles pour effectuer l’activité</i> )	Données dans des corpus limités ou recherchées à l’aide d’annotations et de métadonnées
Utilisateur ( <i>style d’apprentissage, intérêt, niveaux de connaissances</i> )	Donnés ou déduits
Relations sociales ( <i>autres personnes</i> )	Données extraites des interactions entre personnes sur le système ou des réseaux sociaux

**Fig. 2.** : Dimensions de contexte d’après [25]

Les cadres théoriques retenus sont notamment l’apprentissage situé (voir la cognition située mentionnée ci-dessus), l’apprentissage comme phénomène social et les zones de développement de Vygotsky et la théorie de l’activité précisée par Engeström en 1987.

Enfin, un autre article [33], plus récent, traite de façon très détaillée de la notion de contexte dans les systèmes qualifiés de *Technology Enhanced Learning* (TEL), bien qu’il soit a priori orienté systèmes de recommandations de ressources. Les auteurs adoptent la définition de la revue *Human Computer Interaction* (2011). Nous proposons de traduire comme suit : le contexte est “toute information qui peut être utilisée pour caractériser la situation d’une entité. Une entité peut être une personne, un lieu, ou un objet qui est considéré comme significatif pour l’interaction entre utilisateur et application, y compris l’utilisateur et l’application eux-mêmes”. Ils ont étudié des définitions de la notion de contexte en TEL et proposent une vue catégorielle des éléments de contexte retenus dans les systèmes étudiés (Fig. 2).

Des dimensions plus pédagogiques ou technologiques que l’on attendrait en 2012, comme l’utilisation de tables « multi-touch » ou de tableaux interactifs ainsi que le

type de formation (en présence, à distance, etc.) ne sont pas explicitement mentionnés parce qu'elles n'apparaissent pas encore dans ces systèmes de recommandations

De la même façon que pour les systèmes d'IA, les textes de R. Luckin et de K. Verbert et al. contiennent des bibliographies très exhaustives qui ne sont pas reprises ici et auxquelles le lecteur peut se référer.

En résumé, cet aperçu rapide du contexte en IA et en STI fait apparaître des traits communs, notamment l'absence de définition consensuelle et la multiplicité des approches, ainsi que la restriction des travaux à la notion de contexte *dans le cadre d'une activité*. En revanche on ne note pas d'interactions explicites entre les deux communautés de recherche.

### **3 Le contexte dans les articles du spécial IJAIED 25th anniversaire**

#### **3.1 Genèse et contenu du numéro spécial IJAIED**

Pour célébrer le 25<sup>ième</sup> anniversaire de la revue, la rédactrice en chef Judy Kay et ses collègues ont proposé l'initiative originale suivante : Sélectionner les papiers les plus cités (index bibliographiques internationaux) et demander aux auteurs (encore vivants pour la plupart) de soumettre à la revue une note résumant leur proposition initiale et indiquant ce qui en avait été retenu et développé depuis leur premier article. Cette « commande » [13] a été adressée aux auteurs de 40 articles, 35 ont répondu positivement et ont fourni des contributions allant de 7 à 40 pages. L'un des objectifs de l'initiative était de fournir aux chercheurs actuels des points d'entrée synthétiques pour les travaux jugés les plus représentatifs de cette communauté, mais parfois difficiles à comprendre si l'on ne se représente pas correctement l'environnement conceptuel et technologique de l'époque. Cependant 35 papiers, c'est encore beaucoup, il est donc intéressant d'en extraire des vues thématiques. Dans ce cadre, le présent article étudie la prise en compte du contexte.

#### **3.2 Quels éléments de contexte dans les articles du numéro IJAIED ?**

Le contexte n'est pas invoqué globalement, il n'apparaît pas par exemple dans la synthèse de T. Murray sur les systèmes auteurs pour tuteurs intelligents, alors qu'il faudrait que les auteurs puissent décrire facilement leurs éléments de contexte. De nouveau, il faut chercher certaines données de contexte, le plus souvent liées aux objectifs de personnalisation. Dans ces articles, soit la personnalisation est décrite en tant que telle, soit, le plus souvent, elle est décrite dans la partie consacrée au modèle d'apprenant du système présenté : quels éléments relatifs à l'apprenant sont représentés et comment sont-ils utilisés au cours des sessions de travail? Si nous nous référons aux huit composants proposés ci-dessus en figure 2, nous ne trouvons rien à propos du contexte informatique, du lieu, des éléments temporels, et des conditions physiques externes, ce qui n'est pas surprenant vu l'environnement technologique arrêté vers

2005 (la fenêtre pour les papiers sélectionnés va jusqu'en 2010, mais les systèmes objets d'un article soumis avant 2010 ont souvent été conçus quelques années avant).

A propos des **ressources**, un seul article [19], relatif au système ECOLAB, destiné à des collégiens, a pour objectif d'adapter les ressources à fournir à l'apprenant en modélisant la zone proximale de développement proposée par Vitgosky.

A propos de l'**activité** (la tâche en cours d'exécution) qui est effectivement modélisée dans beaucoup de systèmes, il faut noter la distinction faite dans les tuteurs intelligents de K. Van Lehn entre les boucles internes et externes dans la résolution pas à pas d'un problème.

Des **caractéristiques propres à l'apprenant** sont modélisées dans la plupart des systèmes, conformément aux premières architectures de tuteurs intelligents publiées dans les ouvrages pionniers déjà cités, par un modèle d'apprenant. On peut en distinguer deux catégories.

- Modèle apprenant dit « par recouvrement ou *overlay* » c'est à dire reposant sur des items du modèle de domaine. Brusilovsky [34] présente en 2000 ELM-ART avec un « *multi-layered overlay student model* » destiné à adapter le parcours des liens dans un hypermedia. La lignée des « *Example Tracing Tutors* » de Alevén et al. est plus récente, mais reste limitée à la prise en compte du chemin de solution suivi par l'étudiant sous forme de *probabilistic Knowledge Component (KC)*. Pour l'enrichir ils proposent : l'ajout du *collaborative learning* (modification de contexte), l'ajout d'affect, de métacognition, de motivation (nouvelles dimensions de contexte pas encore traitées). Les deux articles proposant des schémas de modèles d'apprenant ouverts (*Open Learner Models*) restent assez traditionnels, mais appellent à prendre en compte de nouvelles dimensions, comme les relations sociales et les préférences de l'utilisateur, voir par exemple [10].

- Modèle apprenant contenant d'autres caractéristiques

Les travaux sur les agents pédagogiques animés, bénéficiant des progrès faits pour créer et gérer des personnages 3D, veulent ajouter des dimensions sociales et émotionnelles aux environnements, on pourrait parler à ce sujet d'enrichissement du contexte existant, prémisses des travaux de réalité virtuelle ou augmentée. Plusieurs articles mentionnent l'évolution de leur système initial vers la prise en compte d'activités collaboratives. D'autres idées sont évoquées en perspectives comme la prise en compte des aspects émotionnels, motivation, engagement, degré d'effort, confiance.

- Au delà du modèle apprenant

Implicitement beaucoup de systèmes étaient conçus pour un élève isolé devant une machine. Pour accroître la motivation de cet apprenant isolé, la notion de compagnon virtuel a été implantée, avant même celle de tuteur virtuel. Cependant Ecolab [19] affiche le contexte d'une salle de classe à une période (1999) où peu d'écoles étaient équipées de matériel et où Internet n'était pas disponible. Le modèle implanté est mis à jour dynamiquement après chaque action de l'élève et modélise la recherche d'aide au niveau des actions de l'élève. On reste dans le contexte de la résolution de la tâche – mais les auteurs voudraient passer à un contexte d'apprenant plus large, incluant les pairs, l'environnement familial et l'ensemble des ressources de l'école. Un autre article décrit PeerHelp [32], un système d'aide entre collaborateurs en entreprise ou

entre étudiants, le système facilite la recherche d'aide auprès des pairs en construisant des profils d'utilisateurs (qui aide qui ? sur quel sujet ? qui pose des questions ? qui répond aux questions ?). Il propose donc des modèles utilisateurs plus généraux (non limités à la tâche en cours d'exécution) et interagissant entre eux.

Enfin la dimension **relations sociales** n'est prise en compte qu'au travers d'activités collaboratives dans certains systèmes.

### 3.3 Conclusions partielles

Il faut rappeler qu'une majorité des articles décrivaient un système et qu'en conséquence la prise en compte d'éléments de contexte était limitée à un contexte technologique relativement pauvre. On ne doit par exemple pas être trop étonné de l'absence de travaux impliquant le *mobile learning* ou les émotions ou les réseaux sociaux.

De ce paysage passé, nous suggérons donc de retenir que la prise en compte de beaucoup de dimensions du contexte de l'apprenant n'a pas été une priorité dans les textes analysés. On a essentiellement représenté des « états de connaissance de l'apprenant relatifs à un domaine restreint de connaissance et des traces de résolution de problèmes en pas à pas ». Cependant, dans d'autres colloques ou revues, des travaux sont apparus plus tôt, comme par exemple ceux déjà cités à propos des systèmes de recommandation de ressources [33] ou l'impact de la communication et de la présence sociales sur les émotions des adultes en formation à distance [1].

## 4 Représenter le contexte dans les systèmes STI

Nous venons de nous interroger sur les dimensions de la notion de contexte qui ont été utilisées dans des systèmes. Dans ce paragraphe, nous prenons le point de vue de l'ingénierie des systèmes et étudions les représentations informatiques de ces données et la façon dont les informations contextuelles sont acquises et mises à jour.

Dans la conception d'un système, il faut d'abord identifier les informations contextuelles que l'on veut utiliser. La règle proposée par J. Self dans [28] me semble toujours d'actualité : « Ne modélisez que les informations qui vont être réellement utiles à la réalisation des objectifs d'apprentissage ».

Il faudrait ajouter « et que vous pouvez acquérir sans trop de difficultés, et notamment le plus automatiquement possible ». En effet les données de contexte peuvent être acquises explicitement ou implicitement ou calculées à partir d'autres données. Beaucoup de modèles d'apprenants devaient être initialisés soit par les utilisateurs (réponse à un questionnaire), soit par les responsables de formation. C'est encore souvent le cas actuellement. La plupart des systèmes décrits dans le numéro spécial utilisent un modèle dynamique de connaissances et d'activités de l'apprenant, parfois sans valeurs initiales, parfois avec un niveau de connaissances, en construisant et mettant à jour au fur et à mesure des interactions.

Enfin, pour des travaux plus récents, les données contextuelles provenant de capteurs sont transmises et transformées entre composants du système, l'architecture

utilisée devrait séparer le niveau de recueil par capteurs, des niveaux de middleware et un serveur de contexte. Des propositions de cette nature sont fournies par [6].

Une fois les informations précisées et acquises, elles sont représentées. Brézillon parle de « contexte opérationnalisé », c'est à dire lié aux tâches pour lesquelles il est utilisé. D'un point de vue représentation des données, on trouve parfois de simples listes ou hiérarchies d'items, mais le plus souvent des graphes, notamment des graphes conceptuels (Sowa) ou des réseaux bayésiens, les « croyances » de l'apprenant étant ensuite traitées par exemple avec des opérateurs de logique modale. Certains papiers évoquent les représentations sous forme d'ontologies, par exemple [8] qui fait référence à des ontologies disponibles ciblant certaines dimensions de ces contextes et [4] qui présente l'ontologie générale OMNIBUS décrivant très largement les situations éducatives et certains éléments de leur contexte. L'interopérabilité de ces descriptions de contextes n'est évoquée que récemment, mais elle constitue un enjeu majeur pour le futur.

## 5 Contexte et environnements de formation : perspectives

Le numéro spécial IJAIED comporte une seconde partie consacrée aux perspectives pour les prochaines années. Les auteurs de ces perspectives, pour la plupart différents des auteurs de la première partie, soulignent en général l'importance du contexte pour les systèmes du futur. Le contexte n'est pourtant pas considéré en apparence comme un enjeu majeur, du moins si l'on s'en tient à la recherche du mot contexte, avec le sens que nous lui donnons dans cette contribution, au travers des articles publiés dans cette seconde partie.

Une direction de recherche urgente consiste, me semble-t-il, à préciser quels éléments de contexte apportent des gains d'apprentissage significatifs en situation réelle lorsqu'ils sont pris en compte par l'environnement d'apprentissage. A moyen terme l'idée d'agent pédagogique personnel utilisant un modèle privé d'utilisateur contenant les éléments de contexte nécessaires ou choisis semble un bon objectif.

D'un point de vue informatique, on pourra alors étudier les meilleures méthodes d'acquisition et de représentation de ces éléments de contexte, la façon de les normaliser pour partager ces descriptions entre systèmes. Parmi les perspectives évoquées dans les articles analysés, certaines ont fait depuis l'objet de prototypages publiés et pourraient donc être étudiées quand à leurs effets dans des environnements réels. Citons par exemple [26] un système de gestion de compétences prenant en compte la multi-temporalité, [24] une contextualisation culturelle dynamique de contenu éducatif dans des environnements d'apprentissage intelligents utilisant ICON, [14] le développement des technologies d'apprentissage avancées et émotionnelles: une taxonomie des approches et des caractéristiques, [12] Calculer: un mécanisme de calcul du seuil de temps *TimeOnTask* basé sur un Electro-Encéphalogramme pour la modélisation et le suivi de l'engagement, [17] qui apporte la connaissance perçue de la tâche - pour une utilisation dans les systèmes de tutorat adaptatifs intelligents.

Les aspects de collaboration étaient souvent cités comme perspective, ils apportent évidemment une nouvelle dimension de complexité au contexte de l'apprenant. Ma-

gnisalis et al. [22] proposent en 2011 une synthèse de systèmes qui favorisent l'apprentissage collaboratif, le web social y est pris en compte. D'un point de vue technologique, des prototypes [11] montrent qu'on arrive à repérer les communications de pair à pair [36] ou à gérer l'incertitude liée aux données captées dans ces systèmes [23], cependant, il n'y a pas d'étude à échelle significative sur les résultats directs ou indirects de ces environnements en termes d'efficacité des apprentissages.

Ces informations relatives aux contextes évoluent avec le temps, proviennent de sources hétérogènes, calculent les connaissances des apprenants au travers de ses interactions avec le système. Elles supposent des logiciels avec des parties sur serveurs et d'autres sur mobiles et de plus en plus des capteurs interagissant entre eux, et donc des architectures adaptées à ces besoins.

Il existe par ailleurs déjà pour quelques données statiques, des modèles normalisés d'apprenants [15] qui sont encore peu utilisés parce que les systèmes de formation ne communiquent pas entre eux. On peut penser que la nécessité d'un continuum entre ce qui est fait en classe et hors de la classe pour les plus jeunes, l'avènement des portfolios de compétences, le souhait des apprenants de tous âges d'introduire un profil mis à jour après par exemple le suivi d'un MOOC dans un autre cadre de formation vont pousser en ce sens. Il faudrait des kits logiciels prêts à être intégrés dans une application pour permettre la prise en compte de façon standardisée d'éléments contextuels particuliers (localisation, niveau sonore, ressources disponibles par exemple).

A propos des apports et questionnement possibles entre les communautés IA et EIAH (nous parlons du futur et ne limitons donc plus le propos au sous domaine des STI), les apports des techniques de fouille de données à l'acquisition de données contextuelles d'apprentissage méritent une étude systématique, ces données et les applications visées présentent-elles des caractéristiques particulières qui demandent la mise au point d'algorithmes particuliers? Il faut remarquer que le contexte est explicitement mentionné dans la définition des *learning analytics* proposée dans [30] : *Learning analytics refers to the measurement, collection, analysis and reporting of data about the progress of learners and the contexts in which learning takes place*. Des conférences comme LAK apportent au fil des années des éléments de réponse.

Mais la notion de contexte est aujourd'hui étudiée dans d'autres cercles spécifiques comme la mobilité avec la revue *Pervasive and Mobile Computing* [3], la communication Homme Machine [9] avec la revue *Human Computer Interaction*, et la modélisation de l'utilisateur avec [27] et la revue *User Modeling and User-Adapted Interaction*.

Enfin la question du caractère privé de certaines données contextuelles est encore trop peu abordée et demande des traitements particuliers (prise en compte à la conception, méthodologies, cryptage, anonymisation).

## Références

1. Angelaki C., Mavroidis I., Communication and Social Presence: The Impact on Adult Learners' Emotions in Distance Learning, *European Journal of Open, Distance and E-Learning*, vol. 16, n° 1, (2013)

2. Bazire, M., Brézillon, P., Understanding Context Before Using It. In Proceedings of the 5th International Conference on Modeling and Using Context, Lecture Notes in Artificial Intelligence, ed. A. Dey, B. Kokinov, D. Leake, and R. Turner, pp.113–192. Berlin: Springer. (2005)
3. Bettini, C., Brdiczka, O., Henricksenc, K., Indulskad, J., Nicklase, D., Ranganathanf, A., Ribonia D., A survey of context modelling and reasoning techniques, *Pervasive and Mobile Computing*, vol. 6, n° 2, pp.161–180 (2010)
4. Bourdeau J., Mizoguchi R., Using Ontological Engineering to overcome AI-ED problems: Contribution, Impact and Perspectives, *Int J Artif Intell Educ* vol 26, n°1, pp.91-106 (2016)
5. Brézillon P., Modeling and Using Context: Past, Present and Future - lip6 <ftp://ftp.lip6.fr/lip6/reports/2002/lip6.2002.010.pdf>, (2002)
6. Butoianu V., Vidal P., Verbert K., Duval E., Broisin J. : User Context and Personalized Learning: a Federation of Contextualized Attention Metadata, *Journal of Universal Computer Science*, vol. 16, n°. 16, pp. 2252-2271, (2010)
7. Clancey, W J, The epistemology of a rule-based expert system: A framework for explanation, *Artificial Intelligence Journal*, vol.20, n°3, pp. 187-204 (1983)
8. Devedzic V., Not Fade Away?, *Int J Artif Intell Educ* vol 26, n°1, pp. 378-386, (2016)
9. Dey A. K., Abowd G., D., Salber D., A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications, *Human-computer interaction*, vol. 16, pp. 97-166, (2001)
10. Dimitrova V., Brna P., From Interactive Open Learner modelling to Intelligent Mentoring : STyLE-OLM and beyond, *Int J Artif Intell Educ* vol. 26, pp.332-349 (2016)
11. Garcia O., Alonso R. S., Tapia D. I., Corchado J. M., Supporting Context-Aware Collaborative Learning Activities by CAFCLA\*, P. Vittorini et al. (Eds.): 2nd International Workshop on Evidence-Based TEL, AISC 218, pp. 57-65, Springer (2013)
12. Ghergulescu, I., Muntean, C.H. ,ToTCompute: A Novel EEG-Based TimeOnTask Threshold Computation Mechanism for Engagement Modelling and Monitoring, *Int J Artif Intell Educ* vol 26, pp 821-854 (2016) .
13. Grandbastien M., Luckin, R. Mizoguchi, R., Aleven, V., Preface to the IJAIED 25th Anniversary Issue, *Int J Artif Intell Educ*, vol. 26, n 1, pp. 1–3, (2016)
14. Harley, J.M., Lajoie, S.P., Frasson, C. et al., Developing Emotion-Aware, Advanced Learning Technologies: A Taxonomy of Approaches and Features, *Int J Artif Intell Educ* pp 1-30 (2016).
15. IMS Learner Information Package, <http://www.imsglobal.org/profiles/index.html>, consulté avril 2017
16. Jang, S., Woo, W. Ubi-UCAM : A unified context-aware application model., Proceedings of the 4th international and interdisciplinary conference CONTEXT 2003., Stanford : P. Blackburn et al. (Eds). pp.178-189, LNCS 2680, Springer, (2003)
17. Janning, R., Schatten, C., Schmidt-Thieme, L. Perceived Task-Difficulty Recognition from Log-file Information for the Use in Adaptive Intelligent Tutoring Systems, *Int J Artif Intell Educ* vol 26, pp. 855-876 (2016)
18. Luckin, R., Re-designing Learning Contexts: Technology-rich, Learner-centred Ecologies, Routledge, London, (2010)
19. Luckin R., du Boulay B., Reflections on the Ecolab and the Zone of Proximal Development, *Int J Artif Intell Educ*,vol. 26, n°1, pp. 416-430 (2016)
20. McCarthy, J, Notes on formalizing context, Proceedings of the 13th IJCAI, vol.1, pp 555-560, (1993)

21. McDermott, J, "R1: A rule based configurer of computer systems", Artificial Intelligence Journal, vol.19, pp. 39-88, (1982)
22. Magnisalis I., Demetriadis S., Karakostas A., Adaptive and Intelligent Systems for Collaborative Learning Support: A Review of the Field, IEEE Transactions on Learning Technologies, vol.4, n°1, pp.5-20 ( 2011 )
23. Messeguer R., Navarro L., Damian-Reye P., Favela J., Context Awareness for Collaborative Learning with Uncertainty Management, Journal of Universal Computer Science, vol. 16, n° 12, pp.1556-1576, (2010)
24. Mohammed, P, Mohan P., Dynamic Cultural Contextualisation of Educational Content in Intelligent Learning Environments using ICON, Int J Artif Intell Educ, vol. 25, n°2, pp. 249-270, (2015)
25. Polson M. C., Richardson J. J. (eds.) Intelligent tutoring systems, Hillsdale, NJ: Laurence Erlbaum.(1988)
26. Rosa, J.H., Barbosa, J.L.V., Kich, M. et al., A Multi-Temporal Context-aware System for Competences Management, Int J Artif Intell Educ, vol 25, n°4, pp. 455-492, (2015)
27. Santos, O.C., Kravcik, M. & Boticario, J.G., Preface to Special Issue on User Modelling to Support Personalization in Enhanced Educational Settings, Int J Artif Intell Educ, vol 26 (2016)
28. Self J., The defining characteristics of intelligent tutoring systems research: ITSs care, precisely, Int J Artif Intell Educ, vol.10, pp.350-364, (1999)
29. Self, J., The Birth of IJAIED, Int J Artif Intell Educ, vol. 26, Issue 1, pp 4-12, 2016
30. Siemens G., Gasevic D., Guest Editorial - Learning and Knowledge Analytics, Educational Technology & Society, vol.15, n°3, pp.1-2, (2012)
31. Sleeman D., Brown J., Intelligent Tutoring Systems, New York: Academic Press. (1982)
32. Vassileva J., McCalla G., Greer J., From Small Seeds Grow Fruitful trees: How the PHelpS Peer Help System Stimulated a Diverse and Innovative Research Agenda over 15 years, Int J Artif Intell Educ, vol. 26, n°1, pp.431-447, (2016)
33. Verbert K. et al., Context-Aware Recommender Systems for Learning: A Survey and Future Challenges, IEEE Transactions on Learning Technologies, vol. 5, n°4, pp.318-333, (2012)
34. Weber G., Brusilovsky P. ELM-ART – An Interactive and Intelligent Web-Based Electronic Textbook, Int J Artif Intell Educ, vol. 26, n° 1, pp. 72-81, (2016)
35. Wenger E. Artificial Intelligence and Tutoring Systems: Computational Approaches to the Communication of Knowledge (350 p.). Los Altos, CA: Kaufman Publishers Inc., (1987).
36. Yang, S. J. H., Context Aware Ubiquitous Learning Environments for Peer-to-Peer Collaborative Learning, Educational Technology & Society, vol. 9, n°1, pp.188-201 (2006)