



Applications de l'Internet des Objets pour soutenir l'apprentissage

Aymeric Bouchereau

► **To cite this version:**

Aymeric Bouchereau. Applications de l'Internet des Objets pour soutenir l'apprentissage. Septièmes Rencontres Jeunes Chercheurs en EIAH (RJC EIAH 2018) , Apr 2018, Besançon, France. hal-01769453

HAL Id: hal-01769453

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01769453>

Submitted on 18 Apr 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Applications de l'Internet des Objets pour soutenir l'apprentissage

Aymeric Bouchereau

Laboratoire ELLIADD, Université de Franche-Comté, France
aymeric.bouchereau@edu.univ-fcomte.fr

Résumé. Le développement de l'Internet des Objets accentue l'imbrication du numérique avec le physique soulevant de multiples enjeux, y compris pour l'apprentissage. Si l'évolution technologique a pu donner lieu à diverses méthodes et modes d'apprentissage, les implications de l'Internet des Objets pour l'apprentissage restent à saisir. Nous proposons d'étudier les applications possibles de l'Internet des Objets pour soutenir l'apprentissage à partir de trois dimensions d'analyse : données, interfaces et pervasivité. Les axes d'applications identifiés suggèrent que l'IdO favorise un apprentissage caractérisé par l'expérimentation, l'adaptation (au contexte et à l'apprenant), la manipulation d'objets et l'exploration sans contraintes de temps, d'espace ou de supports.

Mots-clés : apprentissage, constructivisme, Internet des Objets, objets connectés.

1 Introduction

Entre smartphones, tablettes, montres et bracelets connectés, tables tactiles et interactives, le nombre d'objets connectés croît et les usages se multiplient. Ces objets connectés sont les principaux acteurs de l'Internet des Objets (IdO) dont le développement tend à imbriquer plus profondément la technologie avec l'environnement. À travers les objets du quotidien, la technologie accompagne les individus à chaque moment et dans chaque action, soulevant des enjeux techniques, politiques, sociaux et économiques.

L'apprentissage fait partie de ces enjeux : si l'imprimerie, les médias audiovisuels, l'informatique et les télécommunications ont donné lieu à diverses méthodes et modes d'apprentissages, les implications de l'IdO en cette matière sont à interroger. L'enjeu est de saisir les possibilités que peut apporter l'IdO pour soutenir l'apprentissage et diversifier les pratiques et outils.

Dans cet article, nous étayons la manière dont l'IdO peut être mobilisé pour supporter et intégrer des activités d'apprentissage. Dans un premier temps, nous décrivons l'IdO à travers trois dimensions d'analyse : données, interfaces et pervasivité. Puis, à partir de ces dimensions d'analyse et de travaux existants, nous proposons plusieurs axes pour rendre compte des applications de l'IdO pour l'apprentissage.

2 Imbrication du numérique avec le physique

L'Internet des Objets représente un palier supplémentaire dans l'évolution de l'informatique et des technologies de l'information et de la communication (TIC) : l'intégration de systèmes informatiques dans les objets du quotidien et leur interconnexion via Internet [1]. Il s'agit d'un réseau de réseaux d'objets connectés, identifiables de manière unique de sorte que l'on puisse agir sur eux ou connaître leur état. Les objets connectés sont équipés de capteurs pour mesurer des paramètres de l'environnement et s'échangent les données générées entre objets. Ces données transitent finalement vers des plateformes de services pour le stockage et l'analyse.

Afin d'étudier les articulations possibles de l'IdO, et dans une moindre mesure des objets connectés, pour soutenir l'apprentissage, nous avons identifié trois dimensions d'analyse : données, interfaces et pervasivité.

Données. Les fonctions des objets connectés reposent sur des données correspondant à des paramètres environnementaux recueillis par le biais de capteurs (e.g. luminosité, température, vitesse).

Interfaces. Les interfaces humain-machine tendent à rapprocher les modes de contrôle et de saisie de l'information de sa représentation : l'humain « touche », « parle » et « bouge » pour interagir avec les objets connectés.

Pervasivité. L'enchevêtrement croissant du numérique avec le physique tend à conférer aux TIC un caractère ubiquitaire : les objets échangent entre eux et avec l'humain disposant d'un accès à l'information et aux outils numériques sans contraintes de temps, d'espace et de supports.

3 Articulations entre Internet des Objets et apprentissage

À partir des trois dimensions d'analyse, nous avons identifié plusieurs axes synthétisant l'exploitation de l'IdO pour des activités d'apprentissage. L'analyse de ces axes que nous décrivons dans les sections suivantes suggère que l'IdO favorise un apprentissage caractérisé par l'expérimentation, l'adaptation, la manipulation et l'exploration. Des caractéristiques qui font écho à l'approche constructiviste où l'apprenant est actif.

Le constructivisme élaboré, entre autres, par Piaget (1960) et Bruner (1970) postule que l'apprenant construit lui-même ses connaissances en interagissant et expérimentant avec son environnement, en manipulant des idées et des concepts. Le socio-constructivisme, principalement étayé par Vygotski (1997), complète le constructivisme avec l'aspect social de l'apprentissage. Les interactions sociales et la collaboration contribuent au processus de construction des connaissances opéré par l'apprenant. Vygotski suggère que l'apprentissage dépend de l'interaction sociale, de la médiation des processus d'apprentissage et de l'aide extérieure [2].

L'imbrication du numérique avec le physique opérée par l'IdO favorise aussi la mise en œuvre de situations authentiques où l'objet de l'apprentissage est contextualisé. Rejoignant le courant constructiviste, l'apprentissage situé accorde de l'importance aux circonstances réelles et sociales dans lesquelles les connaissances

sont construites [3]. D'autre part, l'utilisation d'objets dans un objectif pédagogique a été théorisée par plusieurs penseurs (e.g. Montessori, Froebel, Dewey) qui se rejoignent sur trois points : la nécessité d'apprendre par l'expérience, d'être actif et l'interaction (avec les objets d'apprentissage et les personnes) [4].

Les applications de l'IdO pour apprendre s'inscrivent dans ces théories. Les données de l'IdO permettent de mieux comprendre le monde et l'apprenant. Les objets connectés et leurs interfaces tangibles favorisent l'interaction avec l'environnement. Enfin, la pervasivité de l'IdO réduit les contraintes de temps, d'espace et de support.

3.1 Données : entre objet et support d'apprentissage

Les données de l'IdO, issues des objets connectés et des capteurs, peuvent être employées comme objet d'apprentissage pour découvrir l'environnement ainsi que pour étendre et affiner le suivi des apprenants par des dispositifs de formation.

Comprendre le monde

La diminution des coûts des composants et leur miniaturisation combinée au caractère concret des données captées et captables (des grandeurs physiques telles que la pression, l'humidité ou la vitesse) rendent possible l'utilisation des objets connectés pour comprendre l'environnement. À l'aide des capteurs des objets connectés (e.g. téléphone mobile, tablette, montre) et des kits de composants à monter soi-même (e.g. Arduino, Raspberry), les apprenants disposent d'outils de mesure accessible pour contextualiser l'apprentissage en physique ou en sciences de la vie et de la terre.

Le projet Internet of School Things propose des stations météo connectées pour étudier les saisons [5]. Les élèves doivent recueillir des données et les analyser sur une plateforme Web *ad hoc* pour les interpréter. De même, [6] présentent le prototype Observation Learning System pour diversifier les activités d'apprentissage liées aux sciences ; dispositif testé pour l'étude du développement des plantes. Toutefois, l'interprétation des données peut être une source de difficultés pour les élèves qui doit être prise en considération dans la conception des outils de visualisation des données [6] et l'encadrement de l'activité d'apprentissage.

Connaissance de l'apprenant

Les données générées par les objets connectés informent sur les activités et les déplacements de l'apprenant, permettant le suivi au-delà des dispositifs numériques de formation. Ces informations peuvent concerner des activités relevant de l'apprentissage informel : lire un livre dans une bibliothèque, visionner un documentaire ou assister à une conférence. Les dispositifs de formation peuvent affiner leurs modèles et améliorer le suivi du processus d'apprentissage en prenant en compte la mobilité de l'apprenant.

À ce titre, [7] propose un dispositif pour suivre les étudiants par le biais de leurs objets connectés et d'un dispositif numérique de formation en vue de fournir des recommandations aux étudiants sur un apprentissage en cours. Un autre cas d'application présenté par [8] : le couplage d'un cours en ligne à un réseau de capteurs pour identifier les scénarios d'apprentissage mis en œuvre par les apprenants.

Cependant, le suivi de l'apprenant ne peut se faire sans regard vis-à-vis de la protection de la vie privée des apprenants. C'est dans cette optique—la protection des données personnelles—que le Parlement européen a adopté le « règlement général sur la protection des données » en avril 2016¹.

3.2 Interfaces : interagir avec les objets et l'environnement

Les objets connectés s'accompagnent de nouvelles interfaces humain-machine employables dans des activités d'apprentissage favorisant l'engagement corporel et l'interaction avec l'environnement.

Manipulation d'objets

Parmi les interfaces humain-machine des objets connectés, on peut distinguer les interfaces tangibles (TUI, *tangible user interfaces*) et surfaciques (SUI, *surface user interfaces*) [9]. Avec les TUI, l'information prend la forme d'un objet palpable que l'utilisateur peut manipuler. Le robot Cubetto pour apprendre la programmation sans code et sans écran est un exemple : en ordonnant des pièces en plastiques correspondant à des instructions (e.g. avancer, reculer), il est possible de programmer et diriger le robot². Les SUI désignent les interfaces des tablettes et tableaux blancs interactifs : il s'agit d'un écran ou d'une projection, horizontale ou verticale.

Pour l'apprentissage, les TUI peuvent être utilisées pour manipuler des concepts abstraits sous une forme palpable [10]. [11], [12] rapportent des expérimentations de ce type portant respectivement sur la compréhension de l'espace et de l'activité cérébrale. Les auteurs s'appuient notamment sur la pédagogie Montessori dans laquelle l'engagement corporel est important [4], [11]. [11] ajoutent que la collaboration est favorisée, car les élèves, coprésents, peuvent voir leurs actions et se parler plus directement. Enfin, les deux expérimentations font état de résultats positifs sur l'apprentissage des élèves [11], [12]. Toutefois, les bénéfices de ces modes d'apprentissage restent encore à étayer. [13] illustre avec une étude portant sur l'apprentissage des mathématiques que les TUI ne conduisent pas automatiquement à de meilleurs résultats. Du côté des SUI, leurs utilisations se retrouvent parmi les applications mobiles éducatives telles que Tynker³ et CodeSpark⁴ dédiées à l'apprentissage de la programmation : l'utilisateur construit un programme en assemblant des blocs d'instructions.

Environnement augmenté

Le recours aux capteurs, à la réalité virtuelle ou augmentée et aux interfaces ambiantes permet d'ajouter une couche interactive à l'environnement et améliorer les lieux d'apprentissage. Les interfaces ambiantes ne captent pas directement l'attention

¹ <https://www.cnil.fr/fr/reglement-europeen-sur-la-protection-des-donnees-ce-qui-change-pour-les-professionnels>, consulté le 14 février 2018.

² <https://www.primotoys.com/fr/>, consulté le 26 novembre 2017.

³ <https://www.tynker.com>, consulté le 14 février 2018.

⁴ <http://codespark.org>, consulté le 14 février 2018.

de l'utilisateur, mais sont présentes dans sa périphérie [9]. Les LED indiquant la position ON/OFF des appareils électroniques et l'utilisation d'étiquettes RFID (*Radio Frequency Identification*) et NFC (*Near Field Communication*) sont des exemples.

[14] proposent des étiquettes interrogeables par les téléphones mobiles pour apporter des informations aux étudiants sur des lieux : horaires d'ouverture d'un bureau, coordonnées d'un enseignant. D'autres projets cherchent à rendre accessible à distance des informations pratiques comme la disponibilité des salles de classe [15]. Enfin, [16] rapporte des résultats positifs dans une étude sur l'utilisation de la réalité augmentée pour améliorer la motivation d'étudiants dans un cours d'arts visuels.

3.3 Pervasivité : mobilité, continuité et contexte

De par la pervasivité des objets connectés, les activités d'apprentissage s'inscrivent dans la mobilité, l'expérience d'apprentissage persiste à travers les supports utilisés par l'apprenant et le contexte est pris en compte par les dispositifs de formation.

Mobilité

L'amélioration des performances des objets connectés (e.g. puissance de calcul, bande passante, batterie) rend accessibles et utilisables sur mobile les dispositifs de formation et ressources éducatives : la mobilité devient un aspect de l'apprentissage en ligne. Ces conditions font émerger de nouvelles pratiques : le *micro-learning* et Bring Your Own Device. Le *microlearning* désigne la distribution d'un cours sur mobile sous la forme de plusieurs unités courtes. Pour l'éducation, la pratique BYOD consiste à inviter les élèves et étudiants à utiliser leurs appareils personnels plutôt que ceux de l'établissement.

[17] rapportent une étude sur les manières dont le téléphone mobile est utilisé par un enseignant pour créer des activités d'apprentissage dans un jardin d'enfants, par exemple la prise de photo et la réalisation d'un livre photo par l'enfant pour explorer son environnement. [18] soulèvent quatre points bénéfiques pour les apprenants : accès rapide aux informations, capacités de communication et de collaboration, utilisation dans diverses activités et apprentissage situé.

Continuité

L'expérience d'apprentissage traverse les supports utilisés : il est possible d'entamer une formation à la programmation sur son téléphone mobile le matin en attendant le bus, continuer sur son ordinateur le midi au travail et terminer sur sa tablette le soir chez soi.

Des applications comme Duolingo (apprentissage des langues)⁵ ou Tynker sont accessibles depuis un smartphone, un ordinateur ou une tablette et les données de l'apprenant sont synchronisées. Des travaux comme [19] proposent d'utiliser les technologies de l'Internet des Objets pour rendre accessibles à distance des objets d'apprentissage ; dans le cas présent les outils d'analyse d'un laboratoire.

⁵ <https://www.duolingo.com>, consulté le 14 février 2018.

Contexte

À travers les capteurs des objets connectés, les plateformes d'apprentissages ont accès au contexte dans lequel se situe l'apprenant. Les plateformes ajustent les recommandations et ressources éducatives en fonction des variables du contexte : temps, espace, dispositif, environnement, utilisateur et activité [20].

Cette possibilité donne lieu à des systèmes d'apprentissage sensible au contexte qui rapproche la situation-problème à laquelle est confronté l'utilisateur de l'activité d'apprentissage menée pour le résoudre. Le projet Context-Aware M-Learning [20] s'inscrit dans cette optique, pour la formation continue dans une entreprise.

4 Conclusion

Nous nous sommes appuyés sur trois dimensions d'analyse—données, interfaces et pervasivité—pour étudier les articulations possibles de l'IdO pour soutenir l'apprentissage. Plusieurs axes ont été identifiés : la compréhension du monde et l'adaptation *via* les données de l'IdO ; les interfaces permettant la manipulation d'objets et l'interactivité de l'environnement ; la pervasivité des objets connectés favorisant la mobilité, la continuité et la contextualisation de l'expérience d'apprentissage. Les activités d'apprentissage exploitant l'IdO s'inscrivent dans le constructivisme et le socioconstructivisme et mettent l'accent sur l'apprentissage situé et l'engagement corporel.

Cependant, les bénéfices de l'IdO pour soutenir l'apprentissage doivent être étudiés davantage, notamment pour identifier plus distinctement les valeurs pédagogiques des différentes applications. Ces applications mobilisent aussi des compétences variées qui sont à déterminer, à la fois pour leur adoption par les enseignants et pour leur utilisation par les apprenants. Enfin, une dimension de l'IdO reste à explorer : les communications entre objets et leurs potentielles utilisations dans le cadre d'activités d'apprentissage. Tenant compte de cela notre prochain travail consistera à décrire plus finement les *ressources de l'IdO pour l'apprentissage* pour en dresser une taxonomie afin de faciliter l'identification et l'exploitation de ces ressources.

Références

1. I. Roxin et A. Bouchereau, « Ecosystème de l'Internet des Objets », in *Internet des Objets*, ISTE OpenScience., Paris, France, 2017.
2. L. S. Vygotski, *Pensée et langage*, La Dispute. Paris, France, 1997.
3. J. Lave et E. Wenger, *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge University Press, 1991.
4. O. Zuckerman, « Historical overview and classification of traditional and digital learning objects », <https://llk.media.mit.edu/courses/readings/classification-learning-objects.pdf> (consulté en février 2018), 2006.
5. C. Joyce, H. Pham, D. Stanton Fraser, S. Payne, D. Crellin, et S. McDougall, « Building an internet of school things ecosystem: a national collaborative experience », *14th Conference on Interaction Design and Children*, 2014, p. 289-292.

6. P. Putjorn, C. S. Ang, et D. Farzin, « Learning IoT Without the “I”- Educational Internet of Things in a Developing Context », in *Proceedings of the 2015 Workshop on Do-it-yourself Networking: An Interdisciplinary Approach*, New York, USA, 2015, p. 11–13.
7. H. C. Cheng et W. W. Liao, « Establishing an lifelong learning environment using IOT and learning analytics », in *14th International Conference on Advanced Communication Technology*, 2012, p. 1178-1183.
8. A. M. Njeru, M. S. Omar, et S. Yi, « IoTs for capturing and mastering massive data online learning courses », in *16th International Conference on Computer and Information Science*, 2017, p. 91-94.
9. J. Krumm, Éd., *Ubiquitous computing fundamentals*. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC Press, 2010.
10. D. Reimann et C. Maday, « Smart textile objects and conductible ink as a context for arts based teaching and learning of computational thinking at primary school », *International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, 2016, p. 31-35.
11. S. Kubicki, D. Pasco, C. Hoareau, et I. Arnaud, « Utilisation d’une Table Interactive avec objets Tangibles pour apprendre à l’école: études empiriques en milieu écologique », in *Actes de la 28ième conférence francophone sur l’Interaction Homme-Machine*, 2016, p. 155–166.
12. S. Fleck, C. Baraudon, J. Frey, T. Lainé, et M. Hachet, « «Teegi, il est trop beau»: Exemple d’évaluation du potentiel pédagogique d’une interface tangible interactive pour enfants en contexte scolaire », in *29ème conférence francophone sur l’Interaction Homme-Machine*, 2017, p. 12–p.
13. B. Schneider, P. Jermann, G. Zufferey, et P. Dillenbourg, « Benefits of a Tangible Interface for Collaborative Learning and Interaction », *IEEE Trans. Learn. Technol.*, vol. 4, n° 3, p. 222-232, juill. 2011.
14. G. R. González, M. M. Organero, et C. D. Kloos, « Early Infrastructure of an Internet of Things in Spaces for Learning », *8th IEEE ICALT*, 2008, p. 381-383.
15. Z. Yu, Y. Liang, B. Xu, Y. Yang, et B. Guo, « Towards a Smart Campus with Mobile Social Networking », in *International Conference on Internet of Things and 4th International Conference on Cyber, Physical and Social Computing*, 2011, p. 162-169.
16. Á. Di Serio, M. B. Ibáñez, et C. D. Kloos, « Impact of an augmented reality system on students’ motivation for a visual art course », *Comput. Educ.*, vol. 68, p. 586-596, oct. 2013.
17. K. MacCallum et H. Bell, « Smart devices for supporting inquiry and conversations in early childhood education », *He Kupu Word*, vol. 4, n° 1, p. 31–39, 2015.
18. J. Gikas et M. M. Grant, « Mobile computing devices in higher education: Student perspectives on learning with cellphones, smartphones & social media », *Internet High. Educ.*, vol. 19, n° Supplement C, p. 18-26, oct. 2013.
19. A. Kalashnikov, H. Zhang, J. Jennings, et M.-M. Abramriuk, « Remote laboratory: using Internet-of-Things (IoT) for E-learning », *Vth International Conference Advanced Information Systems and Technologies*, 2017.
20. F. Soualah-Alila, « CAMLearn: Une Architecture de Système de Recommandation Sémantique Sensible au Contexte. Application au Domaine du M-Learning. », Université de Bourgogne, 2015.