

Thème 2 : Learning Analytics

Axe 6 : Terminologie du Learning Analytics

Auteurs : Mahieddine Djoudi (coordinateur), Vanda Luengo, Hassina El Kechai, Jean François Cerisier, Emmanuel Maugard, Florence Cherigny, Olivier Champalle, Sébastien Iksal, Pierre Beust

Date : Mars 2018

1 Introduction

Le décret n° 2014-133 du 17 février 2014 prévoit que la direction du numérique pour l'éducation (**DNE**) assure une fonction de veille, de prospective et de communication dans le domaine du numérique éducatif et de l'innovation. A ce titre, la DNE pilote la mission d'incubation des projets numériques (**NumeriLab**) et assure un travail de soutien, de mise en synergie et d'accompagnement des incubateurs académiques.

Cette démarche a pour objectif d'identifier les freins et les leviers apparus lors de la mise en œuvre des projets, de décrire les démarches innovantes adoptées et les travaux de recherche et d'évaluation éventuellement mis en œuvre avec l'université. Les résultats observés contribuent à l'évolution de la formation à destination des communautés éducatives et pédagogiques.

La DNE a identifié 8 thèmes d'étude structurés en autant de groupes de travail, dont le groupe de travail 2, intitulé « Analyse des traces d'apprentissage (Learning Analytics) » (NumeriLab, 2016). Le groupe de travail avait identifié préalablement 5 axes de travail, auxquels s'est ajouté un 6eme axe émergent des échanges, lors de la réunion qui s'est tenue à EDUSPOT Paris, le 10/03/2017. Il s'agit de l'axe sur la terminologie.

En effet, depuis quelques mois, de nouveaux termes apparaissent sans être toujours définis précisément. De façon légitime chacun projette donc ses propres représentations, ce qui peut amener à des difficultés d'échanges ou à des compréhensions erronées des enjeux voire à des inquiétudes qui peuvent être vives. Certains termes sont dédiés à l'analyse de l'apprentissage humain alors que d'autres sont liés à l'apprentissage artificiel.

L'objectif principal de l'axe 6 est de préciser les définitions dans le domaine de l'éducation des termes suivants (souvent anglais) : Learning analytics, educational data mining, deep learning , learning machine, adaptive Learning, etc. (NumeriLab, 2016)

2 Définitions du Learning Analytics

Il persiste un grand débat sur la définition du terme « learning analytics ». A ce débat s'ajoute un autre spécifiquement francophone, concernant la traduction la plus appropriée du terme en Français.

2.1 Définitions en Anglais

L'une des premières définitions trouvées est celle de George Siemens, qui en 2010, dans son blog, à la question de c'est quoi le Learning Analytics, répond :

« Learning analytics is the use of intelligent data, learner-produced data, and analysis models to discover information and social connections, and to predict and advise on learning ». (Siemens, 2010)

En 2011, George Siemens revoit légèrement sa définition pour affirmer cette fois-ci que :

« Learning analytics is the measurement, collection, analysis and reporting of data about learners and their contexts, for purposes of understanding and optimizing learning and the environments in which it occurs ». (Siemens, 2011).

Autrement dit, Siemens définit les Learning analytics comme « la mesure, la collection, l'analyse et l'interprétation des traces des apprenants et de leurs contextes, pour comprendre et optimiser l'apprentissage et les environnements dans lesquels il se produit. » (Elias, 2011).

C'est d'ailleurs cette même définition qu'on retrouve dans l'appel à communication de la première conférence sur le sujet « International Conference on Learning Analytics and Knowledge ». (Long, Siemens, Conole, & Gasevic, 2011).

EDUCAUSE offre une définition légèrement différente :

« Learning analytics is the use of data and models to predict student progress and performance, and the ability to act on that information » (EDUCAUSE, 2010).

L'organisation indépendante d'éducation du Royaume Uni JISC donne la définition suivante : comme étant :

« 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 » (JISC, 2017)

Mike Rustici, après avoir fait remarquer que même si le Learning analytics est un sujet populaire, il ne semble pas y avoir de définition ou d'explication standard pour l'utilisation du terme, suggère dans son blog, la définition suivante :

« Learning analytics is the measurement, collection, analysis, and reporting of data about learners, learning experiences, and learning programs, for purposes of understanding and optimizing learning and its impact on an organization's performance. » (Rustici, 2016).

2.2 Définitions en Français

Les sites web consultés n'ont pas permis de trouver de traduction française adéquate pour le terme anglais « Learning Analytics ». Plusieurs propositions ont été faites comme : « analyse de l'apprentissage », « analytique de l'apprentissage », « analyse de l'éducation », etc. Par ailleurs la direction du numérique pour l'éducation (DNE) qui pilote la mission d'incubation des projets numériques (NumeriLab) propose parmi les thèmes d'étude, le thème « Analyse des traces d'apprentissage », qui est l'intitulé du groupe de travail numéro 2 sur le « Learning Analytics ». (NumeriLab, 2016. Selon un rapport rédigé à l'initiative de la Direction du Numérique pour l'Éducation, les auteurs (Labarthe Hugues & Luengo Vanda, 2016) proposent le terme « Analytique des apprentissages numériques ».

Le Journal du Net garde le terme « Learning Analytics » au pluriel et annonce :

« Les Learning Analytics peuvent se définir comme les méthodes et outils d'analyse des données massives issues des apprentissages en ligne ». (JournalDuNet, 2016).

L'ISO utilise le terme « Analytique de l'apprentissage » et le considère comme :

« La discipline consacrée à la mesure, la collecte, l'analyse et la présentation de rapports basés sur des données des apprenants en contexte d'apprentissage dans le but de comprendre et d'optimiser l'apprentissage et le contexte. » (ISO, 2016).

(Solunea, 2017) traduit le terme "Learning Analytics" par "Analyse de l'apprentissage" et le définit comme étant :

« Une discipline dédiée à la collecte, l'analyse et la production de rapports relatifs aux processus d'apprentissage. L'ensemble des données est issu d'environnements numériques d'apprentissage (ENA), des demandes d'admission, des bibliothèques ou encore des MOOC ». (Solunea, 2017).

La conférence « Learning Analytics : promesses et réalités », conserve le terme « Learning Analytics » et lui donne la définition suivante :

« Les Learning Analytics peuvent se définir comme la collecte, l'analyse et l'utilisation intelligentes de données produites par l'apprenant. » (Boyer, 2015).

Le service de soutien à la formation de l'université de Sherbrooke au Canada donne au Learning analytics la définition suivante :

« C'est l'application au monde de la formation de techniques issues de la business intelligence, comme le forage de données. » (Service de soutien, 2017).

3 Concepts associés

3.1 Machine Learning

Le Machine Learning (apprentissage automatique) est une branche de l'informatique qui permet aux ordinateurs d'apprendre sans avoir été programmés explicitement à cet effet.

"Machine learning is a field of computer science that gives computers the ability to learn without being explicitly programmed" (Samuel 1959).

3.2 Deep learning

"Deep learning is a collection of machine learning algorithms, used to model high-level abstractions in data through the use of model architectures, which are composed of multiple nonlinear transformations. It is a subfield of machine learning concerned with algorithms inspired by the structure and function of the brain called artificial neural networks" (Techopedia, 2017).

3.3 Analytics

Le terme Analytics désigne de façon usuelle des techniques informatiques, mathématiques et statistiques pour révéler une information pertinente à partir de très larges ensembles de données. Par extension, les Analytics permettent sur la base d'actions réalisées, de comprendre, voire de prédire, le potentiel de futures actions dans une quête de performances et d'efficacité.

Analytics is the process of developing actionable insights through problem definition and the application of statistical models and analysis against existing and/or simulated future data. (Cooper, 2012)

3.4 Business Intelligence

L'informatique décisionnelle connue aussi sous l'expression Business Intelligence (BI) ou Decision Support System (DSS) est l'informatique à l'usage des décideurs et des dirigeants d'entreprises. Elle désigne les moyens, les outils et les méthodes qui permettent de collecter, consolider, modéliser et restituer les données, matérielles ou immatérielles, d'une entreprise en vue d'offrir une aide à la décision et de permettre à un décideur d'avoir une vue d'ensemble de l'activité traitée en vue d'anticiper des scénarios liés au fonctionnement de l'entreprise.

«Business Intelligence (BI) comprises the strategies and technologies used by enterprises for the [data analysis](#) of [business information](#). » (Dedić & Stanier, 2016).

3.5 Academic Analytics

«Academic analytics is the application of business intelligence (BI) tools and strategies to guide decision-making practices in educational institutions. The goal of an academic analytics program is to help those charged with strategic planning in a learning environment to measure, collect, decipher, report and share data in an effective manner so that operational, program and student strengths and weaknesses can be identified (McLaughlin, 2017).

3.6 Educational Data Mining

« Educational Data Mining (EDM) is an emerging discipline area, in which methods and techniques for exploring data originating from various educational information systems have been developed. EDM is both a learning science, as well as a rich application area for data mining, due to the growing availability of educational data. EDM contributes to the study of how students learn, and the settings in which they learn. It enables data-driven decision making for improving the current educational practice and learning material. » (Calders & Pechenizkiy, 2012).

3.7 Digital Footprint

Le terme trace numérique (en Anglais "digital footprint") désigne les données qu'un système numérique enregistre sur l'activité ou l'identité de ses utilisateurs soit automatiquement, soit par le biais d'une écriture ou un dépôt délibéré.

« Digital footprint or digital shadow refers to one's unique set of traceable digital activities, actions, contributions and communications that are manifested on the Internet or on digital devices. » (Wikipedia, 2017).

Une autre définition un peu similaire est donnée par (Wigmore, 2017)

« A digital footprint, sometimes called a digital dossier, is the body of data that exists as a result of actions and communications online that can in some way be traced back to an individual ».

3.8 Data Mining

Fouille de données connue aussi sous l'expression d'exploration de données, de fouille de données, forage de données, prospection de données, data mining, ou encore extraction de connaissances à partir de données, a pour objet l'extraction d'un savoir ou d'une connaissance

(utile et inconnue) à partir de gros volumes de données non structurées, par des méthodes issues de la statistique ou de l'intelligence artificielle (Vahdat et al., 2015),

3.9 Data Science

Le terme Science des Données (Data Science) apparaît en 1996 sous la plume de Chikio Hayashi.

« Data science is an interdisciplinary field about scientific methods, processes, and systems to extract knowledge or insights from data in various forms, either structured or unstructured, similar to data mining » (Hayashi, 1998).

3.10 Predictive Analytics

Predictive analytics is an area of statistics that deals with extracting information from data and using it to predict trends and behavior patterns (Nyce & CPCU, 2007).

3.11 Data Analytics

Data analytics is the process of examining data sets in order to draw conclusions about the information they contain, increasingly with the aid of specialized systems and software. Data analytics technologies and techniques are widely used in commercial industries to enable organizations to make more-informed business decisions and by scientists and researchers to verify or disprove scientific models, theories and hypotheses (Stedman, 2017).

3.12 Big Data & thick data

Big data désigne un jeu de données massives, dont la taille excède celle de capture, de conservation, de gestion et d'analyse des outils logiciels de bases de données typiques. Par contraste, on désigne par l'expression thick data des données qualitatives recueillies et analysées pour trouver le sens d'un phénomène (IBM, Zikopoulos, & Eaton, 2011), (Azemard, Henda, & Hudrisier, 2015).

3.13 Adaptive Learning

L'apprentissage adaptatif est une méthode éducative qui utilise la technologie comme dispositif d'enseignement interactif. Ainsi, la technologie adapte la présentation du matériel éducatif en fonction des besoins d'apprentissage des apprenants, en fonction des réponses à des questions ou suite à l'exécution de tâches. L'apprentissage adaptatif a aussi été connu dans le passé sous différentes appellations : hypermédias adaptatifs, enseignement assisté par ordinateur, systèmes tutoriels intelligents ou bien agents pédagogiques informatiques (Ginon, 2012).

3.14 Analytics tools

Analytics tools provide statistical evaluation of rich data sources to discern patterns that can help individuals at companies, educational institutions, or governments make more informed decisions. (EDUCAUSE, 2010).

3.15 Learning Dashboard

The Learning Analytics Dashboard (LAD) is an interactive, historical, personalized, and analytical monitoring display that reflects students' learning patterns, status, performance, and

interactions. The outlook of LAD includes visual elements such as charts, graphs, indicators and alert mechanisms (Podgorelec & Kuhar, 2011).

4 Choix du terme français adéquat

4.1 Questionnaire en ligne

Afin de décider du terme français qui correspond au mieux à son équivalent anglais « Learning Analytics », nous avons soumis un petit questionnaire anonyme destiné aux spécialistes et experts du domaine. La question principale était « Selon vous, quel est le terme français le plus approprié qui traduit le mieux le terme anglais "Learning Analytics" ».

Le questionnaire est mis sur deux sites en ligne, un officiel avec très peu de réponses et un autre personnel avec un nombre plus important

Le répondant avait la possibilité de choisir au maximum **trois réponses** parmi :

- Learning Analytics
- Analytique des apprentissages
- Analyse de l'apprentissage
- Analyse des traces d'apprentissage
- Analyse des traces numériques d'apprentissage
- Analyse des traces de l'apprentissage numérique
- Analyses de l'éducation
- Analytique des apprentissages numériques
- Autre

Sur en tout, 48 réponses, les avis restent plus ou moins partagés mais quelques propositions se détachent, dans l'ordre :

1. Analytique des apprentissages numériques (27%)
2. Analyse de l'apprentissage (25%)
3. Analytique des apprentissages (20%)

Ayant laissé le choix « Autre » avec proposition de nouveaux termes, certains répondants, nous ont proposé les termes suivants :

- Exploration de l'apprentissage en ligne
- Etude analytique de l'apprentissage
- Analyse numérique de l'apprentissage

4.2 Débat au sein du groupe

Le groupe de travail devrait trancher sur le terme définitif. Un échange vif a eu lieu à travers la liste de diffusion. Certains voulant ramener le terme à leur préoccupation de recherche, d'autres s'en tenir à la simple francisation du terme.

De cet échange, nous avons réussi à s'entendre sur un premier avis presque unanime : « Ce ne sont pas les apprentissages qui sont numériques mais les informations permettant de les analyser

qu'y sont ». Il fallait donc supprimer (ou non) l'adjectif numérique rattaché à l'apprentissage dans la liste des propositions.

Une autre question longuement débattu est qu'il ne s'agit pas seulement de trouver une locution française comme traduction de *learning analytics*. Les remarques des uns et des autres montrent aussi que l'on ne parle peut-être pas tous de la même chose, ce qui conduit à penser que la solution n'est peut-être pas réductible à un seul syntagme :

- s'agit-il seulement d'activités dont la finalité explicite est l'apprentissage ou plus généralement d'activités susceptibles d'induire des apprentissages ?
- s'agit-il seulement de traces numériques d'activités instrumentées avec des techniques numériques ou, plus largement ou bien de caractériser avec des indicateurs numériques des activités que ne le sont pas toujours ?

Dans ce sens, plusieurs locutions avec des significations différentes ont été proposées:

Sigle	Terme	Justification
AAAI	Analytique des activités d'apprentissage instrumentées	équivalent de <i>learning analytics</i>
AAA	Analytique des activités d'apprentissage	pour considérer l'ensemble des activités d'apprentissage
ACI	Analytique des comportements instrumentés	pour élargir le spectre à l'ensemble des activités instrumentées
AC	Analytique des comportements	pour élargir à l'ensemble des activités instrumentées ou non

Les deux dernières propositions (avec le terme comportements) font éloigner le terme de son équivalent anglais, alors que l'objectif est de rester proche de la communauté internationale. Le même argument a été avancé pour ne pas faire apparaître les mots traces et données dans la proposition finale.

L'incorporation de terme « traces » se justifie par le fait que le terme trace n'est pas perçu par tout le monde de la même façon, dans le cadre des Learning Analytics, on prend en compte les traces au sens d'éléments laissés par l'utilisateur durant sa session (logs, productions, ...), mais aussi toutes sortes de données liées à la session d'apprentissage comme le scénario pédagogique qui préexiste à la session, les données de paramétrages de la plateforme lorsqu'il y en a une, des listes d'apprenants éventuellement organisée en groupe, ..

4.3 Vers une décision finale

Il semble qu'il y a donc un consensus sur « Analytique des ». Il reste à trancher sur le reste du terme. Le choix semble se limiter à trois propositions

1. Analytique des Apprentissages ;
2. Analytique des Activités d'apprentissage instrumentées ;
3. Analytique des Apprentissages numériques ;

5 Conclusion

Nous avons présenté dans document, une revue de la littérature sur le concept du Learning Analytics en revenant sur les différentes définitions ainsi que les concepts associés au niveau international sur le sujet. Nous avons ensuite animé un débat public en vue de choisir (tout en justifiant ce choix) le terme français le plus adéquat qui traduit au mieux l'expression anglaise de Learning Analytics.

Références

- Aronson, J. E., Liang, T.-P., & Turban, E. (2005). *Decision support systems and intelligent systems*. Pearson Prentice-Hall.
- Azemard, G., Henda, B., & Hudrisier, H. (2015). Les big-data : pistes de réflexions historiques, éthiques et épistémologiques pour l'appropriation sociale ; retours et attentes d'expérimentations en learning analytics. In *Conférence ORBICOM : Données ouvertes, Médias et citoyenneté*. Mexico, Mexico. Consulté à l'adresse https://archivesic.ccsd.cnrs.fr/sic_01321534
- Balacheff, N., & Lund, K. (2013). Multidisciplinary vs. Multivocality, the case of "Learning Analytics". In X. O. Dan Suthers Katrien Verbert, Erik Duval (Éd.), *LAK 2013 - International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (p. 5–13). Leuven, Belgium: ACM New York, NY, USA. <https://doi.org/10.1145/2460296.2460299>
- Bonnin, G., & Boyer, A. (2015). Apport des Learning Analytics. *Administration & Education, Bulletin de l'AFAE*. Consulté à l'adresse <https://hal.inria.fr/hal-01259230>
- Boyer, A. (2015, décembre 8). Learning Analytics : promesses et réalités. Consulté 6 avril 2017, à l'adresse <http://www.sup-numerique.gouv.fr/cid94948/learning-analytics-promesses-et-realites.html>
- Calders, T., & Pechenizkiy, M. (2012). Introduction to the Special Section on Educational Data Mining. *SIGKDD Explor. Newsl.*, 13(2), 3–6. <https://doi.org/10.1145/2207243.2207245>
- Cooper, A. (2012). What is analytics? Definition and essential characteristics. *CETIS Analytics Series*, 1(5), 1–10.
- Dedić, N., & Stanier, C. (2016). Measuring the Success of Changes to Existing Business Intelligence Solutions to Improve Business Intelligence Reporting. In A. M. Tjoa, L. D. Xu, M. Raffai, & N. M. Novak (Éd.), *Research and Practical Issues of Enterprise Information Systems: 10th IFIP WG 8.9 Working Conference, CONFENIS 2016, Vienna, Austria, December 13–14, 2016, Proceedings* (p. 225–236). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-49944-4_17
- Dix, A., & Leavesley, J. (2015). Learning Analytics for the Academic: An Action Perspective. *Journal of Universal Computer Science*, 21(1), 48–65.
- EDUCAUSE. (2010). 7 Things you should know about analytics. Consulté à l'adresse <https://library.educause.edu/media/files/library/2010/4/eli7059-pdf.pdf>
- Elias, T. (2011). Learning analytics, Definitions, Processes and Potential. Consulté à l'adresse <https://pdfs.semanticscholar.org/732e/452659685fe3950b0e515a28ce89d9c5592a.pdf>
- Hayashi, C. (1998). What is Data Science ? Fundamental Concepts and a Heuristic Example. In C. Hayashi, K. Yajima, H.-H. Bock, N. Ohsumi, Y. Tanaka, & Y. Baba (Éd.), *Data Science*,

- Classification, and Related Methods: Proceedings of the Fifth Conference of the International Federation of Classification Societies (IFCS-96), Kobe, Japan, March 27–30, 1996* (p. 40–51). Tokyo: Springer Japan. https://doi.org/10.1007/978-4-431-65950-1_3
- ISO. (2016). *Technologies pour l'éducation, la formation et l'apprentissage – Interopérabilité de l'analytique de l'apprentissage – Partie 1: Modèle de référence* (Norme). Comité technique : ISO/IEC JTC 1/SC 36.
- JISC. (2017). Learning Analytic in Higher Education. Consulté 6 avril 2017, à l'adresse <https://www.jisc.ac.uk/reports/learning-analytics-in-higher-education>
- Labarthe Hugues, & Luengo Vanda. (2016). *L'analytique des apprentissages numériques* (Rapport à l'initiative). Direction du Numérique pour l'Education (DNE-MEN).
- Lebis, A., Lefèvre, M., Luengo, V., & Guin, N. (2017). Approche narrative des processus d'analyses de traces d'apprentissage : un framework ontologique pour la capitalisation. In *Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain*. Strasbourg, France. Consulté à l'adresse <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01517145>
- Long, P., Siemens, G., Conole, G., & Gasevic, D. (Éd.). (2011). *Proceedings of the 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge, LAK 2011, Banff, AB, Canada, February 27 - March 01, 2011*. ACM.
- McLaughlin, E. (2017). Academic Analytics, Definition. Consulté 5 décembre 2017, à l'adresse <http://searchcio.techtarget.com/definition/academic-analytics>
- Najafabadi, M. M., Villanustre, F., Khoshgoftaar, T. M., Seliya, N., Wald, R., & Muharemagic, E. (2015). Deep learning applications and challenges in big data analytics. *Journal of Big Data*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s40537-014-0007-7>
- JournalDuNet, (2016, avril 11). Learning analytics : quand le big data investit les domaines de l'éducation et de la formation. Consulté 6 avril 2017, à l'adresse <http://www.journaldunet.com/solutions/expert/64043/learning-analytics—quand-le-big-data-investit-les-domaines-de-l-education-et-de-la-formation.shtml>
- NumeriLab. (2016). Thèmes d'étude incubateurs. Consulté à l'adresse http://cache.media.eduscol.education.fr/file/Numerique/48/0/Themes_d_etude_Comite_Orientation_06JUILLET2016_612480.pdf
- Nyce, C., & CPCU, A. (2007). Predictive analytics white paper. *American Institute for CPCU. Insurance Institute of America*, 9–10.
- Peña-Ayala, A. (2017). *Learning Analytics: Fundamentals, Applications, and Trends: A View of the Current State of the Art to Enhance e-Learning*. Springer International Publishing. Consulté à l'adresse <https://books.google.fr/books?id=x8omDgAAQBAJ>
- Podgorelec, V., & Kuhar, S. (2011). Taking advantage of education data: Advanced data analysis and reporting in virtual learning environments. *Elektronika ir Elektrotechnika*, 114(8), 111–116.
- Reyes, J. A. (2015). The skinny on big data in education: Learning analytics simplified. *TechTrends*, 59(2), 75–80. <https://doi.org/10.1007/s11528-015-0842-1>
- Rustici, M. (2016, novembre 29). An Intro to Learning Analytics. Consulté 15 juillet 2017, à l'adresse <https://www.watershedlrs.com/blog/an-intro-to-learning-analytics>
- Samuel, A. L. (1959). Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers. *IBM Journal of Research and Development*, 3(3), 210–229. <https://doi.org/10.1147/rd.33.0210>

- Schneeweile, M., & Reffay, C. (2017). *EPA'T : Espace Protégé pour l'Apprentissage en ses Traces Bilan du projet* (Research Report). Laboratoire ELLIADD, FR-EDUC, Université de Franche-Comté, Université Bourgogne Franche-Comté. Consulté à l'adresse <https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-01512569>
- SSF. (2017). Le fin mot, Learning analytics. Service de soutien à la formation. Consulté 6 avril 2017, à l'adresse <https://www.usherbrooke.ca/ssf/veille/perspectives-ssf/numeros-precedents/novembre-2011/e-fin-mot-learning-analytics/>
- Siemens, G. (2010). What are learning analytics. Consulté à l'adresse <http://www.elearnspace.org/blog/2010/08/25/what-are-learning-analytics/>
- Siemens, G. (2011). Learning and Academic Analytics. Consulté à l'adresse <http://www.learninganalytics.net/?p=131>
- Siemens, G., & Baker, R. S. J. d. (2012). Learning Analytics and Educational Data Mining: Towards Communication and Collaboration. In *Proceedings of the 2Nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (p. 252–254). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2330601.2330661>
- Solunea. (2017). Learning analytics, où en est-on aujourd'hui ? Consulté 27 mars 2017, à l'adresse <http://www.solunea.fr/learning-analytics/>
- Stedman, C. (2017). Data Analytics (DA), Definition. Consulté 11 mai 2018, à l'adresse <http://searchdatamanagement.techtarget.com/definition/data-analytics>
- Techopedia. (2017). Deep Learning. Consulté 5 décembre 2017, à l'adresse <https://www.techopedia.com/definition/30325/deep-learning>
- Vahdat, M., Ghio, R., Oneto, L., Anguita, D., Funk, M., & Rauterberg, M. (2015). M.: Advances in learning analytics and educational data mining. In *In: European Symposium on Artificial Neural Networks, Computational Intelligence and Machine Learning*.
- Wigmore, I. (2017). Digital Footprint, definition. Consulté 12 avril 2017, à l'adresse <http://whatis.techtarget.com/definition/digital-footprint>
- Wikipedia. (2017). Trace numérique. Consulté 6 avril 2017, à l'adresse https://fr.wikipedia.org/wiki/Trace_num%C3%A9rique