





# TABLE DES MATIÈRES

---

|   |    |
|---|----|
| Table des Matières .....  | 3  |
| Liste des Figures .....   | 4  |
| 1 Introduction .....  | 5  |
| 2 Revue Web : Les environnements numériques d'apprentissage (ENA) .....     | 6  |
| 2.1 Marché des ENA.....   | 7  |
| 2.2 Autres joueurs importants en éducation.....                             | 12 |
| 2.3 Moodle et ses concurrents au Canada .....                               | 15 |
| 3 Entrevues .....   | 19 |
| 3.1 Questionnaires et professionnels d'université .....                     | 19 |
| 3.1.1 Situation actuelle.....   | 19 |
| 3.1.2 Technologies, tendances actuelles et émergentes .....                 | 24 |
| 3.2 Experts .....   | 29 |
| 3.2.1 ENA idéal .....   | 29 |
| 3.2.2 Tendances émergentes .....  | 31 |
| 3.2.3 Problématiques et défis .....   | 32 |
| 4 Revue Web : Prospective américaine en éducation supérieure.....           | 34 |
| 4.1 Nouvelle écologie d'apprentissage (NGDLE) .....                         | 34 |
| 4.1.1 L'écologie d'apprentissage, en 2015 .....                             | 36 |
| 4.1.2 L'écologie d'apprentissage, en 2017 .....                             | 38 |
| 4.2 Unizin, un exemple de consortium d'universités.....                     | 39 |
| 4.3 Développements futurs pour l'éducation.....                             | 40 |
| 4.3.1 Intelligence artificielle (IA).....                                   | 40 |
| 4.3.2 Internet des objets (IOT) .....                                       | 43 |
| 4.3.3 Réalité virtuelle(RV).....  | 44 |
| 5 Conclusion.....   | 47 |
| 6 ANNEXES .....   | 49 |
| 6.1 ANNEXE I – Liste des sigles et abréviations.....                        | 49 |
| 6.2 ANNEXE II – Personnes interrogées (université) et guide d'entrevue..... | 50 |
| 6.3 ANNEXE III –Personnes interrogées (experts) et guide d'entrevue.....    | 52 |
| 6.4 ANNEXE IV – Références et Liens.....                                    | 53 |

## LISTE DES FIGURES

---

|  |    |
|--|----|
| Figure 1: Le marché des ENA en Amérique du Nord (2000-2017) .....                                | 7  |
| Figure 2: Le marché des ENA en Europe (automne 2016) .....                                       | 9  |
| Figure 3: Nouvelles implantations d'ENA en Amérique du Nord et en Europe (2000-2017).....        | 10 |
| Figure 4: Nouvelles implantations d'ENA aux États-Unis et au Canada (2002-2017). .....           | 11 |
| Figure 5: L'adoption de Google Classroom en Éducation supérieure (été 2017).....                 | 13 |
| Figure 6: Marché des ENA au Canada (1998 - 2016).....  | 15 |
| Figure 7: Pourcentage annuel des nouvelles implantations d'ENA (2000 - 2015) .....               | 16 |
| Figure 8: ENA des universités québécoises et ontariennes .....                                   | 17 |
| Figure 9: ENA des institutions des personnes interrogées.....                                    | 19 |
| Figure 10: L'ENA idéal, un écosystème d'apprentissage .....                                      | 30 |
| Figure 11: Concentration des stratégies d'acquisition autour de l'intelligence artificielle..... | 41 |
| Figure 12: Classification des usages de la réalité virtuelle, augmentée et mixte. ....           | 46 |

# 1 INTRODUCTION

---

La [Vitrine technologie-éducation](#)<sup>1</sup> (VTÉ) a pour mission de « guider les choix des établissements d'enseignement supérieur québécois en matière de technologie éducative ».

En mai 2017, elle a lancé une étude pour décrire le paysage actuel et futur des ENA et obtenir des informations concernant :

- Les plates-formes d'enseignement et d'apprentissage (ENA) qui font concurrence à Moodle actuellement
- Les ENA utilisés par les universités québécoises et les plans des universités québécoises à leur sujet pour les prochaines années
- Le futur des ENA, au Québec ou ailleurs

Pour ce faire, une chargée de projet de la VTÉ a réalisé des entrevues auprès de responsables pédagogiques et informatiques d'universités québécoises et d'experts en éducation dans plusieurs universités et collèges canadiens, entre les mois de mai et juillet 2017. Ces entretiens ont permis de recueillir de l'information sur les implantations d'ENA dans les universités et les évolutions prévues dans les prochaines années ainsi que sur des tendances futures et des technologies émergentes dans ce domaine.

Cette collecte de données a été complétée par une recherche d'information en ligne qui a permis d'établir la liste des concurrents de Moodle et leur poids respectif dans les marchés européen et nord-américain et de décrire les caractéristiques des futures générations d'ENA. Cette recherche a également permis d'explorer l'impact des nouveaux modèles d'éducation en ligne, tels les cours en ligne ouverts et massifs (MOOC), et de nouvelles avancées technologiques qui peuvent avoir un impact sur l'éducation, telles que l'intelligence artificielle, l'Internet des objets et la réalité virtuelle. Les sites visités et les rapports consultés sont consignés dans l'annexe IV.

Ce rapport se divise en trois sections. La première traite du marché américain et européen des ENA et des concurrents de Moodle, la seconde des implantations actuelles des ENA dans les universités et les évolutions prévues d'ici les 5 prochaines années et la troisième des caractéristiques des futurs ENA et des tendances futures en éducation. À noter que ce rapport ne contient ni description ni évaluation fonctionnelle et technique des plates-formes numériques.

## 2 REVUE WEB : LES ENVIRONNEMENTS NUMÉRIQUES D'APPRENTISSAGE (ENA)

---

Tel que décrit par GTN-Québec<sup>i</sup>, un [environnement numérique d'apprentissage](#)<sup>2</sup> (ENA) est « un ensemble d'applications et de logiciels informatiques soutenant les activités liées à l'enseignement, la formation et l'apprentissage ». L'utilisation des ENA débuta dans les années 1990 en Amérique du Nord avec l'appellation anglophone « LMS » (Learning management system).

Les ENA sont des plates-formes Web qui offrent des fonctionnalités pour la gestion des cours et qui permettent le regroupement virtuel des étudiants pour prolonger les interactions en dehors de la classe. Ce système facilite la gestion de la communication et du partage d'information entre l'enseignant et ses étudiants (messages, nouvelles, agenda, plan de cours, matériel pédagogique, travaux, carnet de note, etc.). Il peut offrir différents outils d'évaluation, de collaboration et de soutien à l'apprentissage et donner l'accès à des outils externes tels qu'un portfolio, un environnement de collaboration infonuagique, un système de gestion de plagiat, etc. Finalement les ENA peuvent être intégrés aux autres applications des institutions d'enseignement, par exemple pour l'inscription au cours ou l'accès à différents services tels que celui de la bibliothèque ou du service aux étudiants.

En plus d'être utilisé pour l'offre de cours dispensés sur le campus, l'ENA peut également servir à l'enseignement hybride et la formation à distance (FAD). Rappelons que la définition la plus répandue des cours hybrides est que 20 à 80% de ses séances ne se déroulent pas en face à face et qu'il n'y a aucun cours en présentiel dans la FAD.

Finalement, les ENA sont rarement utilisés pour la création de MOOC<sup>ii</sup>. Rappelons que les MOOC sont apparus dans le paysage éducatif universitaire autour des années 2000 et que c'est en 2011 qu'un cours en intelligence artificielle de l'Université Stanford, suivi par 160 000 personnes, officialisa ce type de formation. Même si certains ENA sont utilisés pour des MOOC, c'est une pratique relativement rare car ces outils n'ont pas les capacités technologiques d'accueillir un aussi grand nombre de participants.

Dans cette section, nous présentons le marché des ENA aux États-Unis et en Europe, les autres joueurs importants de l'éducation et les concurrents de Moodle au Canada.

---

<sup>i</sup>Les ressources du site Web de GTN Québec, le groupe de travail québécois, qui a œuvré de 2005 à 2016, sur les normes et standards en TI pour l'apprentissage, l'éducation et la formation, sont archivées au [centre de documentation collégiale](#)

<sup>ii</sup>Massive Open Online Courses. Nous utiliserons dans ce rapport la terminologie anglaise qui est plus utilisée et connue que la française, CLOM (cours en ligne ouverts et massifs) pour ce type de cours.

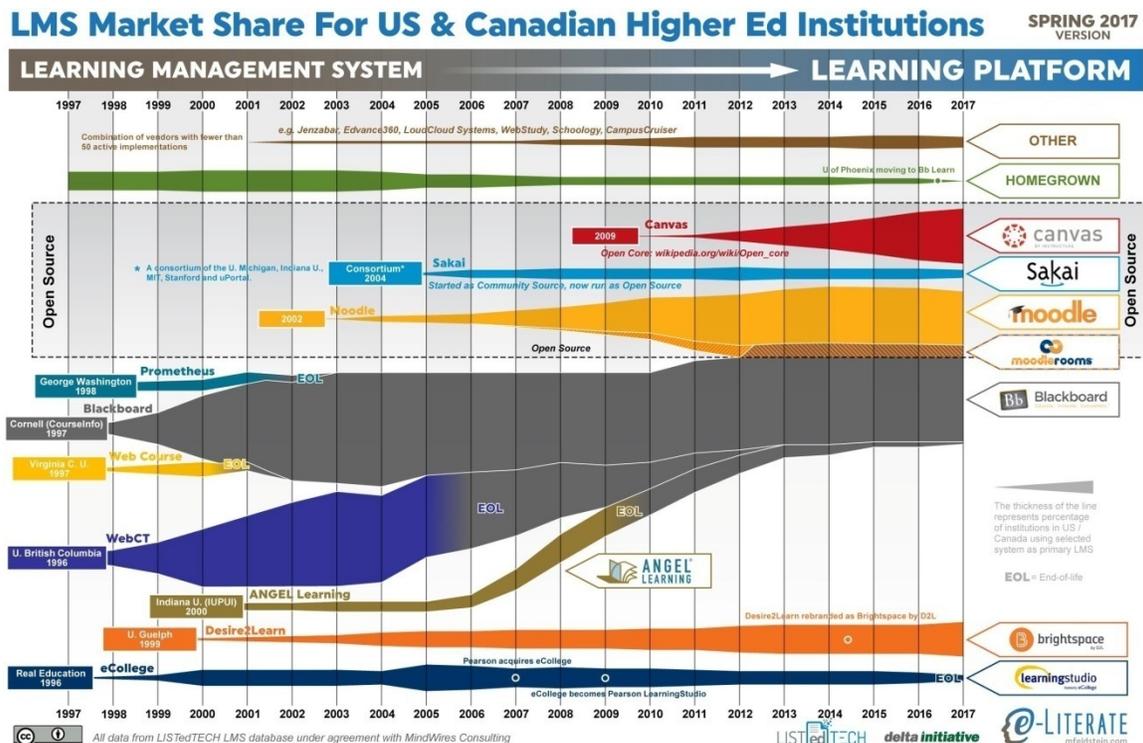
## 2.1 MARCHÉ DES ENA

### Marché des ENA en Amérique du Nord

Blackboard (BlackboardLearn), Moodle, Instructure (Canvas), D2L (Brightspace) et Sakai sont les cinq joueurs principaux du marché nord-américain avec respectivement, au printemps 2017, 33%, 24%, 19%, 13% et 3% des [parts de marché](#)<sup>3</sup> pour 4520 institutions aux États-Unis et au Canada. Depuis les dernières années, on observe une baisse des parts de marché de l'ensemble des joueurs sauf Canvas et D2L, tendance confirmée la dernière année par la baisse de 1% des parts de BlackboardLearn, Moodle et Sakai et la hausse de 5% et de 2% des parts respectives de Canvas et D2L.

Les différentes statistiques présentées dans cette section sont publiées par [e-Literate](#)<sup>4</sup>, un blog animé par deux analystes américains dans le domaine des technologies éducatives, qui diffuse depuis plusieurs années des statistiques concernant l'évolution du marché des ENA. Il est souvent cité dans les tribunes et les journaux spécialisés dans ce domaine. Moodlenews, le fil de nouvelles de Moodle, fait souvent référence à ses billets dédiés aux ENA. Axé initialement sur le marché nord-américain, ses analyses s'élargissent géographiquement au fil du temps (Europe, Amérique du Sud, Océanie). Dans la [figure](#)<sup>5</sup> ci-dessous, la largeur des bandes de chacune des plates-formes représente le pourcentage des institutions qui l'utilisent comme environnement principal.

Figure 1: Le marché des ENA en Amérique du Nord (2000-2017)



Leader du marché nord-américain, **Blackboard** subit toujours une légère baisse même après ses différents achats de joueurs importants du marché. En 2005, Blackboard avait racheté WebCT, l'ENA développé par un professeur de l'Université de Colombie britannique. WebCT, lancé une année avant Blackboard en 1996, était utilisé par près de 70% des universités et collèges canadiens lors de son achat. D'ailleurs, en raison de l'augmentation des coûts de maintenance suite à cet achat et du service à la clientèle décevant de Blackboard, plusieurs institutions canadiennes qui avaient implanté WebCT se tournèrent vers Moodle. En 2012, Blackboard achetait Angel et Moodlerooms de Moodle pour sa division infonuagique de source libre.

Deuxième joueur du marché nord-américain, **Moodle** (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment), logiciel de source libre, a été créé en 2001 par un administrateur de WebCT d'une université australienne. Moodle a constamment gagné des parts de marché depuis ses débuts, séduisant les universités par les caractéristiques des logiciels libres (gratuité, personnalisation du code et partage avec une communauté internationale). Sa position relativement stable subit tout de même une légère décroissance ces dernières années notamment parmi les grosses institutions. D'après [e-Literate](#)<sup>6</sup>, si Moodle est largement en tête au printemps 2017 devant Blackboard, Canvas et Brightspace pour les institutions de moins de 2500 étudiants, il se classe troisième, bien après Blackboard et Canvas et légèrement en tête de Brightspace, pour les institutions de 2500 à 15 000 étudiants et bon dernier pour les institutions de plus de 15 000 étudiants. Notons que sur le marché québécois, Moodle est extrêmement bien implanté.

Avec une progression très significative depuis 2012, **Canvas**, lancé en 2011 par Instructure, se classe en troisième position. La compagnie, créée en 2008 par deux étudiants de l'Université américaine Brigham Young, a misé sur l'infonuagique, l'interopérabilité et la simplicité de l'interface. Grâce à sa conformité au [standard IMS-LTI](#)<sup>7</sup>, il est possible d'intégrer à Canvas des applications qui peuvent enrichir l'enseignement et l'apprentissage. Ce standard permet aux utilisateurs de passer d'un environnement à un autre sans avoir à s'identifier à nouveau et facilite de façon transparente l'échange des données entre les environnements. Les autres ENA cités dans cette section sont également conformes au standard IMS-LTI. L'originalité de Canvas est de chercher à tirer parti le plus possible de l'interopérabilité en privilégiant les outils externes pour implanter des fonctionnalités. C'est d'ailleurs Instructure qui gère la collection d'[EduAppCenter](#)<sup>8</sup> dont les applications compatibles IMS-LTI s'intègrent aussi avec les autres ENA. Également, le fait que Canvas soit une [plate-forme « cloud-native »](#)<sup>9</sup> semble séduire davantage d'institutions américaines que l'offre d'un service d'hébergement Moodle de type software-as-a-service (SaaS) par des partenaires de Moodle. En effet, Canvas intègre dans sa conception même le phénomène de la mobilité et de l'augmentation des apps pour téléphone intelligent et tablette soit la consommation d'infrastructures dans le « cloud »<sup>iii</sup> sans contrainte géographique ni de fuseau horaire et dont l'utilisation de micro-services permet de répondre aux enjeux actuels d'agilité (adaptation rapide aux montées en charge, résilience c'est-à-dire pas d'arrêt de service), de croissance des données et de maîtrise des coûts. La progression de Canvas aux États-Unis a été rapide : Instructure atteint presque [24% du marché américain](#)<sup>10</sup> à l'automne 2017.

---

<sup>iii</sup>ou le nuage. Une plate-forme « cloud-native » est une plate-forme infonuagique native.

Quatrième joueur du marché, Desire2Learn (D2L) mène une croissance tranquille mais constante depuis sa création en 1999 par un étudiant canadien de l'Université de Waterloo. Son logiciel **Brightspace** est une [nouvelle version](#)<sup>11</sup>, lancée en 2015, qui a fortement amélioré l'ENA d'origine. Outre les fonctionnalités courantes, la plate-forme propose des fonctionnalités d'analyse de l'apprentissage (« learning analytics »), d'enseignement adaptatif (« adaptive learning ») et prend en compte la mobilité. Ce fournisseur est vu par ses clients comme à l'écoute et très pro-actif ce qui explique le [bon taux de rétention de ses clients](#)<sup>12</sup>. Il est très présent en Ontario et cherche aujourd'hui à se positionner sur le marché québécois.

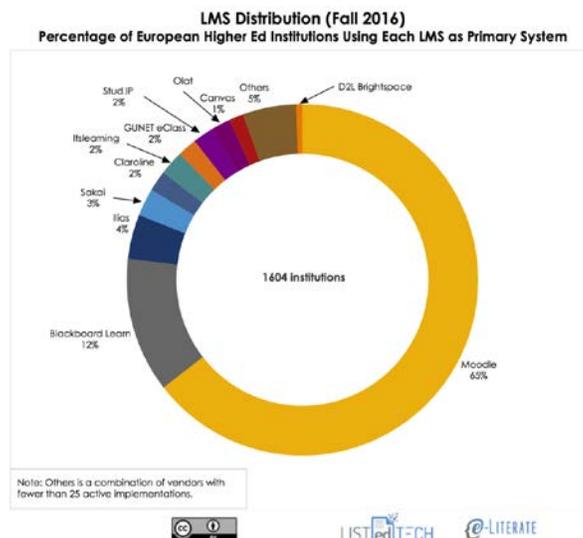
Le cinquième joueur du marché, **Sakai**, est un logiciel de source libre lancé en 2004 par cinq universités américaines. La première version fut rendue disponible à la communauté en 2005 et de nombreuses universités américaines l'implantèrent par la suite. En 2012, deux des fondateurs, l'Université de Michigan et l'Université d'Indiana quittèrent la fondation Sakai et toutes deux ont aujourd'hui migré vers Canvas. Depuis 2012, Sakai subit une légère décroissance. Ce logiciel est implanté dans une université québécoise (HEC Montréal) qui l'a choisi pour son code source en Java, versus PHP pour Moodle, et y a intégré ZoneCours, son logiciel de gestion de plans de cours.

En ce qui concerne les autres joueurs du marché des ENA au printemps 2017 en Amérique du Nord, notons que Learning Studio de Pearson ne sera plus vendu après 2017, que les autres logiciels ont chacun moins de 50 implantations actives, et enfin que les logiciels maison sont en décroissance depuis 2 ans.

### Marché des ENA en Europe

En Europe, Moodle domine largement le marché avec 65% des 1604 institutions sondées qui l'utilisent comme environnement principal. Blackboard se classe second avec 12%, puis Sakai en troisième position (3%) devant Canvas (1%) et D2L (moins de 1%). D'autres joueurs peu présents sur le marché nord-américain comme Illias, Stud.IP ou Itslearning possèdent 1 à 4% de parts de marché tel qu'illustré dans la [figure](#)<sup>13</sup> ci-dessous.

Figure 2: Le marché des ENA en Europe (automne 2016)



Comme aux États-Unis, Moodle se positionne mieux dans les petites institutions, celles de moins de 2500 étudiants (71%) et moins bien dans les plus grosses soit celles entre 2500 et 15 000 étudiants (58%) et de plus de 15 000 étudiants (57%). Blackboard a toujours la deuxième place mais avec un positionnement qui varie en sens inverse de Moodle et qui passe de 6% pour les plus petites institutions à 19% pour les plus grosses. C'est dans les grosses institutions que Canvas se positionne le mieux en Europe avec [6% des parts de marché](#)<sup>14</sup>.

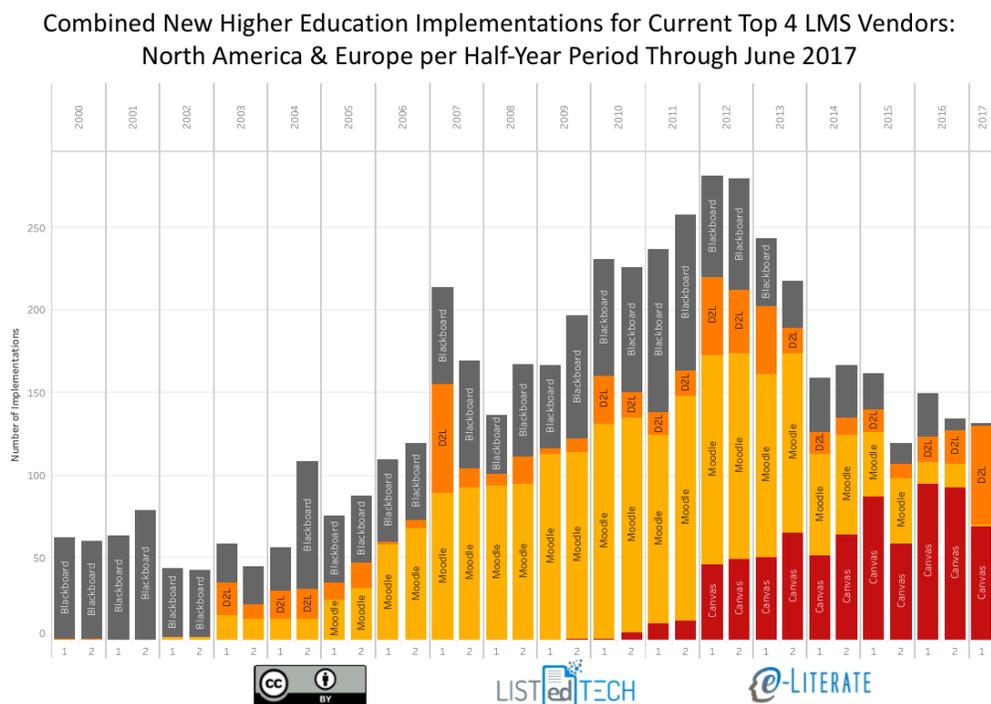
### Marché des ENA en Océanie et en Amérique Latine

Le duopole du [marché](#)<sup>15</sup> entre Moodle et Blackboard est évident en Amérique Latine et en Océanie. Au printemps 2017, Moodle est largement leader avec des parts de marché de 67% en Amérique Latine et de 57% en Océanie devant Blackboard dont les parts de marché sont respectivement de 20% et 28%. C'est D2L qui est mieux placé que Canvas en Amérique Latine avec des parts de marché de 3% (versus 2%) et en Océanie avec des parts de marché de 8% (versus 5%). Si les parts de marché de Sakai sont égales à celle de Canvas en Amérique Latine avec 3%, il se compare aux autres joueurs du marché en Océanie avec des parts de marché en dessous de 2%.

### Un changement à venir pour les leaders du marché des ENA ?

La progression rapide de Canvas pourrait-elle amener un changement dans le tandem actuel Blackboard-Moodle ? Une observation plus fine montre que dans les **nouvelles implantations d'ENA** en Amérique du Nord et en Europe, les parts de marché de Moodle et de Blackboard décroissent au profit de Canvas comme l'illustre la [figure](#)<sup>16</sup> ci-dessous. Également, Brightspace (D2L) se positionne particulièrement bien sur les premiers six mois de 2017.

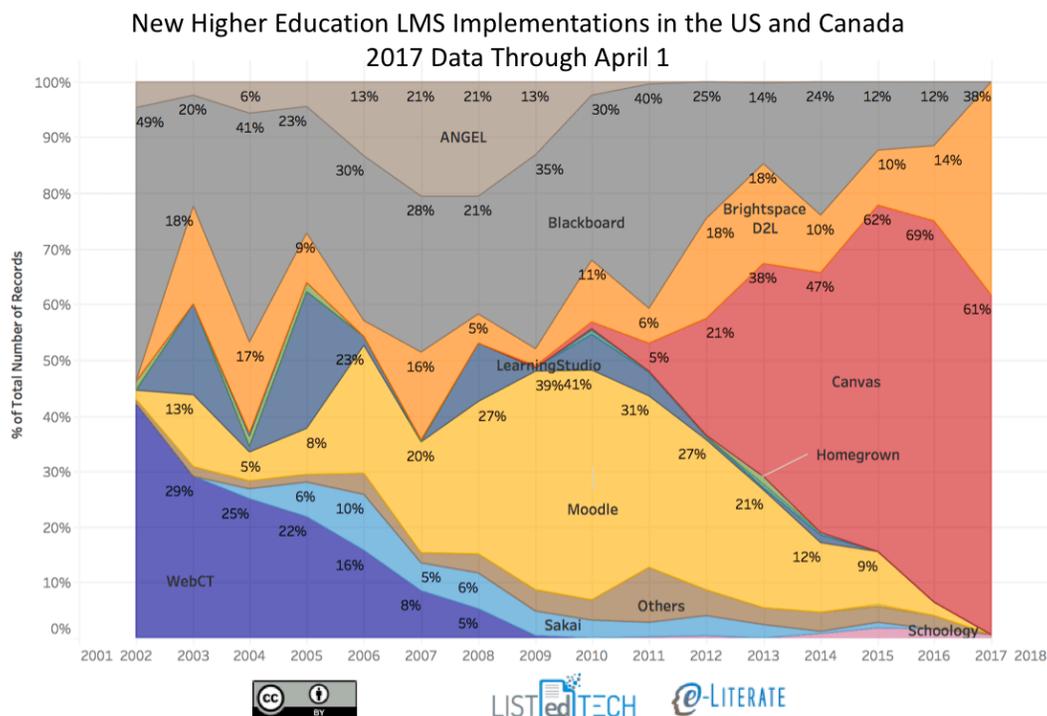
Figure 3: Nouvelles implantations d'ENA en Amérique du Nord et en Europe (2000-2017)



La position dominante de Moodle semble stable en Europe malgré un recul observé depuis 2014 au profit de Canvas. Son nombre d'implantations actives est très important et il reste le [choix majoritaire](#)<sup>17</sup> dans les nouvelles implantations (53%).

En revanche, en Amérique du Nord, même si le positionnement de Moodle semble solide pour plusieurs années du fait de l'étendue de ses implantations actives, la tendance récente pour les nouvelles implantations ne lui est pas favorable. Moodle a perdu du terrain car les outils retenus pour les nouvelles implantations des deux dernières années seraient Canvas (principalement aux USA) et Brightspace (principalement au Canada). Ce constat est illustré par la [figure](#)<sup>18</sup> ci-dessous.

Figure 4: Nouvelles implantations d'ENA aux États-Unis et au Canada (2002-2017).



### Les petits joueurs autres que les cinq leaders

En Amérique du Nord et en Europe, les développements maison d'ENA décroissent chaque année mais de nombreux autres joueurs proposent des applications de source libre ou commerciales, avec moins de 50 installations actives, plutôt pour des petites institutions et généralement avec une version en infonuagique tel que Schoology aux États-Unis ou Claroline en Europe. Le site de [PC Magazine](#)<sup>19</sup> présente une comparaison de produits plutôt américains en décrivant leurs fonctionnalités, leurs avantages et inconvénients. Il en est de même du rapport en français de [Scribd](#)<sup>20</sup> qui présente les joueurs plutôt européens. Nous vous invitons à découvrir ces informations sur ces deux sites Web dont l'URL figure la liste de références dans l'annexe IV.

## 2.2 AUTRES JOUEURS IMPORTANTS EN ÉDUCATION

Ils ne sont pas dans le marché des ENA mais le courtisent parfois. Les grands joueurs du Web comme Google, Microsoft, Facebook ou LinkedIn cherchent aussi à entrer dans le monde de l'éducation.

### Google et Microsoft

Basé sur leur suite en ligne, respectivement Google Apps et Office 365, Google annonçait en 2014 Google Classroom et Microsoft annonçait en 2016 Microsoft Classroom. De nombreuses analyses fleurirent alors pour évaluer si ces deux applications avaient le potentiel de se substituer aux ENA des institutions dans lesquelles elles étaient utilisées. La question se posait surtout pour Google Classroom dans le contexte des écoles américaines primaires et secondaires (K12). Pour l'éducation supérieure, le débat a tourné court car il a été mis en avant que ces applications ne disposaient pas des fonctionnalités de base des ENA des universités soit celles qui permettent de les intégrer aux applications académiques des institutions ou celles d'administration globale telle la gestion des listes de cours et de programmes, la gestion des cycles de vie des cours et la gestion des inscriptions des étudiants ou la consignation des notes.

Qu'en est-il aujourd'hui ? Ces deux applications sont de mieux en mieux positionnées dans le contexte individuel d'une classe et de très nombreux enseignants et étudiants les utilisent. Microsoft a annoncé en mai 2017 la [fin de vie de Microsoft Classroom](#)<sup>21</sup> dont les fonctionnalités seront intégrées à Microsoft Teams dans Office 365 Education pour créer un « hub digital pour la collaboration entre professeurs et étudiants ». Il se positionne donc clairement comme un espace d'apprentissage et de collaboration piloté par le professeur et ses étudiants où la gestion administrative des cours d'une institution n'a pas sa place. En ce qui concerne Google Classroom, il lui manque encore certaines fonctionnalités d'un ENA traditionnel. En revanche, d'après les analyses de [e-Literate](#)<sup>22</sup> en 2015 et de [Inside Higher Ed](#)<sup>23</sup> en 2017, Google semble combler progressivement ces lacunes, ce qui pourrait confirmer sa volonté de se positionner sur le marché des ENA des universités américaines aussi bien qu'il l'est sur celui des institutions K12. D'ailleurs, Google a déjà fait son entrée au sein de plusieurs institutions d'enseignement supérieur dont la liste de l'été 2017 est présentée dans le [tableau](#)<sup>24</sup> ci-dessous. Dans ces cas, l'adoption de Google Classroom est institutionnelle (et non pas celle de professeurs isolés) en tant que plate-forme d'ENA principale ou secondaire.

Figure 5: L'adoption de Google Classroom en Éducation supérieure (été 2017)

**Early View of Google Classroom Adoption  
in Higher Ed: Summer 2017**

| Country                  | Product   | Pilot    | Primary   | Secondary |
|--------------------------|-----------|----------|-----------|-----------|
| Australia                | Classroom |          |           | 1         |
| Canada                   | Classroom |          | 1         |           |
| Hong Kong                | Classroom |          | 1         |           |
| India                    | Classroom |          | 2         | 1         |
| Malawi                   | Classroom |          |           | 1         |
| Papua New Guinea         | Classroom |          | 1         |           |
| Qatar                    | Classroom |          | 1         |           |
| Thailand                 | Classroom |          | 1         | 1         |
| Turkey                   | Classroom |          |           | 1         |
| Ukraine                  | Classroom |          | 1         |           |
| United Arab Emirates     | Classroom |          | 1         |           |
| United Kingdom           | Classroom | 1        | 7         | 3         |
| United States of America | Classroom |          | 2         | 12        |
| <b>Grand Total</b>       |           | <b>1</b> | <b>18</b> | <b>20</b> |





Ainsi, si Google Classroom ne peut encore être considéré comme faisant partie du marché des ENA des institutions d'enseignement supérieur à court terme, il faudra suivre de près ses prochaines versions et implantations. La conformité aux normes IMS-LTI notamment, pour laquelle il n'a pas encore annoncé de [stratégie](#)<sup>25</sup>, et qui pourrait faciliter son intégration aux systèmes en place dans les universités, est à surveiller.

### MOOC (CLOM)

Des ENA ont été utilisés à plusieurs reprises lors des lancements des premiers MOOC et le sont encore aujourd'hui. Toutefois, lorsque le nombre de participants est important, au-dessus de 50 000 par exemple, l'infrastructure de l'institution, souvent conçue pour la population du campus, n'est pas toujours suffisamment performante et robuste pour absorber la charge. De plus, la présence d'un très grand nombre de participants nécessite une gestion différente que celle liée à la gestion d'une classe virtuelle d'une institution d'éducation supérieure. Cela nécessite une automatisation de la formation des équipes et des méthodes pédagogiques spécifiques basées sur les pairs afin de réduire et soutenir les tâches d'évaluation du professeur du cours. Enfin, la plate-forme doit fournir des outils pédagogiques permettant à un nombre limité de professeurs et tuteurs de guider l'apprentissage et de soutenir l'interactivité et l'engagement de très nombreux apprenants.

En 2012, le lancement de [Canvas Network](#)<sup>26</sup>, la plate-forme de MOOC d'Instructure, pouvait laisser présumer un prochain chevauchement du marché des MOOCs et des ENA mais cela n'a pas été le cas. Il n'y a pas eu de mouvements d'ensemble des fournisseurs d'ENA vers le marché des MOOC.

D'après [Class Central](#)<sup>27</sup>, un site Web qui recherche et agrège les listes de MOOC et les évaluations des étudiants qui y ont participé, les fournisseurs de MOOC américains, Coursera, edX et Udacity ont une position solide sur le marché avec respectivement 40%, 17% et 7% des 58 millions d'utilisateurs qui se sont inscrits au moins une fois à un MOOC entre 2011 et 2016. Les deux autres compagnies du top cinq sont anglaise (FutureLearn) et chinoise (XuetangX) avec respectivement 9% et 10% d'utilisateurs inscrits sur la même période. Toujours d'après le rapport 2016 de Class Central, plus de 700 universités ont participé à la confection et à la livraison de 6850 cours sur cette période de 5 ans.

## **LinkedIn**

En 2015, LinkedIn a acheté linda.com, une société proposant des cours en ligne depuis 1995 dans des secteurs variés et dans plusieurs langues. D'après [PC Mag](#)<sup>28</sup>, la qualité des cours et l'expertise des intervenants sont excellentes. Le système linda.com ne se compare pas à un ENA mais plutôt à un portail de MOOC pour professionnels basé sur des vidéos. À la différence de la Khan Academy qui propose le même type de service gratuitement, avec des contenus plus académiques, l'accès aux cours de linda.com est payant à travers un abonnement mensuel.

## **Les GAFAM**

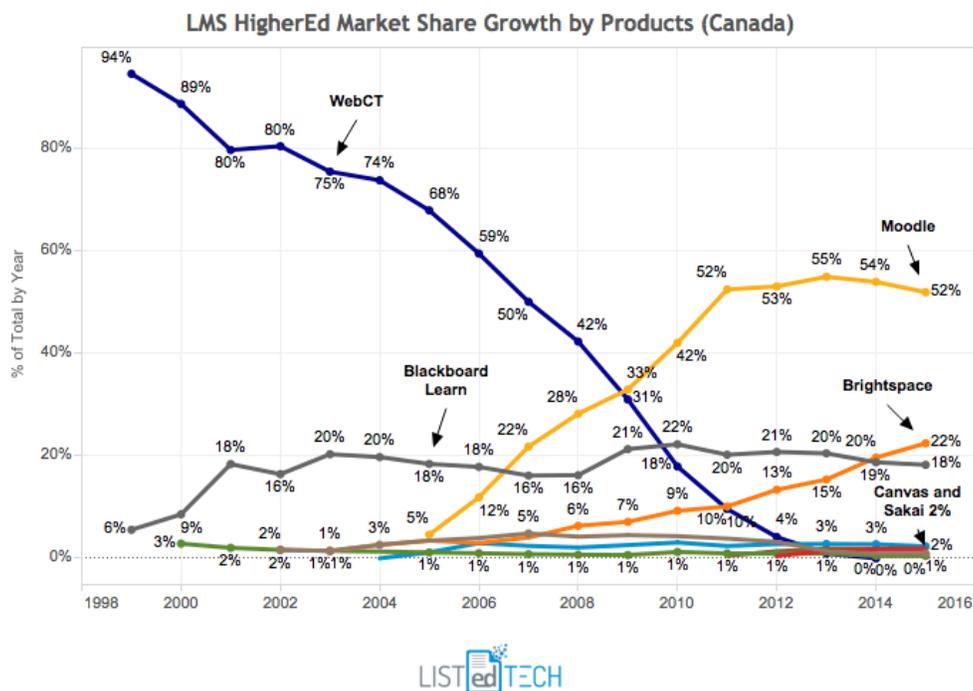
Les GAFAM est l'acronyme qui apparaît souvent dans la presse française pour désigner les géants du Web actuel soit Google, Apple, Facebook, Amazon et Microsoft. En France, les quatre premiers se positionnent sur le [marché de l'éducation supérieure](#)<sup>29</sup> avec différents services et outils pour les professeurs, chercheurs et étudiants (formation des étudiants, mise à disposition de matériels ou de services) et cherchent à établir des partenariats avec les universités françaises.

Parmi les quatre, Google et Facebook se positionnent dans le domaine de la formation. Google avec Google Classroom dont nous avons déjà parlé et Facebook qui commence à offrir des cours en ligne comme LinkedIn. Depuis avril 2017, Facebook est partenaire de Udacity, spécialisé dans les cours de niche pour professionnels, et a rendu disponible en juin 2017 une fonctionnalité permettant à tout un chacun de développer un cours en ligne au sein d'un groupe Facebook. Cette [fonctionnalité](#)<sup>30</sup> serait actuellement en test.

## 2.3 MOODLE ET SES CONCURRENTS AU CANADA

Comme le rappelle Listedtech, le Canada a une longue histoire avec les ENA puisque c'est le pays de naissance de deux ENA fort connus, WebCT maintenant défunt et Brightspace, le produit de D2L. Le marché canadien est illustré sur la [figure](#)<sup>31</sup> ci-dessous. Contrairement au marché américain dominé par Blackboard, c'est Moodle qui prend la première place au Canada, principalement à cause du réseau collégial québécois avec ses 50 institutions. D2L démontre une constante progression depuis 2005 et prend depuis peu la deuxième place devant Blackboard qui, comme aux États-Unis, décline légèrement. Sakai n'a pas jamais pu s'imposer face à Moodle et n'est plus dans la course.

Figure 6: Marché des ENA au Canada (1998 - 2016)

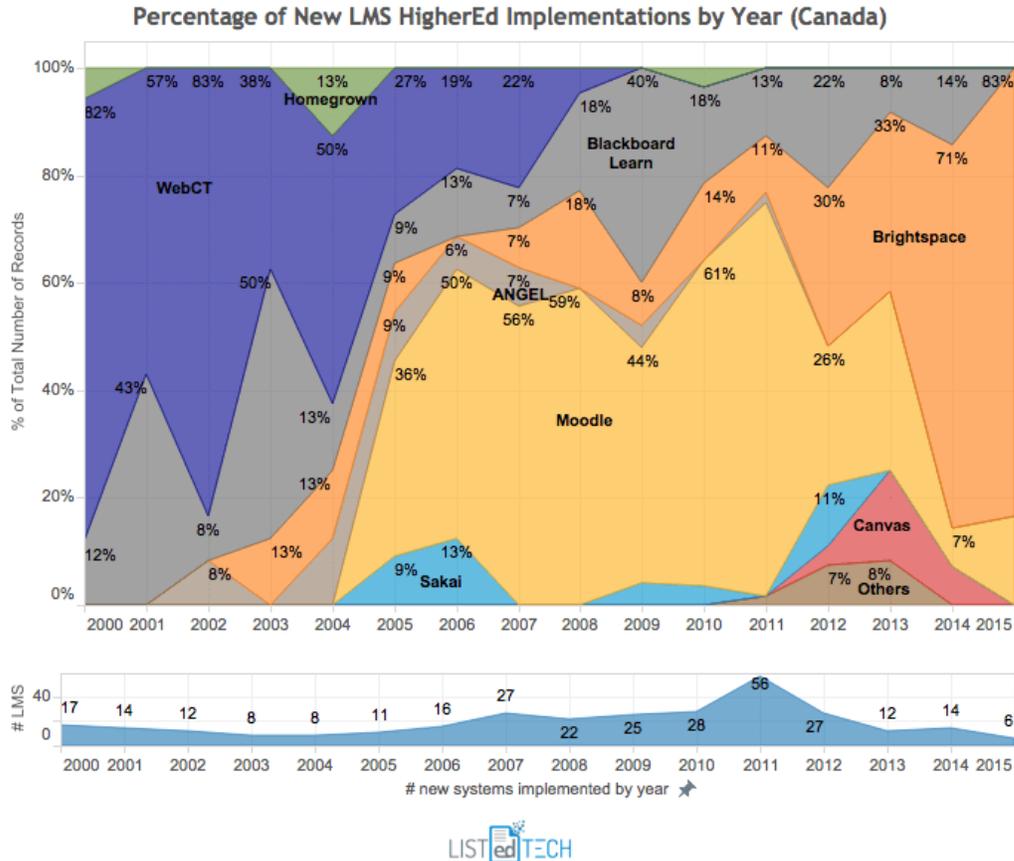


Source : <http://listedtech.com/learning-management-system-canada/>

Canvas fait une entrée timide dans le marché canadien par rapport à son avancée rapide aux États-Unis. Cela est potentiellement dû au fait qu'il n'est pas possible d'avoir l'assurance d'être hébergé sur des serveurs canadiens alors que tous les établissements canadiens cherchent à éviter l'hébergement à l'étranger. En effet, une loi américaine, le Patriot Act, permet aux autorités policières américaines, dans le cadre d'enquêtes antiterroristes, d'obtenir d'une société américaine les dossiers personnels numériques de toute personne à son insu, à partir du moment où ils sont physiquement sur le sol américain ou accessibles par Internet. Or, la protection des renseignements personnels est une priorité pour les canadiens, la vie privée étant un droit fondamental au Canada depuis longtemps.

Toujours selon Listedtech, les nouvelles implantations au Canada sont dominées par D2L avec Brightspace tel qu'illustré par le graphique suivant tiré du même article. Listedtech précise qu'il y a deux implantations de Canvas actuellement au Canada et pense que Brightspace et Canvas devraient souvent se retrouver dans les sélections des appels d'offre des prochaines années au Canada.

Figure 7: Pourcentage annuel des nouvelles implantations d'ENA (2000 - 2015)



Source : <http://listedtech.com/learning-management-system-canada/>

Deux universités canadiennes, l'Université Simon Fraser (SFU) et l'Université d'Ocad ont implanté la version libre communautaire de Canvas. Cette version n'est pas la version infonuagique de Canvas et peut s'installer sur leurs serveurs locaux. On peut trouver plus de détails de [l'implantation faite par SFU](#) en 2014 sur leur site Web, suite au choix de Canvas en 2012, notamment le fait que la version communautaire a été choisie pour respecter la loi sur l'information et la protection de la vie privée de la Colombie Britannique (FIPPA). Toutefois la [version libre de Canvas est différente](#)<sup>32</sup> de la version des ENA de code source libre comme Moodle ou Sakai. Canvas est effectivement gratuit sous licence libre mais cette version ne possède pas toutes les fonctionnalités de l'application. Par exemple, l'intégration mobile ou l'outil de présence nécessite une licence d'utilisation payante dans le nuage. De plus, à la différence de Moodle ou Sakai, Canvas n'est pas développé par une communauté de développeurs ou de partenaires mais par une firme commerciale cotée en bourse depuis 2015.

Le [CEO de Moodle ne se formalise pas](#)<sup>33</sup> outre mesure des pertes de parts de marché de Moodle lors de nouvelles implantations. Il juge que la mesure du succès pour un logiciel de source libre est différente de celle d'un logiciel commercial et se dit rassuré par les plus de 100 millions d'utilisateurs que Moodle possède dans le monde. Toutefois, l'annonce de [la version 3.4](#)<sup>34</sup>, qui sortira en novembre 2017, concerne des fonctionnalités pour lesquelles Moodle était à la traîne par rapport à ses deux concurrents Canvas et Brightspace, soit l'amélioration du tableau de bord des étudiants, la mobilité et l'analyse de l'apprentissage. Ainsi, [Inspire](#)<sup>35</sup>, le module d'analyse de l'apprentissage, permettra de décrire et d'évaluer l'engagement et l'apprentissage, d'émettre des prédictions de réussite et des recommandations de pistes d'amélioration. Son installation locale permettra de régler la question de la protection des données personnelles pour le volet concernant l'hébergement sur des serveurs à l'étranger. Cela montre la ferme intention du CEO de s'assurer que Moodle reste un acteur incontournable du marché des ENA.

La liste des ENA implantés dans les universités québécoises et ontariennes est présentée ci-dessous. Les [données pour l'Ontario](#)<sup>36</sup> ont été mises à jour le 28 juin 2017 (date vue le 11 octobre 2017) par le manager elearning de Brock University.

Figure 8: ENA des universités québécoises et ontariennes

| ENA                           | Universités québécoises | Universités ontariennes |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| BlackboardLearn               |                         | 5                       |
| Brightspace                   | 1                       | 9                       |
| Canvas, version communautaire |                         | 1                       |
| Maison                        | 2*                      | 1                       |
| Moodle                        | 14                      | 4                       |
| Sakai                         | 1                       | 2                       |

\*une université complète son système maison par des fonctions de Moodle (forum)

On constate que Moodle est extrêmement présent au niveau des universités du Québec. Brightspace est implantée dans une seule université, l'Université McGill.

En Ontario, c'est Brightspace de D2L qui est plus présent. D2L vient d'ailleurs de remporter l'appel d'offre de l'Université d'Ottawa lancé fin 2016. BlackboardLearn, Moodle et Canvas figuraient également dans la pré-sélection mais c'est Brightspace qui a été retenu et dont l'implantation s'achève actuellement. L'Université de Toronto, qui utilise Blackboard, a lancé un [appel d'offre](#)<sup>37</sup> et des tests sont en cours pour départager les trois candidats en lice : BlackboardLearn+, Brightspace et Canvas.

### **Concurrents actuels de Moodle au Québec**

Au Québec, Canvas n'est pas un concurrent de Moodle actuellement car sa localisation en français (interface, documentation, forum utilisateur, etc.) n'est pas satisfaisante. De plus, si l'installation en local de sa version libre pouvait régler le problème du respect de la vie privée avec un hébergement canadien, cette problématique pourrait alors être déplacée sur des applications externes puisque Canvas est basé sur [l'intégration d'outils externes](#)<sup>38</sup> qui sont souvent américains et infonuagiques. La [politique de l'Université Simon Fraser](#)<sup>39</sup> de Colombie Britannique concernant la protection de la vie privée des étudiants avec l'utilisation de Canvas et des applications externes est très instructive. De ce fait, une implantation de la version de Canvas impacterait certainement en l'état actuel des choses les politiques et stratégies des systèmes d'information des institutions.

Blackboard n'est plus sur la carte suite à son remplacement il y a dix ans par Moodle. Sakai n'est plus dans la course non plus.

En revanche, D2L, avec le produit commercial Brightspace, fait preuve d'une stratégie plus agressive sur le marché québécois à l'heure actuelle et se démarque de Moodle grâce à une interface plus simple et des fonctionnalités plus abouties pour le soutien de la mobilité et du suivi de l'apprenant ainsi que de l'analyse de l'apprentissage. Il est décrit comme très à l'écoute de ses clients et très proactif pour trouver des solutions à leurs problèmes.

## 3 ENTREVUES

---

Cette section présente les entrevues des responsables universitaires et des experts.

### 3.1 GESTIONNAIRES ET PROFESSIONNELS D'UNIVERSITÉ

Afin de documenter la situation au Québec dans le domaine des ENA, des entrevues semi dirigées, dont la durée a varié d'une heure à une heure trente, ont été réalisées par téléphone ou en présence auprès d'une vingtaine de gestionnaires et professionnels. La liste des personnes interrogées, leur fonction et le document de mise en contexte envoyé avant l'entrevue sont présentés à l'annexe II. En sus des neuf universités québécoises, nous avons rencontré trois institutions hors Québec, l'Université d'Ottawa et la Cité collégiale en Ontario ainsi que le Collège communautaire du Nouveau Brunswick. Leurs commentaires font également partie de la synthèse de nos entrevues.

#### 3.1.1 Situation actuelle

La plupart des universités interrogées ont délaissé il y a plusieurs années leur système commercial WebCT pour une solution libre (Moodle ou Sakai) ou commerciale (Brightspace de D2L). Moodle est actuellement présent dans quinze des dix-huit universités québécoises. En sus des universités présentées dans le tableau ci-dessous, Moodle est utilisé par les institutions québécoises suivantes : Bishop's, ENAP, ETS, INRS, TELUQ, UQAC, UQO, UQAR, UQAT.

Figure 9: ENA des institutions des personnes interrogées

| Universités Québécoises                    | ENA actuel                | Année d'implantation | ENA précédent       |
|--|---------------------------|----------------------|---------------------|
| HEC Montréal                               | Sakai (SL)                | 2011                 | Sites Web et Outils |
| Université Laval                           | Maison                    | 2007                 | WebCT (C)           |
| Université McGill                          | Brightspace (C)           | 2012                 | WebCT Vista (C)     |
| Université Concordia <sup>iv</sup>         | Moodle (SL)               | 2005                 | WebCT (C)           |
| Université de Montréal                     | Moodle (SL)               | 2011                 | WebCT (C)           |
| Polytechnique                              | Moodle (SL)               | 2009                 | WebCT (C)           |
| Université de Sherbrooke                   | Moodle (SL)               | 2008                 | WebCT (C)           |
| UQAM                                       | Moodle (SL)               | 2007                 | WebCT (C)           |
| UQTR                                       | Maison et Moodle (SL)     | 2017                 | Maison              |
| <b>Universités et collèges canadiens</b>   |                           |                      |                     |
| La cité collégiale                         | Brightspace (C)           | 2012                 | BlackboardLearn (C) |
| Collège Communautaire du Nouveau Brunswick | en processus de sélection | 2017                 | BlackboardLearn (C) |
| Université d'Ottawa                        | Brightspace (C)           | 2017                 | BlackboardLearn (C) |

C : commercial, SL (Source libre)

---

<sup>iv</sup>Il n'y a pas eu d'entrevue complète avec des personnes de Concordia mais un bref entretien avec un responsable du service informatique de l'Université Concordia qui a indiqué que Concordia avait implanté Moodle depuis plus de 10 ans et qu'il n'y avait pas de projet de remplacement de cette plate-forme d'ici les cinq prochaines années

Suite à l'augmentation des coûts de WebCT lors de son rachat par Blackboard en 2005, les universités québécoises choisirent Moodle en grande majorité même si ses fonctionnalités étaient considérées par certains moins bonnes que celles de WebCT. Moodle était un logiciel libre et il permettait aux universités d'économiser des coûts de licence, de faire partie dans une communauté internationale francophone dynamique et de personnaliser l'expérience de leurs utilisateurs. Un autre logiciel libre, Sakai, avait été retenu par le groupe de travail mandaté par les universités à l'époque et coordonné par la CREPUQ, mais seule HEC Montréal l'a sélectionné car elle possédait de l'expertise en JAVA, le langage de programmation de Sakai. Les autres universités ont plutôt privilégié Moodle, étant plus familières avec PHP, son langage de programmation. L'université Laval fut la seule à s'orienter vers un développement maison car les deux logiciels de source libre ne répondaient pas aux besoins de sa stratégie axée sur le développement de la FAD et sur une approche orientée « plan de cours ».

### ***3.1.1.1 Pas de projet de changement d'ENA dans les 5 prochaines années***

Que leur système soit maison, Moodle ou Brightspace, aucune des universités visitées n'a le projet de changer sa plate-forme d'environnement et d'apprentissage d'ici les cinq prochaines années. Les interlocuteurs Moodle indiquent que les étudiants, professeurs ainsi que les administrateurs sont satisfaits du système en place. Certains effectuent régulièrement une veille sur les ENA et constatent que Moodle est bien positionné sur le marché. D'autres sont confortés par le fait que Moodle est utilisé par la majorité des institutions québécoises. L'UQTR projette de compléter très prochainement certaines fonctionnalités de sa plate-forme maison par des modules de Moodle notamment le forum. Tous apprécient l'existence d'une large communauté Moodle au Québec.

Nos interlocuteurs Brightspace sont également satisfaits de leur plate-forme et des opportunités qu'elle offre en termes d'interopérabilité, d'analyse de l'apprentissage et de gestion de la mobilité. Ils apprécient également le fournisseur Desire2Learn (D2L) qu'ils considèrent très à l'écoute et proactif. La cité collégiale a renouvelé en novembre 2016 son contrat avec D2L pour une durée de 5 ans pour la version infonuagique de Brightspace. Lors de notre visite, l'Université d'Ottawa finalisait la migration de Blackboard vers Brightspace qui se déroulait rapidement et sans anicroche majeure.

HEC Montréal et l'Université Laval sont de leur côté toujours satisfaites de leur choix de Sakai et de développement maison.

### ***3.1.1.2 L'ENA, un système mature et critique***

Aujourd'hui, l'ENA est vu comme une porte d'entrée, un ancrage pour les étudiants. Rare sont les cours qui ne l'utilisent pas. Il sert à la formation régulière, pour les cours en présentiel, les cours hybrides et la FAD. Il est également utilisé pour d'autres usages comme par les clubs étudiants, la bibliothèque ou pour l'évaluation des enseignants. Toutefois, il est souvent impossible pour les équipes pédagogiques et informatiques d'avoir un portrait exact de l'utilisation de l'ENA dans leur institution. Selon les universités, les sites de cours sont créés automatiquement pour les groupes-cours ou à la demande des professeurs. La destruction des sites, leur archivage ou la désinscription des étudiants sont généralement du ressort des enseignants. De ce fait, le nombre de sites de cours ou d'enregistrements d'étudiants sont des indicateurs difficiles à interpréter puisque qu'ils peuvent dénombrer des sites de test et des sites

qui ne sont plus actifs. De plus, l'utilisation de l'ENA pour des cours hybrides n'est pas systématiquement connue des équipes pédagogique et informatique car cette approche relève parfois d'initiatives ponctuelles d'enseignants et le cours n'est alors pas enregistré à ce titre par le registraire.

Si l'environnement numérique d'apprentissage est largement utilisé par les professeurs, on note qu'il sert essentiellement à des fonctions transversales telles que le partage et le dépôt de documents, la présentation de liens vers des vidéos pour la classe inversée entre autres, la remise de travaux, les quizz pour les évaluations formatives et sommatives et le carnet de notes. Les innovations technopédagogiques, elles, sont généralement du ressort d'initiatives locales et produisent des dispositifs d'apprentissage qui n'ont pas de lien avec l'ENA. Les demandes de professeurs pour d'autres outils que les modules déjà installés dans l'ENA ne sont satisfaites par l'équipe informatique que si elles ont le potentiel de toucher l'ensemble de la communauté. Par exemple, pour soutenir l'évaluation par compétences, les équipes de l'Université de Montréal ont fortement contribué avec l'équipe de développement de Moodle à la mise au point du [module d'évaluation par compétences](#)<sup>40</sup>, incorporé en 2014 dans Moodle 3.1.

Aujourd'hui, les services informatiques sont autant impliqués dans la gestion de l'ENA que dans celle des systèmes administratifs ou académiques. Le temps où la gestion de ce système était parfois assurée par un professeur passionné ou par le service informatique avec des modalités de gestion minima (un serveur mis à disposition sans d'autre service par exemple), est complètement révolu. La gestion de l'ENA est aujourd'hui institutionnelle et son opération est devenue un service critique qui ne peut souffrir d'interruption. Les ressources sont là pour que la gestion opérationnelle du système se passe bien à tout moment y compris aux périodes de pointe des débuts de trimestre. La robustesse et la performance du système sont assurées et les mises-à-jour et les actions de maintenance se déroulent bien. D'ailleurs, en ce qui concerne les installations de Moodle, il y a actuellement peu de personnalisation outre le thème de présentation aux couleurs de l'université. L'équipe informatique gère généralement une version la plus « vanille » possible, c'est-à-dire en minimisant les personnalisations qui y sont faites, ce qui lui facilite l'installation des nouvelles versions.

### ***3.1.1.3 Des développements plutôt axés sur la pédagogie et la modernisation des infrastructures***

La plupart des universités visitées considèrent que l'ENA est un problème réglé pour un horizon de cinq ans et ne consacrent pas d'efforts continus à l'amélioration fonctionnelle de ce qui est en place. Les énergies des équipes sont concentrées sur d'autres activités que l'ENA en tant que tel.

#### **Apprentissage actif et cours hybrides**

Ainsi, les services pédagogiques et technopédagogiques consacrent plutôt leurs efforts à l'accompagnement des enseignants dans l'apprentissage actif et l'appropriation de diverses approches pédagogiques : classe inversée, approche par projet, étude de cas, apprentissage par les pairs, évaluation par compétence, etc. La [liste des projets 2017](#)<sup>41</sup> du Fond de développement de pédagogies actives et innovantes de Polytechnique Montréal présente un éventail des explorations pédagogiques de professeurs. L'application [UOsyllabus](#)<sup>42</sup>, développée par l'Université d'Ottawa, illustre également l'accompagnement du développement professionnel

du corps professoral en ce qui concerne le design pédagogique. Cet outil d'aide à la conception du cours et du plan de cours propose aux professeurs plusieurs stratégies d'enseignement et de méthodes d'évaluation afin de le soutenir dans le choix de celles qui seraient les plus adaptées aux objectifs d'apprentissage. Depuis sa présentation il y a un an, cet outil a suscité de l'intérêt auprès de 800 professeurs de l'Université d'Ottawa et auprès de l'UQAM.

Les énergies s'orientent aussi vers le « redesign » des espaces physiques. Plusieurs universités comme l'Université McGill et l'Université Laval ont construit ou transformé des salles de classe ou des locaux de la bibliothèque en [salles d'apprentissage actif](#)<sup>43</sup> qui sont très populaires. Celles-ci contiennent des équipements qui soutiennent la collaboration tels que des chaises à roulette, des tables rondes mobiles, des tableaux blancs et des écrans permettant l'affichage à partir des appareils mobiles du professeur et des étudiants. L'Université d'Ottawa et [la Cité Collégiale](#)<sup>44</sup> vont construire un bâtiment dans leur campus respectif pour favoriser l'apprentissage actif, expérientiel et toutes les approches recommandées pour augmenter l'engagement et la motivation des étudiants.

Que ce soit pour être plus en phase avec la demande ou pour mieux gérer l'insuffisance de locaux, toutes les institutions rencontrées indiquent que l'augmentation de leurs cours hybrides et à distance fait partie de leur stratégie. Ainsi, l'Université de Sherbrooke souhaite créer un incitatif pour que leurs professeurs fassent des cours hybrides. L'Université d'Ottawa a pour objectif d'avoir 1000 cours hybrides en 2020. L'UQAM lance un appel à projets pour produire une vingtaine de cours à distance d'ici 2018.

### **Modernisation des infrastructures et organisation d'équipe**

Par ailleurs, des projets de portails ou de systèmes d'information étudiants sont les sujets de l'heure. Par exemple, l'Université de Sherbrooke renouvelle son portail étudiant, vieux de 10 ans, avec comme priorité l'accès mobile. D'autres, comme l'UQAM, l'Université Laval ou l'Université McGill consolident et transforment leurs architectures technologiques pour les préparer aux besoins de demain soit la mobilité, la flexibilité, l'interopérabilité (évolutivité, robustesse, sécurité). D'autres développent leur stratégie en termes d'accessibilité et de réseau fixe. Le campus de l'Université Laval, par exemple, offre le Wifi gratuit sur l'ensemble de son campus.

Ces nouvelles tendances technologiques nécessitent de nouvelles expertises. On parle actuellement de Progressive Web Apps pour la prise en compte de la mobilité et d'architecture infonuagique pour la flexibilité. Plus de détails sur ces technologies seront apportés dans le paragraphe 3.2.1. De la même façon que la technopédagogie et la formation à distance amènent à redéfinir le rôle des professeurs, l'infonuagique amène à redéfinir le rôle des informaticiens.

La gestion de l'ENA, la gestion des formations et celle du support technique démontre maintenant une certaine maturité. Les structures organisationnelles pour la réalisation des trois fonctions de soutien à l'ENA, soit Technopédagogie, Informatique et Audiovisuel, sont maintenant bien en place même si elles diffèrent d'une université à l'autre. Pour la majorité d'entre elles, les équipes technopédagogiques ont été intégrées dans les équipes pédagogiques qui sont séparées du secteur informatique. Le secteur informatique a intégré les équipes audiovisuelles. Il existe quelques contre-exemples à l'UQAM, l'UQTR et l'Université d'Ottawa où

les fonctions Technopédagogie, Informatique et Audiovisuel sont regroupées dans la même équipe.

Lorsqu'elles ne sont pas dans le secteur informatique, les équipes technopédagogiques s'organisent parfois pour inclure une expertise en technologie de l'information. En effet, l'absence de personnalisation de l'ENA hors de la fonction transversale décourage parfois l'innovation technopédagogique. Cet apport d'expertise leur permet alors d'avoir l'autonomie nécessaire pour répondre à certaines des demandes spécifiques des professeurs. Ainsi le Service de soutien à la formation (SSF) de l'Université de Sherbrooke, responsable du soutien en première ligne de l'ENA, de la formation et de l'accompagnement des professeurs, a lancé un projet pilote pour l'intégration d'un analyste TI dans son équipe. Cette action est incluse dans la planification stratégique de l'Université de Sherbrooke qui a également créé un comité conjoint SSF-Service informatique, qui comprendra aussi des étudiants et des enseignants, pour conjuguer les forces et intérêt de tous.

#### **3.1.1.4 Problématiques et défis**

Lors des entrevues, certaines problématiques ont été soulevées à plusieurs reprises. C'est le cas de la difficulté de « bien connaître les besoins des enseignants », de pouvoir soutenir adéquatement le passage du cours magistral vers d'autres façons d'enseigner et enfin de trouver un modèle de rentabilité aux MOOC.

#### **Professionnalisation des professeurs**

Il n'est pas simple de rejoindre les professeurs pour savoir ce dont ils ont besoin et pour les former car ils sont souvent très occupés. L'Université d'Ottawa veut profiter de la migration actuelle de BlackBoard à Brightspace pour effectuer un rapprochement avec les professeurs. Elle souhaite aussi mettre sur pied un espace de style « makerspace » pour les enseignants.

Aujourd'hui, si la majorité des enseignants ont intégré l'ENA dans la logistique et l'administration de leur cours, tous n'intègrent pas la technologie pour enrichir l'enseignement et l'apprentissage. Certains de nos interlocuteurs estiment cette proportion à moins de 50%. De plus, l'effort de sensibilisation pour l'utilisation d'une démarche pédagogique dans laquelle le cours est défini en termes d'objectifs d'apprentissage et de compétences plutôt que de matière à couvrir et de connaissances est toujours d'actualité. Toutefois, la multiplication des salles d'apprentissage actif semble être un bon catalyseur pour faire émerger ces changements. De même, la popularité de la classe inversée donne également l'opportunité aux enseignants de repenser la répartition du temps en classe et de découvrir diverses méthodes d'enseignement actif. Finalement, l'arrivée de l'analyse de l'apprentissage, qui nécessite un bon design de cours, sera également un incitatif pour la professionnalisation des enseignants. À ce jour, celle-ci est donc un défi et il reste difficile d'imaginer quel sera le rôle des professeurs dans le futur avec l'impact toujours en évolution des technologies numériques dans l'enseignement.

#### **Le contenu et le format de la formation**

Plusieurs interlocuteurs nous indiquent qu'il est nécessaire de revisiter les programmes d'étude, en fonction des besoins et des perspectives du marché de l'emploi. Cela a été une réalité pour plusieurs pour les programmes de Sciences notamment. Et il faut le faire avec une approche interdisciplinaire qui soutient les besoins des acteurs et citoyens de la société actuelle.

La formation continue est un sujet d'actualité car c'est un marché sur lequel plusieurs fournisseurs de MOOC américains se penchent activement. Par exemple, Udacity développe actuellement des cours de pointe en informatique avec des entreprises comme Google qui sont prêtes à engager les meilleurs participants du MOOC repérés grâce à l'analyse de l'apprentissage. La formation à vie, « long life learning », est souvent évoquée avec l'avènement de notre société numérique dans laquelle les avancées technologiques accompagneront la disparition de différents métiers et la création de nouveaux.

La question pour les universités est donc de savoir comment se positionner dans un marché éducatif où les MOOC pourront faire concurrence dans le futur à certains de leurs programmes d'étude et où les critères d'embauche pourront valoriser davantage la possession de compétences que celle de diplômes.

### **3.1.2 Technologies, tendances actuelles et émergentes**

Lors de nos entretiens, nous avons abordé plusieurs thématiques qui sont d'actualité pour les institutions universitaires et leur ENA, soit la mobilité, l'infonuagique, l'interopérabilité, l'analyse de l'apprentissage (Learning analytics), les MOOC, les badges et enfin les ressources éducatives libres. Nous avons également sondé nos interlocuteurs sur d'autres tendances et technologies émergentes en éducation moins reliées à l'ENA telles les FabLabs, la ludification (jeux sérieux), la réalité virtuelle et augmentée et l'enseignement adapté.

#### **3.1.2.1 La mobilité**

La prise en compte de la mobilité des étudiants et de l'accessibilité à l'ENA « de n'importe où n'importe quand » est considérée comme un incontournable pour toutes les personnes interrogées. Toutefois, l'ordinateur portable semble être le seul appareil mobile réellement considéré dans les orientations « Bring your own device » (BYOD) des universités non équipées de Brightspace. La plupart de nos interlocuteurs considèrent d'ailleurs que les étudiants accèdent à l'ENA surtout par leur ordinateur de table ou portable. De plus, plusieurs indiquent que les étudiants n'ont pas besoin de notifications soit parce qu'ils vont dans l'ENA tous les jours soit parce que les annonces de l'ENA sont utilisées par le professeur pour ses communications à la classe. Si toutes les universités disposent d'un ENA adaptatif (« responsiveness ») afin que l'affichage via un navigateur sur une tablette ou un téléphone intelligent soit possible, elles n'ont pas de stratégies pour une interaction de qualité avec des téléphones intelligents. Certaines ont rendu disponible l'application mobile pour Moodle et constatent qu'elle est peu utilisée, d'autres n'ont pas activé le service mobile dans Moodle.

Nos interlocuteurs possédant Brightspace se sont montrés plus intéressés par ce critère et la notion de « Mobile friendly ». La mobilité a fait partie des critères de sélection de leur ENA et a même été un des critères prépondérants pour la sélection de Brightspace. L'application mobile de Brightspace propose un calendrier interactif où les dates d'échéances (remise de travaux, date d'examen, etc.) se met à jour en temps réel, permet de recevoir des annonces, des notes, des notifications de mises-à-jour et de sélectionner du contenu pour un visionnement « off line ». D'après les commentaires de nos interlocuteurs, Brightspace semble fournir dans ce domaine des fonctionnalités plus adaptées que Moodle.

### **3.1.2.2 L'infonuagique**

Plusieurs des institutions interrogées qui utilisent Brightspace se sont tournées vers l'infonuagique. Ce qui n'est pas le cas des universités équipées de Moodle ou de logiciel maison. Au contraire, plusieurs d'entre elles trouvent que le contrôle sur la personnalisation de l'ENA est un avantage et que le statut de logiciel libre de Moodle leur permet de partager leur développement avec d'autres universités québécoises et avec la communauté internationale. Plusieurs universités québécoises ne voient donc pas l'intérêt d'externaliser leur système en infonuagique et privilégient la mise à niveau de leurs infrastructures pour qu'elles acquièrent les caractéristiques des infrastructures infonuagiques. Suite à son chantier technologique, l'Université Laval serait même en mesure de fournir des services d'infonuagique à l'externe.

### **3.1.2.3 L'interopérabilité**

Presque toutes les universités ont cité en exemple l'approche d'Instructure avec Canvas qui mise sur l'intégration à l'ENA d'applications pédagogiques grâce au standard IMS-LTI. Ce standard permet aux utilisateurs de passer d'un environnement à un autre sans avoir à s'identifier à nouveau. On recherche ici une intégration de type service qui va plus loin qu'une simple redirection d'une application à une autre. Ainsi, si les utilisateurs ont une activité dans l'outil externe, les résultats de cette activité pourront être disponibles dans l'ENA.

Pourtant, même si cette caractéristique est évoquée comme importante, la plupart des universités n'ont pas une approche volontaire en termes d'intégration d'applications à l'ENA. Ce serait possible puisque Moodle et Sakai sont compatibles IMS-LTI mais les intégrations de logiciels à l'ENA se cantonnent aux fonctionnalités transversales et la version installée reste la plus « vanille » possible. L'effort d'intégration, comme celui des développements d'interface (API), est alors laissé aux fournisseurs qui ont les capacités d'assurer l'intégration réussie de leur logiciel avec les ENA les plus utilisés du marché. Par exemple, Webex, le logiciel de visioconférence à l'Université de Sherbrooke et Office 365, la suite bureautique infonuagique de Microsoft, sont intégrés à Moodle et Sakai via IMS-LTI. Panopto, utilisé à l'UQAM pour l'enregistrement vidéo de cours et Via Virtual Classroom, utilisé pour la formation à distance synchrone à Polytechnique Montréal et HEC Montréal, sont intégrés à Moodle via une API. Finalement, l'Université Laval juge moins coûteux de développer une interface au moment opportun que de maintenir son système maison compatible avec les standards et les normes.

Pour les universités équipées de Brightspace, l'interopérabilité est une orientation stratégique. Ainsi l'Université d'Ottawa a inclus dans son appel d'offre la compatibilité IMS-LTI de l'ENA comme un critère prioritaire. La Cité Collégiale apprécie la philosophie de D2L d'intégrer des outils externes IMS-LTI à Brightspace et d'enrichir son catalogue de [deux-cents applications partenaires](#)<sup>45</sup> soutenant l'enseignement et l'apprentissage. Notre interlocuteur nous cite l'exemple d'une application de télévotant externe dont l'intégration rend disponible les résultats des votes dans le carnet de note de Brightspace. Finalement, l'Université McGill aménage son infrastructure pour faciliter la conversion de format de données et l'intégration sécuritaire d'applications tierces à Brightspace.

#### **3.1.2.4 Analyse de l'apprentissage**

Ce concept n'est pas encore d'actualité pour la majorité des universités. Il s'agit d'exploiter les données d'apprentissage produites par l'interaction des apprenants avec des systèmes numériques tels que les ENA. L'analyse de ces données renseigne les enseignants sur le comportement des étudiants dans le cours en ligne et les aide ainsi à faire un meilleur suivi de leurs étudiants et à améliorer leurs matériels et stratégies pédagogiques. Combinée avec d'autres données, notamment l'historique scolaire, l'analyse de l'apprentissage peut permettre aux institutions de dépister les étudiants à risque et de soutenir des plans d'aide à la réussite. L'exploitation de ces données connue sous le nom d'analyse de l'apprentissage (« learning analytics ») est un projet à long terme qui en est à ses balbutiements.

L'Université McGill et l'Université Laval réfléchissent actuellement à la façon d'aborder l'analyse de l'apprentissage. Elles le feront de façon transparente et collective en impliquant l'ensemble des parties prenantes de l'université, académiques et administratives et surtout les étudiants. En effet, le consensus sur le besoin de définition et d'encadrement de la collecte de données personnelles sur l'activité des étudiants dans l'ENA est unanime. Quelles données stocker? Qui peut en faire usage? Pour quel objectif? Combien de temps garder les données? Les mêmes questions se posent à propos des données d'autres sources telles que le système d'information étudiant, le système de gestion académique, etc. Le respect de la vie privée est encadré par des lois sur la protection des renseignements personnels et les modalités d'information des étudiants et du recueil de leurs consentements doivent être analysées avec soin. Actuellement, l'exploitation des données sur les étudiants concerne principalement le suivi de leur fréquentation des ressources et des activités de l'ENA et s'effectue au niveau d'un cours par le professeur. La consultation du module Historique de Moodle, par exemple, sert généralement à l'amélioration du cours mais pas à l'identification et au suivi de problèmes d'étudiants.

La Cité collégiale est l'institution qui a le plus investi dans ce domaine parmi celles que nous avons interrogées. Son approche pour l'exploitation de l'analyse de l'apprentissage combine deux analyses, une analyse a priori, qui est basée sur les données scolaires antérieures et sur des données démographiques, et une analyse basée sur les données recueillies durant la fréquentation à l'École afin de mettre en place des mesures correctives pour éviter les échecs dans un plan de réussite. L'analyse de données se fait via un outil d'analyse américain [Tableau](#)<sup>46</sup> qui est en mesure de manipuler une grosse quantité de données dont les sources proviennent du registrariat, de l'ENA et du centre de réussite des étudiants. Tableau permet ainsi de bâtir un portrait institutionnel de l'engagement des étudiants.

Avec le soutien de D2L, La Cité Collégiale a développé le logiciel [Savoir](#)<sup>47</sup>, qui permet de combiner des données factuelles du professeur sur l'engagement de ses étudiants avec des données sur leurs interactions avec l'ENA. Cela permet de générer un « feu de circulation » qui accompagne l'évaluation aux semaines 3 et 6 du cours dans l'application Gradebook. Selon notre interlocuteur ce suivi personnalisé des étudiants, utilisé aujourd'hui par plus de 95% des enseignants de La Cité Collégiale, a eu un impact positif sur la rétention scolaire et le taux d'obtention de diplôme plus important que celui d'autres mesures essayées auparavant.

### **3.1.2.5 Les MOOC**

Chaque université rencontrée a réalisé quelques MOOC. D'après nos interlocuteurs, la réalisation de MOOC vient surtout soutenir la stratégie Marketing de leurs universités pour le recrutement d'étudiants vers leurs programmes réguliers. Ce n'est donc pas une véritable stratégie de formation en ligne. Les MOOC produits sont offerts sans condition d'admission, ne donnent pas de crédits universitaires à leurs participants et sont gratuits à l'exception de la remise optionnelle du certificat de participation. L'Université de Sherbrooke évoque les recommandations du Conseil Supérieur de l'Éducation (CSE) qui prône la mutualisation de ressources pour les formations en ligne. Le consortium [EDUlib](#)<sup>48</sup> formé de l'Université de Montréal et de ses écoles affiliées, HEC Montréal et Polytechnique Montréal, irait dans ce sens puisqu'il offre un portail commun de MOOC de ces trois institutions sur la plate-forme OPENedX. Il a été lancé fin 2014 et a été rejoint ensuite par l'Université de Sherbrooke. Des discussions sont en cours avec l'UQTR. Ce portail contient actuellement une vingtaine de cours.

Les efforts de mutualisation qui ont été exprimés par certains de nos interlocuteurs concernent également la réutilisation de ressources produites pour les MOOC, notamment les vidéos pour les cours en face à face mettant en œuvre la méthode pédagogique de « classe inversée » ou pour les cours en FAD. Ainsi, la Direction de l'apprentissage et des Innovations pédagogiques de HEC Montréal a un mandat institutionnel de constituer, avec le service de l'audiovisuel, une banque privée d'objets d'apprentissages disciplinaires réutilisables et produits à partir des ressources développées pour leur MOOC.

### **3.1.2.6 Badges numériques**

Il n'y a pas d'implantation de badges numériques, ce dispositif numérique utilisé pour attester l'acquisition de connaissance ou de compétence, dans les universités interrogées. Certaines universités en ont produit pour les participants désirant un certificat à la fin de leur MOOC. Selon certains de nos interlocuteurs, si l'utilisation de cette technologie était envisagée, elle toucherait plutôt la formation continue. Plusieurs voient les badges comme un outil pour soutenir l'engagement des étudiants.

### **3.1.2.7 REL**

Il n'y a pas de démarche au sein des universités rencontrées pour produire et partager des ressources éducatives libres (REL). Selon certains, cette approche, qui nécessite de déployer des standards pour que le partage soit possible, doit obligatoirement être soutenue par un effort institutionnel. En effet, laisser le développement de REL au niveau d'initiatives volontaires de professeurs n'a pas donné de résultat. Il y a toujours un intérêt des professeurs à développer leur propre matériel. Il est probable que la compétition et les problématiques de droits d'auteur constituent un frein au développement des REL.

### **3.1.2.8 FabLab**

Nos interlocuteurs sont peu au fait des concepts qu'il y a derrière ces appellations. Le FabLab, apparu dans les années 2000, est un lieu qui permet à chacun de réaliser des projets de fabrication de « presque n'importe quoi » en partageant savoirs et compétences avec les autres utilisateurs du lieu. Le MIT a émis une charte pour encadrer les caractéristiques des lieux qui revendiquent ce nom et qui doivent disposer de différents types de machines dont des imprimantes 3D, des découpes laser, des fraiseuses, etc. On y trouve parfois des équipements

électroniques et informatiques de type Arduino ou Raspberry Pi. Il n'y a pas d'implantation institutionnelle de ces espaces dans les institutions interrogées.

### **3.1.2.9 Ludification ou jeux sérieux**

C'est une approche pédagogique intéressante qui a fait ses preuves mais les coûts de développement sont relativement élevés. Appelée également simulation, elle est généralement spécifique à une discipline et à un niveau d'étude. De ce fait, le nombre d'utilisateurs du produit n'est pas suffisamment important pour justifier l'investissement requis. Le développement de ce genre d'application est donc du ressort de décisions locales sur des budgets qui n'incombent ni au département pédagogique ni à celui informatique.

### **3.1.2.10 Réalité virtuelle et Réalité augmentée**

Ce sont des technologies encore peu matures qui n'ont pas fait leurs preuves dans une application pédagogique. S'il y a des initiatives, elles sont réservées à des groupes de recherche. On en est vraiment au stade expérimental.

L'Université d'Ottawa a organisé un [symposium](#)<sup>49</sup> des applications en santé de ces technologies. Les présentateurs étaient des professeurs-chercheurs. Si certains semblaient enthousiastes sur les possibilités, comme l'usage de la réalité virtuelle en psychologie pour régler les problèmes de patients ou pour former des intervenants auprès de personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer, d'autres démontraient, rétroaction d'étudiants à l'appui, que l'application de la réalité augmentée pour la visualisation de parties anatomiques du corps était moins efficace que l'utilisation de mannequins virtuels. L'outil Labster qui exploite la réalité virtuelle pour des laboratoires virtuels en sciences a été présenté lors de ce colloque. L'Université d'Ottawa devrait organiser prochainement un projet pilote avec ce logiciel pour un cours de chimie avec un groupe de recherche.

### **3.1.2.11 Enseignement ou apprentissage adaptatif (Adaptive learning)**

Ce n'est pas un sujet d'actualité pour l'ensemble de nos interlocuteurs. Cette approche qui permet de présenter à l'étudiant les contenus utiles et lui proposer le parcours d'apprentissage dont il a besoin suivant ses interactions ultérieures avec l'ENA est lié à l'analyse de l'apprentissage. Or nous avons déjà vu que la plupart des universités ne s'étaient pas encore penchées sur ce sujet.

## 3.2 EXPERTS

Afin de recueillir le point de vue d'experts sur les tendances futures et les technologies émergentes, nous avons rencontré des consultants, chercheurs et responsables en éducation. Des entrevues semi dirigées, dont la durée a varié d'une heure à une heure trente, ont été réalisées par téléphone ou en personne, avec une dizaine de personnes. La liste des personnes interrogées, leur fonction et le document de mise en contexte envoyé avant l'entrevue sont présentés à l'annexe II.

### 3.2.1 ENA idéal

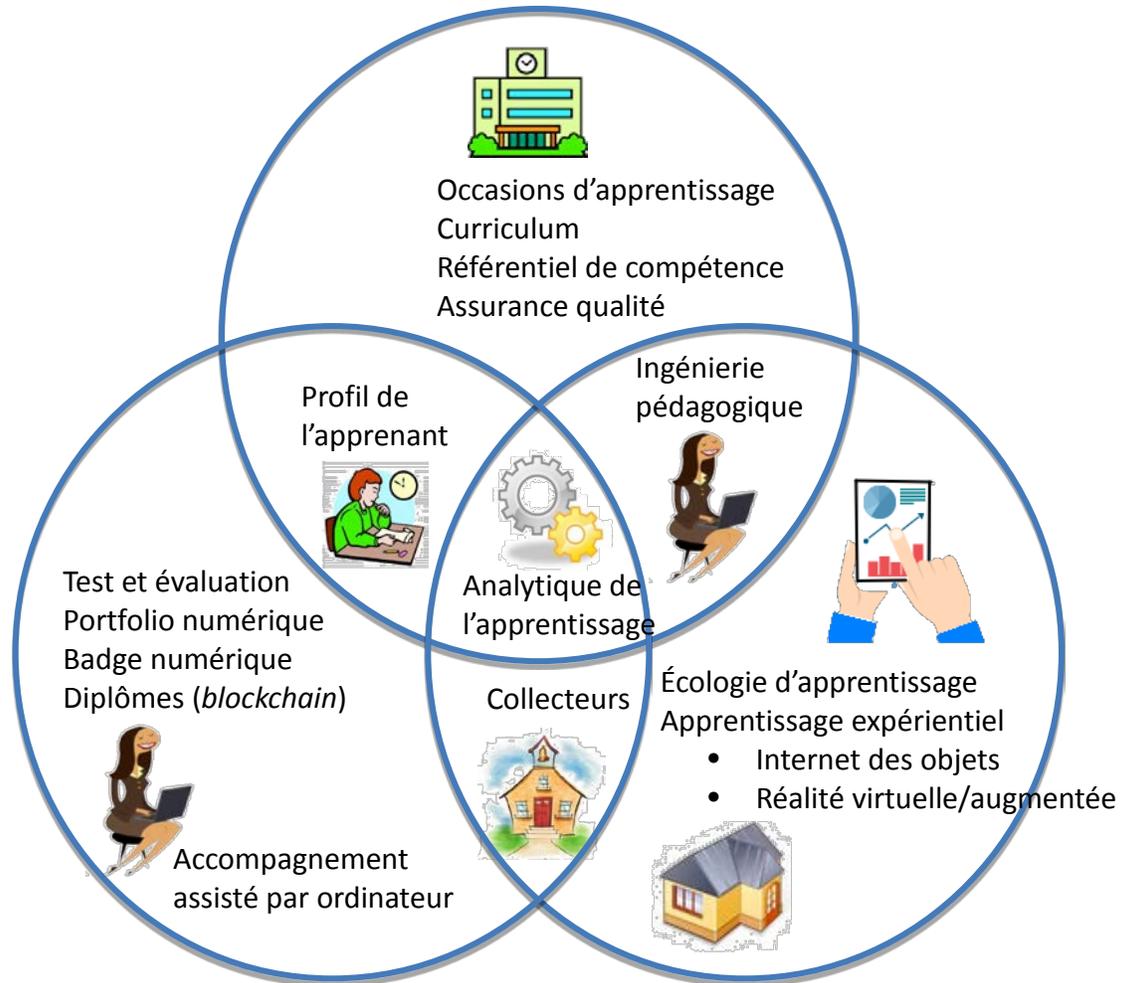
Un système idéal devrait être simple à utiliser et facile à maîtriser. Un enseignant ne devrait pas devoir passer plus de quinze minutes pour apprendre à se servir d'un outil. Il doit être interopérable, compatible avec les normes IMS-LTI, pour pouvoir s'intégrer facilement à d'autres systèmes et vice-versa. Il devrait être personnalisable, grâce à l'analyse de l'apprentissage, et devrait être conçu pour soutenir au mieux les interactions avec les étudiants, notamment la rétroaction qui est particulièrement importante dans certaines situations et qui doit être immédiate pour avoir une efficacité maximum. La prise en compte de la mobilité est indispensable de même que les notifications qui doivent facilement être configurables pour communiquer à bon escient.

Un de nos experts souligne que pour concevoir l'ENA idéal, il faut aussi se mettre à la place des apprenants. Une standardisation de la présentation des cours faciliterait la vie des étudiants. En effet, il n'est pas simple pour un étudiant de suivre des cours dont les ressources et les activités identiques ne sont pas au même endroit d'un cours à l'autre ou ne sont pas nommées de la même manière. Il faudrait aussi pouvoir se rapprocher du type d'interaction proposé par Facebook qui est très apprécié des étudiants. Les commentaires directement attachés aux ressources d'un cours devraient figurer dans un fil agrégateur permettant de les suivre de façon centralisée et chronologique. L'ENA idéal contiendrait des fonctions d'annotations collaboratives sophistiquées pouvant cibler des ressources de tout format, texte, chiffré, vidéo, web, etc. L'ENA idéal devrait également intégrer à chaque cours un espace personnel soutenant la pratique réflexive de chaque étudiant et permettant aussi à son professeur d'y faire des rétroactions. Cette dernière fonctionnalité fait partie d'ailleurs de la prochaine génération de portfolios numériques et a été développée à l'initiative de Jacques Raynauld, professeur-chercheur à HEC Montréal, dans le logiciel [Karuta](#)<sup>50</sup>.

Pour un autre expert, l'ENA idéal devrait être le pivot central, qui permet au professeur de mettre au point son cours puis qui orchestre sa livraison, en présentiel et à distance, à travers des outils locaux ou externes (compatibles IMS-LTI). L'ENA idéal pourrait ressembler à un outil de gestion de projet et se comporter comme un système d'aide à la tâche en aidant à structurer et à organiser des ressources et des activités. Les objets manipulés pourraient être des compétences, des ressources, des outils, et des modes d'évaluation. Les outils devraient instrumentaliser des méthodes pédagogiques et des thèmes disciplinaires. En agissant comme un système expert, l'ENA idéal aiderait à mettre au point des séquences d'apprentissage en combinant les bons objets suivant les objectifs du cours. Il soutiendrait la conception d'activités pédagogiques en jumelant des compétences, des ressources et des outils par un simple

« drag&drop » et en proposant des gabarits et des critères pour décrire l'activité et le contexte d'utilisation des ressources. Le schéma ci-dessous illustre cette vision de l'ENA, proposé par Pierre-Julien Guay, coordonnateur de la Vitrine technologie-éducation.

Figure 10: L'ENA idéal, un écosystème d'apprentissage



Source : Pierre-Julien Guay, Vitrine technologie éducation, ACFAS, juin 2017

Au niveau technologique, l'ENA idéal devrait minimalement soutenir les usages du Web 2.0 et avoir la capacité à s'adapter aux besoins du marché et des tendances en émergence. Les technologies mises en avant par un des experts sont les suivantes :

- Soutenir la mobilité avec les progressive web apps qui vont apporter aux utilisateurs et leur appareil mobile les mêmes avantages que les apps natives, notamment le fonctionnement hors ligne, la réception de notifications et l'icône de sélection tout en gardant les avantages du Web et en réglant le problème de sécurité et de capacité de stockage.
- Être une plate-forme infonuagique native pour s'adapter aux périodes de pointe grâce à une architecture facilitant le regroupement en grappe (« clustering ») et orientée service Web.

- Exploiter les données massives (« big data ») pour l'analyse de l'apprentissage avec des structures de base de données non relationnelles NoSQL.
- Favoriser l'intégration en étant producteur et consommateur IMS-LTI.
- Être programmé en Python et HTML5.

Actuellement, seules les plates-formes qui ont été développées après 2010 peuvent posséder de façon native certaines de ces technologies.

### **3.2.2 Tendances émergentes**

Plusieurs tendances éducatives sont en émergence aujourd'hui car les technologies nécessaires à leur mise en œuvre, commencent à atteindre des niveaux de maturité qui rendent leur exploitation plus pertinente.

#### ***3.2.2.1 Données massives, MOOC et analyse de l'apprentissage, un cocktail détonnant***

Ainsi un phénomène fort observé actuellement est le virage vers les données massives dans plusieurs sphères de notre société. Les données massives (« Big Data »), caractérisées par les 3 V (volume, variété, vélocité) sont considérées comme un grand défi des années 2010-2020 et sont au cœur de la recherche et développement de nombreux organismes universitaires et privés. L'augmentation gigantesque du volume de données de types et de sources extrêmement variés, conjuguée à des capacités de traitements complexes et rapides, permet de tirer parti à fond de la statistique inférentielle qui combine statistique descriptive et théorie des probabilités. On cherche maintenant à « prédire le monde » grâce à des quantités massives de données.

D'après un des experts rencontrés, l'avènement des MOOC avec leurs milliers d'apprenants, combiné aux données massives, est en train de faire changer la donne pour l'analyse de l'apprentissage. En effet, les MOOC vont permettre de réaliser des analyses statistiquement valides à partir des données massives issues du comportement des apprenants. Avec l'utilisation de diverses techniques d'analyse, dont celles de forage de données éducatives (« educational data mining »), les différents consortiums de MOOC seront en mesure d'améliorer leur offre de cours mais également d'avoir des indications sur les stratégies pédagogiques et les caractéristiques des ressources et des activités qui semblent avoir le meilleur impact sur l'apprentissage des participants. Les données qu'ils rassemblent constituent donc une mine d'or pour la recherche en enseignement et apprentissage.

#### ***3.2.2.2 Apprentissage adaptatif, le futur de la personnalisation***

L'autre promesse de l'exploitation intelligente des données massives, c'est l'apprentissage ou l'enseignement adaptatif (« adaptive learning ») soit la possibilité de créer un système qui propose à chaque apprenant un parcours d'apprentissage qui s'adapte en temps réel à ses préférences, ses connaissances et ses capacités. Cette pédagogie différenciée et personnalisée, sensée soutenir l'engagement des apprenants et les mener à la réussite, s'appuie sur le traitement par des algorithmes très sophistiqués des traces laissées par l'apprenant ou par des groupes d'apprenants de même profil. Plusieurs expérimentations sont très prometteuses mais le coût de cette approche sera important puisqu'il implique pour un cours le développement et la programmation de davantage de ressources et d'activités pour répondre aux différents profils d'apprenants. De plus, la mise au point de ces algorithmes d'intelligence artificielle (apprentissage automatique), combinée aux problématiques des processus humains

d'apprentissage, fait partie d'un champ de recherche très complexe qui en est encore à ses débuts. Il est donc probable que ce champ d'applications prenne plus de temps avant de devenir une réalité comme c'est déjà le cas pour l'analyse de l'apprentissage.

### **3.2.3 Problématiques et défis**

En général, les experts interrogés trouvent qu'aucune plate-forme ne sort réellement du lot parmi les ENA les plus utilisés à l'heure actuelle.

Certains ont l'impression que l'ENA répond plutôt aux besoins du système et de l'institution qu'à ceux de l'enseignant. Ils perçoivent que les enseignants doivent plutôt se plier à l'environnement et suivre des procédures ou des modèles au lieu de pouvoir personnaliser l'ENA pour l'adapter à leurs cours et à leurs étudiants. L'ENA peut alors nécessiter beaucoup de temps et même devenir une contrainte à l'innovation pédagogique.

#### **3.2.3.1 Enseignement et apprentissage 2.0**

Il ressort également que les professeurs ne sont pas suffisamment consultés lors de la sélection des ENA et que les équipes technopédagogiques ne sont pas assez nombreuses pour apporter le soutien nécessaire pour en tirer vraiment parti. De plus, les institutions universitaires n'ont pas de démarche formelle pour assurer le développement professionnel de leurs professeurs comme les journées pédagogiques qui existent dans les systèmes d'éducation primaires et secondaires. Enfin, les compétences en recherche plutôt qu'en enseignement restent toujours le critère prépondérant pour le recrutement de nouveaux professeurs. Cette situation génère une sous-utilisation de l'ENA.

Finalement, est-ce seulement les professeurs qui ne sont pas prêts pour un « enseignement 2.0 »? Un expert, également professeur, se demande si ce n'est pas aussi le cas pour les étudiants. Pour lui, les étudiants aiment avoir un « bon » professeur qui est bien organisé, a un bon matériel de présentation, apporte une valeur ajoutée au contenu, organise le temps de classe pour des discussions, donne des bons problèmes et apporte des bonnes réponses aux questions des étudiants. Il considère que le modèle de l'Université Carnegie Mellon, basé sur la classe traditionnelle, la classe inversée et la classe en FAD, est le meilleur modèle pour une université. Selon lui, il faut aller avec une offre comprenant ces trois formules sans nécessairement y ajouter la formation hybride.

#### **3.2.3.2 REL**

Tous les experts sont d'accord : il y a des freins importants pour la production de ressource éducative libre (REL) et il n'y a pas de culture de réutilisation des REL dans les universités. Cette constatation est d'autant plus étonnante en période où les nouvelles ressources budgétaires sont plutôt rares. Dans le même temps, on trouve de nombreuses ressources gratuites non produites par le monde de l'éducation dont certaines ont une valeur éducative, les vidéos sur Youtube, par exemple. Toutefois, même si les étudiants utilisent ces dernières, il existe un inconfort chez certains enseignants de les y référer.

Jacques Raynauld indique que l'Université d'Indiana semble avoir un [modèle intéressant](#)<sup>51</sup> pour les livres numériques qui satisfait aussi bien l'université, les éditeurs et les étudiants. L'université gère ces livres numériques comme des licences de logiciels et les étudiants y accèdent en payant entre 20 et 30% du coût du livre imprimé.

### **3.2.3.3 Respect de la vie privée**

À l'ACFAS 2017, Claude Coulombe, un des experts interrogés, concluait sa [présentation](#)<sup>52</sup> « Vers une pédagogie pilotée par les données », par l'évocation de risques liés à l'analyse de l'apprentissage et aux données massives concernant la protection des données personnelles et le respect de la vie privée. Pierre-Julien Guay a développé cette problématique dans un [laboratoire sur l'analyse de l'apprentissage](#)<sup>53</sup> de la Vitrine technologie-éducation et se réfère au cadre législatif canadien et québécois pour la protection des données, les principes encadrant le respect de la vie privée et les droits des apprenants. Ce souci, quant à la propriété des données et leur usage éthique, a également été évoqué par Vivek Venkatesh qui, tout en soulignant l'intérêt d'intégrer des réseaux sociaux dans l'ENA pour soutenir l'engagement des étudiants, se heurtait au même problème du respect de la vie privée en évoquant les géants du Web qui possèdent ces réseaux.

### **3.2.3.4 Normes et standards**

Les normes et standards permettent d'élaborer de façon consensuelle des spécifications techniques, des façons de faire, des directives, etc. pour assurer que les résultats produits soient interopérables, sécuritaires et de qualité. Elles sont d'intérêt général et assurent aux différentes parties prenantes (privées ou publiques; donneurs d'ordre, producteurs, fournisseurs ou consommateurs) d'un service ou d'un produit de partager les mêmes attentes et de pouvoir interagir pour le même objectif, même dans un contexte et un marché international en évitant la dépendance vis à vis d'un fournisseur de solution propriétaire. Elles peuvent être ainsi des gages de pérennité, d'évolutivité et d'économie.

Ainsi, nous avons parlé du standard IMS-LTI qui permet l'interopérabilité entre diverses applications autour d'un ENA. Les standards IMS Caliper et xAPI permettent de décrire des activités des apprenants pour l'analyse de l'apprentissage. Pour les badges numériques, la standardisation avec IMS Open Badge est toute récente et les solutions pour la conservation des badges tout au long de la vie ne sont pas encore proposées. Des comités de standardisation se penchent actuellement sur le domaine de la réalité virtuelle et le W3C a publié le standard WebVR qui permet de reconnaître des périphériques pouvant être utilisés pour le visionnement de contenu.

## 4 REVUE WEB : PROSPECTIVE AMÉRICAINE EN ÉDUCATION SUPÉRIEURE

---

Ce qui suit n'est pas un exposé exhaustif de l'ensemble des tendances futures en éducation supérieure. La plupart des tendances retenues sont celles en lien avec l'ENA et proviennent principalement de sources américaines. De ce fait, ces tendances sont à pondérer selon le contexte des Etats-Unis : omniprésence du numérique, coût élevé de l'éducation supérieure, diversité des communautés d'apprenants et enfin marché de l'éducation de plus en plus prisé par des compagnies privées. Certaines sources canadiennes et françaises sont également présentées mais cette revue n'a pas touché la littérature Web d'autres parties du monde telles que l'Asie ou le Moyen-Orient. Cela pourra être le sujet d'un dossier spécifique car le contexte éducatif bouge également dans ces parties du monde, en particulier en Chine, considérée comme un des [meneurs actuels](#)<sup>54</sup> des explorations de la réalité virtuelle et qui se situe dans le top 5 des fournisseurs de MOOC. Elle pourrait devenir le [chef de file](#)<sup>55</sup> de l'intelligence artificielle d'ici 2030. En sus des tendances liées à l'ENA, nous avons exploré brièvement l'intelligence artificielle, l'Internet des objets et la réalité virtuelle.

Dans cette section, nous présentons plus spécifiquement les tendances qui concernent l'ENA puisque c'est l'objectif principal du mandat. Nous évoquons plus rapidement les autres technologies qui peuvent avoir un impact sur l'éducation.

### 4.1 NOUVELLE ÉCOLOGIE D'APPRENTISSAGE (NGDLE)

Le NGDLE, pour « Next Generation Digital Learning Environment », est le résultat de l'analyse menée en 2015 par EDUCAUSE en partenariat avec la fondation Bill & Melinda Gates, sur les ENA actuels. Rappelons qu'Educause est une association fondée en 1998 pour améliorer l'enseignement supérieur grâce à l'usage pertinent des technologies de l'information et qui gère depuis 2001 l'enregistrement des noms du domaine .edu aux États-Unis. Cette association, la plus grande aux États-Unis dans ce domaine, anime la communauté des établissements d'enseignement supérieur, entreprises et autres associations en rendant disponibles des activités de perfectionnement via des ateliers ainsi que de la documentation sur la recherche et les pratiques en éducation. Dans la suite de ce paragraphe, par souci de lisibilité, nous utiliserons plutôt la terminologie « écologie d'apprentissage » pour désigner le NGDLE.

Pour cette analyse, plus de 70 experts du domaine ont été interrogés. Ce rapport d'Educause met en évidence la fracture entre les environnements numériques d'apprentissage actuels et l'ENA idéal qui répondrait aux attentes d'aujourd'hui et des prochaines années. Ainsi, l'ENA actuel est plutôt vu comme un facilitateur de l'administration de l'enseignement plutôt que de l'apprentissage lui-même. Il est plutôt centré sur les professeurs, les méthodes pédagogiques homogènes et la structure organisationnelle des institutions que sur les apprenants. Il n'est ni adapté aux tendances et besoins actuels ni au développement de nouvelles approches. Le constat d'Educause et ses recommandations pour l'écologie d'apprentissage sont d'ailleurs très

en phase avec des commentaires recueillis auprès des universités et des experts comme l'illustre la traduction libre de la [fiche d'Educause](#)<sup>56</sup> ci-dessous.

#### **L'écologie d'apprentissage, qu'est-ce que c'est ?**

L'écologie d'apprentissage, à la différence de l'ENA (LMS), n'est pas un système monolithique mais elle implante l'approche Lego® qui amène flexibilité et variété afin de mieux satisfaire les besoins d'enseignement et d'apprentissage particuliers. Cette approche permet de compléter au mieux le volet gestion de l'enseignement par des ressources et outils qui facilitent les apprentissages divers et variés. Ainsi, l'écologie d'apprentissage est un écosystème comprenant des dépôts de données, des moteurs d'analyse, une grande variété d'applications et de services et qui est en mesure de s'adapter à l'évolution de l'éducation supérieure.

#### **L'écologie d'apprentissage, comment ça marche ?**

Mettre en place un écosystème, c'est organiser une confédération de composants informatiques et applicatifs qui se complètent, communiquent entre eux et partagent des données. Ils sont basés sur des standards communs qui, en sus de les connecter, permettent de gérer facilement l'identité et l'accès des utilisateurs à l'écologie d'apprentissage et de la transformer au rythme des évolutions des technologies et des approches éducatives. Pour ce faire, cinq dimensions doivent être considérées:

- **Interopérabilité et intégration** pour que les composants se connectent et partagent des données
- **Personnalisation** pour que les environnements et les activités d'apprentissage puissent s'adapter aux besoins des étudiants et des enseignants et aux besoins académiques
- **Analytique** pour que l'analyse des données puisse nourrir l'analyse de l'apprentissage au niveau des cours et des systèmes institutionnels de planification et de conseil pour la réussite des étudiants
- **Collaboration** pour soutenir toutes les sortes d'interactions possibles et pertinentes pour l'apprentissage
- **Accessibilité et conception universelle** pour faciliter l'accès et la participation active et créative de tous les étudiants et enseignants.

#### **L'écologie d'apprentissage, qui la fait ?**

Personne en particulier. C'est le résultat d'un effort conjugué et d'une coopération entre des acteurs variés tels que des vendeurs, des collèges et des universités et des organisations dédiées à l'établissement de normes et standards notamment IMS Global Learning Consortium et le W3C (World Wide Web Consortium) qui établissent des guides et des standards, respectivement pour l'interopérabilité entre applications (IMS-LTI) et pour l'accessibilité des contenus du Web (WCAG 2.0 et ATAG 2.0).

#### **L'écologie d'apprentissage, pourquoi est-ce important ?**

C'est issu d'une prise de conscience que les ENA actuels ne sont plus adaptés aux besoins et aux contextes d'aujourd'hui car ils soutiennent principalement des fonctionnalités de l'enseignement, comme la distribution du matériel pédagogique du cours et le carnet de note par exemple, qui n'ont qu'un rôle indirect sur l'apprentissage. Ils soutiennent la structure actuelle de l'enseignement supérieur basée sur des cours crédités par session, délivrant des

diplômes suite à des examens traditionnels. Or celle-ci est actuellement remise en question par de nouveaux modèles. L'objectif de l'écologie d'apprentissage est que les apprenants et les enseignants puissent adapter et personnaliser le système selon leurs besoins plutôt que ceux des institutions.

#### **L'écologie d'apprentissage, quels sont les obstacles ?**

La participation et la collaboration entre les vendeurs et les institutions pour mettre au point un tel écosystème constitue un défi gigantesque. Certains membres du personnel informatique pourraient éprouver une perte de contrôle devant une écologie d'apprentissage totalement déployée et les équipes de soutien pourraient rencontrer de réelles difficultés à soutenir les enseignants et les étudiants. De plus, les utilisateurs pourraient être décontenancés devant des interfaces peu homogènes qui proposeraient trop d'outils et de ressources.

#### **L'écologie d'apprentissage, où va-t-on ?**

S'il y a déjà quelques briques en place, il reste beaucoup de développement à faire et de coopération à établir. Si l'écologie d'apprentissage attire suffisamment d'intérêt alors de nombreux systèmes seront candidats pour en faire partie, tel que des logiciels auteurs ou des applications de portfolios. Si cela arrive, l'ensemble des parties prenantes pourraient adopter de nouvelles façons de faire et ainsi faire évoluer la culture de l'éducation supérieure vers cette philosophie de blocs connectés.

### **4.1.1 L'écologie d'apprentissage, en 2015**

Dans ce paragraphe, nous reprenons brièvement les faits saillants des cinq dimensions interdépendantes des NGDLE (« next generation digital learning environments »), soit l'écologie d'apprentissage, telle que les décrivent les auteurs du [rapport](#)<sup>57</sup>.

#### **4.1.1.1 Interopérabilité et intégration**

La 1<sup>ère</sup> dimension de l'écologie d'apprentissage « Interopérabilité et intégration » doit assurer des formats communs de contenu pour qu'il soit facilement échangé, transféré et utilisé par divers composants de l'écosystème. Elle doit permettre aux utilisateurs d'ajouter facilement des applications et des outils sans avoir besoin de l'aide du département informatique. Elle doit faire en sorte que l'écologie d'apprentissage demeure la source des données d'apprentissage afin de pouvoir les agréger, les intégrer et les analyser. Enfin, elle doit soutenir l'ouverture de l'écologie d'apprentissage à de nouveaux standards d'interopérabilité compatibles avec ceux en place pour le maintien de la cohérence globale de l'écosystème. Finalement, elle permet aux utilisateurs de naviguer d'un bloc à l'autre de l'écologie d'apprentissage sans avoir à s'identifier plus d'une fois.

Par exemple, grâce à l'interopérabilité et l'intégration, un plan de cours pourrait offrir aux étudiants un accès facile aux ressources d'un e-book qui pourrait mobiliser les questions d'un outil de quiz afin de générer des questionnaires de révision adaptés aux lectures effectuées.

#### **4.1.1.2 Personnalisation**

L'objectif de la 2<sup>ème</sup> dimension de l'écologie d'apprentissage « Personnalisation » est d'assurer que les apprenants et les enseignants puissent être architectes de leur environnement d'enseignement et d'apprentissage tout comme les départements disciplinaires ou l'institution

elle-même. Pour se faire, l'écologie d'apprentissage doit permettre à tous les utilisateurs, l'ajout, l'aménagement et la configuration de briques de l'écosystème (par exemple des ressources ou des activités). Cela doit pouvoir se faire manuellement mais également avec l'aide d'automates qui, suivant l'analyse des interactions de chaque apprenant, leur suggéreront des ressources et activités adaptées à leur besoin.

Ainsi, parmi les fonctions prioritaires de l'écologie d'apprentissage identifiées en 2014 par des experts en éducation supérieure, trois concernaient la personnalisation :

- Intégration d'applications disciplinaires (#1)
- Facilité de configuration ou d'adaptation à différents styles d'enseignement et disciplines (#2)
- Possibilité de parcours auto-régulés pour l'apprentissage et l'obtention de diplôme (#9)

#### **4.1.1.3 Analytique**

L'objectif de la 3<sup>ème</sup> dimension de l'écologie d'apprentissage, « Analytique », touche deux dimensions. La première, l'analyse de l'apprentissage, concerne la collecte et l'exploitation des données au niveau d'un cours afin de mieux comprendre et optimiser l'enseignement et l'apprentissage qui s'y réalise. La deuxième, le système de planification et conseil intégré (« integrated planning and advising system »), concerne une collecte de données plus globales afin de fournir à la communauté, à travers un système institutionnel, des informations et des services pour soutenir l'aide à la réussite et à l'obtention de crédit ou de diplôme. Les analyses peuvent être basées sur des données issues de trois sources : les données démographiques, les données d'interaction avec les composants du NGDLE et les productions (artéfacts) des apprenants.

La recherche en éducation devrait également bénéficier de l'exploitation de ces données pour étudier l'impact et l'efficacité de méthodes et de stratégies pédagogiques sur l'apprentissage dans différentes disciplines et dans divers programmes. Cela permettra de soutenir avec des données probantes des recommandations en ce qui concerne la conception, la prestation de cours et l'évaluation. Par exemple, la recherche pourrait évaluer et mesurer une approche qui prend de l'importance et aurait sa place dans l'écologie d'apprentissage, telle que l'évaluation par compétences.

#### **4.1.1.4 Collaboration**

La 4<sup>ème</sup> dimension « Collaboration » est placée au cœur de l'écologie d'apprentissage car elle est fondamentale pour de nombreuses formes d'apprentissage. L'écosystème doit faciliter la diversité des collaborations comme celles qui ont émergé des réseaux sociaux sur différents sujets, dans des groupes de différentes tailles. L'écologie d'apprentissage doit permettre des collaborations aussi bien locales qu'internationales. Au Canada, le défi de la protection des données privées sera de taille avec l'infonuagique notamment. En effet, les services délocalisés sont soumis à des juridictions différentes, suivant les lieux d'hébergement, où le droit à la vie privée est conçu différemment. De ce fait, de nombreuses institutions canadiennes exigent que l'hébergement infonuagique se fasse au Canada. Par ailleurs, l'écologie d'apprentissage ne doit pas induire, comme c'est souvent le cas des ENA actuels, un modèle uniquement transmissif de l'éducation. L'écologie d'apprentissage doit faciliter la prise en compte de la collaboration dès la

conception initiale d'un enseignement en intégrant des portfolios et des outils de création de contenu, par exemple, pour la co-construction de cours.

Un des défis de l'écologie d'apprentissage pour soutenir la collaboration est le problème du « jardin fermé » (« walled garden »). Avec les ENA actuels, le cours est public ou le cours est privé, c'est-à-dire accessible seulement aux étudiants du cours. Il y a des motifs tout à fait légitimes de restreindre l'accès à un cours, pour des raisons de droit d'auteur, par exemple. Toutefois, afin de tirer parti des impacts positifs sur l'apprentissage que peuvent avoir partage et ouverture, l'écologie d'apprentissage devrait permettre de s'affranchir de cette problématique binaire en facilitant l'organisation du cours en briques pour lesquelles des communautés d'apprentissage décideraient si elles sont publiques ou privées.

#### **4.1.1.5 Accessibilité et conception universelle**

La 5<sup>ème</sup> dimension « Accessibilité et [conception universelle](#)<sup>58</sup> » doit assurer que la conception même des composants du NGDLE prend en compte le fait qu'ils doivent fonctionner pour tous les apprenants et les enseignants, y compris ceux qui ont des handicaps, plutôt que de s'y pencher par la suite. Par exemple, les outils de création de contenu utilisés par les étudiants devraient intégrer la dimension « accessibilité » ce qui permettra, de plus, d'inclure une compétence supplémentaire dans leur littéracie numérique.

#### **4.1.2 L'écologie d'apprentissage, en 2017**

Deux ans après sa naissance, le concept de l'écologie d'apprentissage reste tout à fait actuel aux États-Unis comme l'attestent les [six publications du mois de juillet 2017](#)<sup>59</sup> présentées par le CEO d'Educause. Ce dernier constate d'ailleurs que plusieurs éléments de l'écologie d'apprentissage tels que l'analyse de l'apprentissage, l'enseignement adapté et les réseaux sociaux ont pris de l'envergure ces deux dernières années aussi bien en nombre qu'en complexité.

Ainsi, l'élan pour repenser les environnements numériques d'apprentissage des institutions d'enseignement supérieur semble bien enclenché aux États-Unis. Les institutions changent leur ENA ou cherchent à mieux exploiter celui qui est en place afin d'agir sur les cinq dimensions de l'écologie d'apprentissage. On note en particulier que l'utilisation des standards a nettement progressé, que ce soit pour l'interopérabilité entre applications avec IMS-LTI, ou pour la standardisation des données d'apprentissage et les métriques pour l'évaluation de l'apprentissage avec [IMS Caliper](#)<sup>60</sup> et [xAPI](#)<sup>61</sup>, un autre standard qui gagne également en popularité. Le nombre d'applications pédagogiques a fortement augmenté et beaucoup d'entre eux sont certifiés IMS-LTI. Des fournisseurs d'ENA comme Instructure avec Canvas et D2L avec Brightspace ont particulièrement misé sur l'architecture de type Lego® du NGDLE pour le premier et sur l'analyse de l'apprentissage pour le second.

Le marché global des ENA semble actuellement être un marché de plus en plus profitable. Ainsi [Zion MarketResearch](#)<sup>62</sup> prévoit une croissance du marché international des ENA (entreprise, éducation) de 24% entre 2017 et 2022. De plus, avec l'avancée des technologies, le marché des ENA se diversifie et attire également des joueurs liés aux MOOC, aux logiciels pédagogiques et aux ressources d'apprentissage numériques, aux livres numériques, à l'analyse de l'apprentissage, à l'enseignement adaptatif, etc. Face à cette complexification, on voit se dessiner une deuxième tendance qui concerne le [regroupement d'institutions d'éducation](#)

[supérieure](#)<sup>63</sup>. Un regroupement peut permettre aux universités concernées d'exercer plus de contrôle sur leurs environnements numériques et leurs vendeurs et de partager entre elles des ressources numériques, des données d'apprentissage et des meilleures pratiques. Ce regroupement permet aux institutions d'améliorer leurs environnements tout en minimisant leurs coûts. Nous décrivons dans le prochain paragraphe l'exemple d'Unizin, un consortium d'universités américaines qui met en place une stratégie très proche des concepts de l'écologie d'apprentissage.

## 4.2 UNIZIN, UN EXEMPLE DE CONSORTIUM D'UNIVERSITÉS

En juin 2014, quatre universités publiques américaines, l'Université de Floride, l'Université d'État du Colorado, l'Université d'Indiana et l'Université du Michigan ont fondé [Unizin](#)<sup>64</sup>. Sept autres membres fondateurs et un membre associé ont par la suite rejoint le consortium.

Dans une de ses [présentations](#)<sup>65</sup>, le recteur de l'Université de Floride expose les objectifs et le plan d'action de ce consortium. Il y indique que l'existence d'Unizin devrait permettre aux universités d'éviter de se retrouver dans une situation comparable à celle du monde de la publication où les universités doivent racheter au prix fort aux sociétés d'édition leur propre production. Unizin permettrait à ses membres d'exercer un contrôle sur les ressources produites ainsi que sur les analyses qui en seraient générées. Grâce au volume important de données permis par le regroupement, les analyses de l'apprentissage seraient particulièrement pertinentes, permettant ainsi d'améliorer les ressources éducatives. Ces ressources seraient mutualisées au sein d'Unizin ce qui entraînerait des économies d'échelles. Pour assurer l'influence d'Unizin sur l'écosystème numérique d'apprentissage et son affranchissement de futurs joueurs commerciaux, le recteur précise que le consortium a pour objectifs principaux :

1. Acquérir un ENA commun
2. Adopter un répertoire commun de ressources numériques d'enseignement et d'apprentissage
3. Se doter d'outils et de services pour l'analyse de l'apprentissage (« learning analytics »)

Dès la fin 2014, Unizin choisissait l'ENA Canvas de Instructure réalisant ainsi le premier objectif. Ce choix a eu un impact certain sur le recrutement par Canvas de nouveaux utilisateurs et sa croissance rapide sur le marché américain. Comme nous l'avons vu dans le paragraphe 2.1, la philosophie de Canvas est l'implantation de l'architecture de type Lego®. Aujourd'hui, les quatre fondateurs d'Unizin ont totalement complété l'implantation de Canvas y compris les deux fondateurs de Sakai, l'Université du Michigan et tout récemment [l'Université d'Indiana](#)<sup>66</sup>.

En juillet 2015, [Unizin a acquis Courseload](#)<sup>67</sup>, une plate-forme de lecture de manuels numériques qui inclut également des outils collaboratifs tels que le surlignage, l'annotation, la recherche et le bookmarking pour interagir avec du matériel d'apprentissage numérique et la possibilité de déposer des ressources d'apprentissage de différentes sources. Avec cette intégration à Canvas, Unizin met donc en œuvre son deuxième objectif. Notons que Courseload était la plate-forme utilisée par l'Université d'Indiana en 2009 dans son projet pilote pour [l'accès à des manuels en ligne](#)<sup>68</sup> pour ses étudiants, projet qui a connu par la suite un grand succès et s'est généralisé. Depuis son achat par Unizin, l'outil, renommé Engage, devait permettre le partage de ressources

numériques produites par les professeurs et les institutions d'Unizin. L'outil devait également permettre la découverte et l'utilisation gratuite ou à des coûts négociés de contenus de sources diverses telles que des collections publiques comme la collection de ressources éducatives ouvertes [OER](#)<sup>69</sup>, ou comme Cengage, la collection privée, avec qui Unizin a signé un [partenariat](#)<sup>70</sup> en janvier 2017. De plus, les données d'apprentissage générées par les interactions des étudiants avec les ressources pourront être analysées ce qui permettra aux professeurs et aux institutions de mieux suivre les étudiants et d'améliorer la formation.

Finalement le [partenariat](#)<sup>71</sup> d'Unizin avec Barnes & Noble Education (BNED), signé en mai 2017, concerne le troisième objectif. Cette entente permettra aux universités membres de Unizin de bénéficier de l'outil d'analytique Loudcloud de BNED afin d'analyser les données de différents systèmes de leur campus dont l'ENA et le système d'information étudiant. Par ailleurs, Unizin et IMS Global consortium ont annoncé un [partenariat](#)<sup>72</sup> afin de favoriser l'adoption de IMS Caliper, le standard concernant l'analyse de l'apprentissage. Ils collaboreront ensemble sur l'élaboration de métriques pour l'évaluation de l'apprentissage en analysant l'utilisation de la plate-forme Engage présentée dans le paragraphe précédent.

Unizin, qui implémente depuis ses débuts la stratégie de l'écologie d'apprentissage, est donc un modèle à surveiller afin de bien comprendre les enjeux et les bénéfices de cette stratégie et du regroupement en consortium.

## 4.3 DÉVELOPPEMENTS FUTURS POUR L'ÉDUCATION

### 4.3.1 Intelligence artificielle (IA)

Les applications de l'intelligence artificielle les plus discutées en éducation aujourd'hui sont celles qui touchent à l'analyse de l'apprentissage. Elles pourraient permettre de mieux comprendre comment les apprenants apprennent et donner ainsi la possibilité de personnaliser l'enseignement. Ces recherches pourraient également aider les enseignants à améliorer leur cours et les institutions à améliorer leurs plans d'aide à la réussite.

Certains prétendent que l'IA pourrait permettre de remplacer les enseignants et participer à la disparition des institutions d'éducation supérieure. D'autres, moins alarmistes, annoncent plutôt que l'IA deviendra une partenaire de l'enseignant dans un « co-enseignement » et qu'elle facilitera la transformation des modes opératoires temporels (heures, sessions) des universités vers des modes opératoires centrés sur les apprenants et leurs compétences.

L'intelligence artificielle a fait des progrès importants ces dernières années grâce à l'apprentissage automatique (« machine learning ») et à l'apprentissage profond (« deep learning »). Cela résulte de la convergence de différents phénomènes :

- plus d'interdisciplinarité pour l'analyse de l'apprentissage (sciences cognitives, neurosciences, biologie, psychologie, etc.) et pour l'analyse des données (informatique théorique, probabilité, statistique, datamining, etc.),
- une reconnaissance de plus en plus étendue par les machines (objet, forme, image, voix, parole, écriture, langage, etc. »),
- une plus grande rapidité de traitement,

- une capacité de collecte et de stockage des données de masse (infrastructure « big data » d'un coût plus abordable, capteurs, réseaux sociaux, etc.),
- une augmentation importante des financements publics et privés.

Est-ce que ces avancées annoncent l'arrivée de robots professeurs qui seront capables d'apprendre à apprendre et qui pourront acquérir toutes sortes de connaissances et de compétences sans avoir été spécifiquement programmés pour cela ? Auront-ils des émotions et seront-ils capables d'analyser leur environnement pour prendre les bonnes décisions ? Après 60 ans, les débats autour de la [singularité technologique](#)<sup>73</sup>, qui prône l'avènement d'une intelligence artificielle qui pourrait dépasser celle de l'être humain, resurgissent aujourd'hui et soulèvent des craintes.

Dans le [rapport du sénat français](#)<sup>74</sup>, l'inquiétude est plutôt reliée au monopole de quelques entreprises dans ce domaine. Ainsi, le tableau ci-dessous présente les acquisitions dans les dernières années de 64 jeunes pousses (« start-up ») en IA principalement par des géants américains.

Figure 11: Concentration des stratégies d'acquisition autour de l'intelligence artificielle

|   |  |   |  |  |
|---|--|---|--|--|
| <b>Google</b><br>Cleversense (2011)<br>DNNresearch (2013)<br>DeepMind (2014) \$660m<br>Emu (2014)<br>Jetpac (2014)<br>Granata Decision Systems<br>Timeful (2015)<br>Api (2016)<br>Moodstocks (2016)<br>Kifi (2016)<br>Dark Blue Labs (2014)<br>Vision Factory (2014)<br>Hark (2016) | <b>Amazon</b><br>Orbeus (2015)<br>Angel (2016)<br>Harvest.ai (2017)<br>DeepL, reconnaissance images, assistants  | <b>Facebook</b><br>Face.com (2012) \$55m<br>Wit.ai (2015)<br>Agents, recherche d'images             | <b>IBM</b><br>Cognea (2014)<br>AlchemyAPI (2015)<br>Explorys (2015)<br>DeepL, santé, agents conversationnels (Watson)          | <b>Microsoft</b><br>Netbreeze (2013)<br>Equivio (2015)<br>Genee (2016)<br>SwiftKey (2016) \$250m<br>Maluuba (2017) |
| <b>Apple</b><br>Vocal IQ (2015)<br>Perceptio (2015)<br>Turi (2016) \$200m<br>Tuplejump (2016)<br>Emotient (2016)  | <b>Twitter</b><br>Madbits (2014)<br>TellApart (2015)<br>Whetlab (2015)<br>Magic Pony (2016) \$150m<br>ML, images | <b>Oracle</b><br>Crosswise (2016) \$50m<br>Palerra (2016)<br>Big data Client, Cyber-sécurité        | <b>Intel</b><br>IQ Engines (2013)<br>Saffron (2015)<br>Itseez (2016)<br>Nervana (2016) \$408m<br>Movidius (2016) \$400m<br>GPU |  |
| <b>Uber</b><br>Geometric Intelligence (2016) Nouveau AI Lab: conduite autonome  | <b>Yahoo</b><br>Indisvs (2013)<br>LookFlow (2013)<br>SkyPhrase (2013)  | <b>Samsung</b><br>Viv Labs (2016)<br>Assistants virtuels (concurrer Apple)                          | <b>Aol</b><br>Gravity (2014)<br>Convertro (2014)<br>Sociocast, Velos (2015)  | <b>NICE</b><br>Causata (2013)<br>Nexidia (2016) \$135m<br>Fouilles de données client                               |
| <b>Ford</b><br>SAIPS (2016) Israël<br>Aroo AI (2017) \$1Md<br>Apprentissage non-supervisé (video) pour voiture autonome   | <b>General Electric</b><br>Wise.io (2016)<br>Bit Stew (2016) \$135m<br>Apprentissage (Plateforme Predix), IoT    | <b>eBay</b><br>Hunch (2011)<br>Expertmaker (2016)<br>SalesPredict (2016)<br>Prediction achat client | <b>SalesForce</b><br>Tempo AI (2015)<br>MetaMind (2016)<br>PredictionIO (2016)<br>Calendrier, Deep learning                    | <b>Nokia</b><br>Desti (2014)<br>Medio Systems (2014)<br>Navigation (HERE maps)                                     |

Source : Pour une intelligence artificielle maîtrisée, utile et démystifiée – Rapport du sénat, France, 2017

Ce rapport du sénat met également en avant le besoin important de l'encadrement des applications de l'intelligence artificielle pour éviter les utilisations malveillantes et assurer la protection des données personnelles et de la vie privée. Ce sont des préoccupations beaucoup plus concrètes que la crainte du dépassement de l'humain par la machine, phénomène qui semble bien difficile à concevoir, même pour un des chercheurs les plus connus dans le domaine de l'apprentissage profond, [Joshua Bengio](#)<sup>75</sup> de l'Université de Montréal.

Le [rapport Horizon 2017](#)<sup>76</sup>, issu d'une collaboration entre le New Media Consortium (NMC) et Educause, et de discussions auprès de 80 experts, estime à quatre ou cinq ans le temps d'adoption de l'intelligence artificielle en éducation supérieure. Il indique que l'intelligence artificielle est déjà utilisée dans des institutions d'éducation supérieure pour des services d'aide à la clientèle en ligne 24/7 comme [IBM Watson à l'Université Deakin](#)<sup>77</sup> depuis 2015. Watson,

conseiller en ligne pour les étudiants, peut traiter le langage naturel pour répondre à des questions concernant les inscriptions au cours, la localisation de la cafétéria ou le paiement du parking. Au fil du temps, il apprendra de plus en plus de réponses en fonction des questions qui lui seront posées et des pages de données non structurées qu'il consultera. Ces types d'assistants virtuels se développent aussi dans les téléphones intelligents ou dans la maison comme Siri (Apple), Cortana (Microsoft), Alexa (Amazon) ou Google Assistant, le plus cultivé des quatre d'après le [journal du net](#)<sup>78</sup>.

Les « robots » envisagés actuellement en éducation sont appelés en anglais « adaptive courseware product » (didacticiels adaptatifs). Ils ont pour rôle d'implanter la première itération de l'apprentissage adaptatif (« adaptive learning ») dont nous avons parlé dans le paragraphe 3.2.2.2. Le rapport Horizon 2017 estime à un an ou moins le temps d'adoption des didacticiels adaptatifs. La Fondation Bill et Melinda Gates propose des subventions aux universités membres de l'association des universités publiques et d'État des États-Unis qui veulent implanter des didacticiels adaptatifs pour leurs programmes de 1<sup>er</sup> cycle. Pour bénéficier de ces subventions, les universités doivent implanter des logiciels qui se trouvent dans la [liste](#)<sup>79</sup> élaborée par la Fondation et remise à jour chaque année. D'après la Fondation, ces didacticiels couvrent une grande variété de sujets du curriculum général du programme de 1<sup>er</sup> cycle et sont déjà utilisés en production dans des programmes réguliers par de nombreux professeurs de diverses institutions d'enseignement supérieur.

#### **Logiciels d'apprentissage adaptatif**

[Knewton](#)<sup>80</sup>, qui a été mentionné lors du [colloque](#)<sup>81</sup> organisé par la fédération des Cegep « Le réseau collégial à l'heure du numérique » en juin 2017, fait partie de la liste de la Fondation Bill et Melinda Gates.

C'est un des premiers acteurs de ce marché, suite à son lancement en 2008, et un de ses leaders. Knewton offre à la fois des didacticiels adaptatifs et des fonctionnalités d'analyse de l'apprentissage. Il fournit en temps réel des données aux enseignants sur l'apprentissage et la performance de leurs étudiants et des données agrégées aux administrateurs pour l'ensemble des programmes. D'après [Edsurge](#)<sup>82</sup>, une compagnie d'information reconnue dans le domaine des EdTech, les didacticiels de Knewton sont soit des cours complets, des propédeutiques ou des ressources d'appoint en mathématiques, chimie, économie et statistiques. Il est compatible IMS-LTI et s'intègre aux ENA les plus répandus tels que Blackboard, Canvas, Brightspace, Moodle, Sakai et également Schoology qui devient populaire aux États-Unis pour les petites institutions. Pearson, un des gros joueurs dans l'édition éducative imprimée et numérique, vient d'annoncer la fin de son [partenariat](#)<sup>83</sup> avec Knewton qu'il avait débuté en 2011 avec l'Université d'État d'Arizona. Pearson développera désormais ses propres outils en analyse de l'apprentissage venant ainsi confirmer combien ce marché est prometteur et illustrer le repositionnement des éditeurs éducatifs dans le marché de l'édition numérique éducative.

Sur le marché francophone, une start-up française souhaite faire concurrence à Knewton. Il s'agit de Domoscio qui a intégré son logiciel à l'ENA Moodle dans un atelier d'écriture de l'Université Paris-Descartes. Dans son [bilan intermédiaire](#)<sup>84</sup>, l'enseignante indique que l'outil « semble pertinent pour les étudiants qui ont besoin d'être stimulés et tutorés ».

Au Canada, D2L, le fournisseur de Brightspace, propose la plate-forme [LeaP](#)<sup>85</sup> pour l'apprentissage adaptatif qui permet de repérer des difficultés d'un étudiant et de lui proposer des contenus adaptés. Ce module, compatible IMS-LTI, peut également être intégré à d'autres ENA.

### 4.3.2 Internet des objets (IOT)

L'internet des objets pour lequel on voit souvent l'acronyme IOT pour « Internet of Things » est à la fois un concept et une implantation. Il désigne un ensemble d'objets physiques, capables d'interagir entre eux par un échange de données par Internet afin d'envoyer des commandes, de faire du contrôle ou de la surveillance à distance. Ce concept d'interaction n'est pas nouveau et a existé avant Internet. Il est sous-jacent aux automates programmables industriels qui ont permis d'automatiser des lignes de montage ou de piloter à distance des systèmes de maintenance dans des usines par exemple. La nouveauté de l'Internet des objets aujourd'hui, qui soulève à la fois des espoirs et de l'inquiétude est qu'on sort du contexte industriel pour l'utiliser dans la vie de tous les jours avec des objets et des capteurs qui se trouvent sur nos corps, dans nos maisons et dans nos villes.

Ainsi nos montres, nos voitures, nos appareils électro-ménagers et nos lampadaires publics s'équipent de capteurs pour devenir « intelligents ». Leur connexion à Internet permet un échange de données globalisé soutenant différents types d'interaction et de contrôle à distance. Les [villes deviennent intelligentes](#)<sup>86</sup> avec des poubelles qui indiquent au service de la ville qu'il est temps de les vider ou des places de stationnement qui informent les automobilistes qu'elles sont vacantes. Les [maisons deviennent également intelligentes](#)<sup>87</sup> avec les lumières qui s'allument la nuit ou les thermostats qui apprennent nos habitudes de vie afin de faire baisser nos factures d'électricité. Les voitures améliorent notre sécurité grâce au contrôle de vitesse adapté, à l'évitement des collisions ou à l'assistance au stationnement. Enfin, des montres intelligentes s'occupent de notre santé et de notre forme physique grâce à des appareils portatifs (« wearable device ») qui enregistrent notre fréquence cardiaque, notre nombre de pas, la durée d'une course ou notre sommeil.

Le rapport NMC Horizon 2017 estime à deux ou trois ans le temps d'adoption de l'Internet des objets dans le domaine de l'éducation supérieure même si [l'exploration](#)<sup>88</sup> des usages pertinents de l'Internet des objets pour améliorer l'apprentissage et l'enseignement reste encore à faire. Une [preuve de concept](#)<sup>89</sup> de commandes de lumières par des événements de Moodle a été présentée au MoodleMoot, la conférence annuelle de Moodle, en Australie en 2015 afin de soutenir des discussions exploratoires. Toutefois, l'utilisation de capteurs permet déjà des apprentissages expérientiels soutenant l'engagement et la compréhension dans des [cours de sciences](#)<sup>90</sup>, par exemple.

Vu le nombre d'objets connectés qui pourrait augmenter drastiquement sur leurs campus, les universités devraient prendre en compte cette réalité. [Gartner](#)<sup>91</sup> estime leur nombre à presque 22 milliards en 2020 dont près de 13 milliards dans le segment consommateur. Les campus devront tenir compte, comme ils le font avec le BYOD (bring your own device), du besoin en débit des réseaux de communications et de l'identification des objets qui peuvent s'y connecter. Ces objets peuvent être des objets personnels ou des objets installés dans les espaces de l'Université.

Les universités doivent également réfléchir à l'encadrement de l'usage des objets connectés dans des applications institutionnelles ou pédagogiques aussi bien au niveau de la sécurité qu'au niveau du respect de la vie privée. En effet, la [cyber-attaque](#)<sup>92</sup> de 2016, qui a fait tomber de nombreux sites Web dans le monde, a mis en lumière le manque de stratégie pour combattre l'insécurité cybernétique des appareils IOT.

Finalement, les programmes devront intégrer cette réalité afin de préparer les étudiants aux besoins des entreprises qui iront en grandissant dans les domaines de la [conception d'objets connectés](#)<sup>93</sup>, de cyber sécurité et de sciences des données.

### 4.3.3 Réalité virtuelle(RV)

La réalité virtuelle n'est pas une technologie nouvelle mais ce n'est qu'en 2016, avec la vente en ligne de Google Cardboard au Canada, que cette technologie s'est démocratisée. [Ce casque de carton](#)<sup>94</sup> permet le visionnement de vidéos à 360 degrés dans Youtube à faible coût. En effet, les casques mobiles de réalité virtuelle plus haut de gamme, comme Samsung Gear VR ou Google Daydream, sont encore trop onéreux pour pouvoir être utilisés dans une classe. Les casques connectés à un PC, comme Oculus Rift et HTC-Vive, qui offrent une réelle expérience d'immersion et davantage d'interaction sont encore plus onéreux, tout comme le coût de production des vidéos adaptées à ces modèles. Même si le prix des équipements reste encore un frein actuellement pour l'utilisation de cette technologie, tout le monde s'accorde pour y voir un [potentiel prometteur pour l'apprentissage](#)<sup>95</sup>.

La [réalité augmentée](#)<sup>96</sup> n'est pas non plus une technologie nouvelle et suscitait même plus d'expérimentations que la réalité virtuelle dès 2009. Les lunettes Google Glass, sorties en 2014 et finalement abandonnées, et les lunettes Microsoft HoloLens, sorties en 2016, ne démontrent ni une qualité suffisante ni un prix abordable pour le grand public. Aujourd'hui, c'est plutôt l'utilisation de l'écran, notamment celui des téléphones intelligents, qui semble être l'équipement le plus abouti pour l'utilisation de la réalité augmentée. Le CEO de Facebook a d'ailleurs déclaré lors de sa conférence annuelle cette année que la caméra du téléphone intelligent est pour lui la première plate-forme de réalité augmentée.

Rappelons que la réalité virtuelle, par l'intermédiaire d'un casque connecté, substitue à notre environnement réel un environnement complètement fabriqué dans lequel nous nous sentons totalement immergé. La réalité augmentée, par l'intermédiaire d'un téléphone intelligent, d'un écran ou de lunettes, ajoute à notre environnement réel des éléments virtuels que nous percevons comme tels. C'est le jeu Pokémon Go, sorti à l'été 2016, qui a fait connaître plus largement le concept de réalité augmentée. Enfin, la réalité mixte va un peu plus loin que la réalité augmentée en ajoutant des éléments virtuels à notre environnement avec lesquels on peut interagir comme s'ils étaient réels.

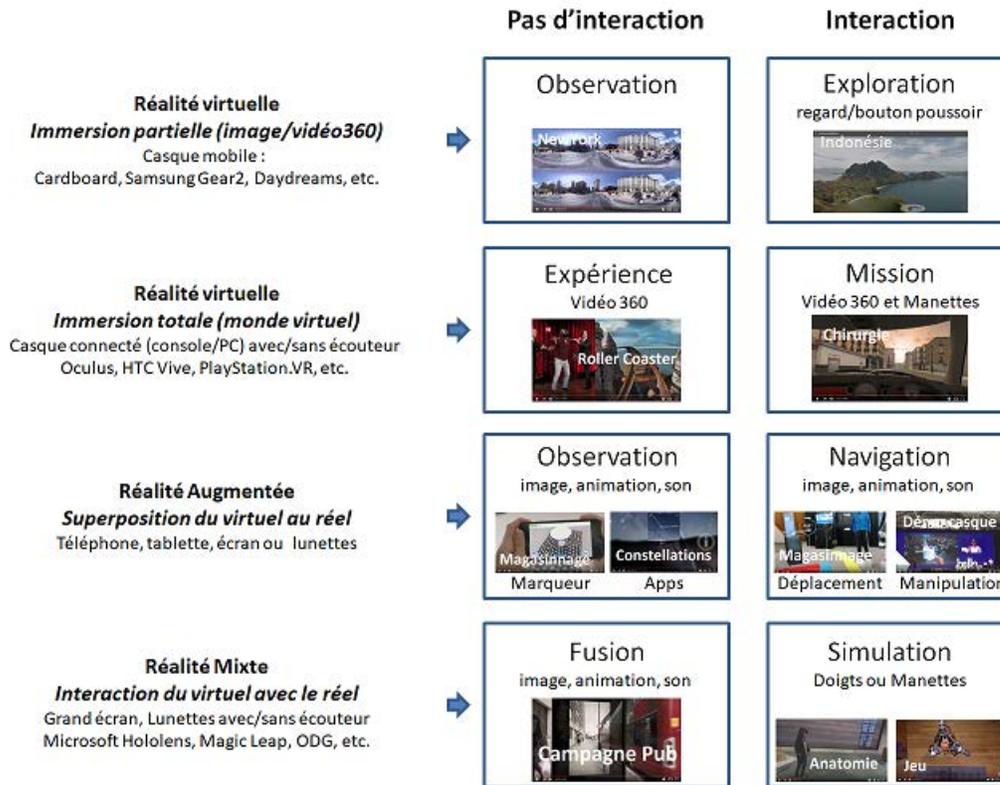
Aujourd'hui, les applications de la réalité virtuelle ciblent principalement le domaine des jeux et du cinéma. Toutefois, elle a le [potentiel](#)<sup>97</sup> d'être utilisée pour des apprentissages dans de nombreux domaines. Le [rapport Horizon 2016](#)<sup>98</sup> estime à deux ou trois ans le temps d'adoption de la réalité virtuelle en éducation supérieure. L'année suivante la même estimation est faite pour les écoles américaines primaires et secondaires (K-12) dans le [rapport Horizon 2017](#)<sup>99</sup>, produit par NMC et CSN (Consortium for school networking). Toutefois, l'exploration des usages

pertinents pour améliorer l'apprentissage et l'enseignement reste encore à faire. Un sondage réalisé par [Extreme Networks](#)<sup>100</sup> auprès d'écoles mi 2016 indique que 32% des répondants sont peu au fait de la réalité virtuelle et si 53% des répondants ont déjà investigué sur ses usages, seulement 10% pensent l'utiliser dans les deux prochaines années et 5% s'en servent déjà en classe.

La réalité virtuelle semble particulièrement prometteuse dans des situations dans lesquelles des décisions doivent être prises ou des gestes doivent être posés alors que les émotions sont prépondérantes. Ainsi, immerger les apprenants dans un scénario d'accident où ils doivent intervenir auprès des blessés, dans un début d'incendie qu'ils doivent maîtriser avec un extincteur, dans le désamorçage d'une bombe, ou dans un amphithéâtre où ils doivent donner un cours, se prête bien à la simulation en réalité virtuelle. L'immersion en RV semble également faciliter l'apprentissage de la gestion de relations interpersonnelles complexes comme celles avec des personnes atteintes de démences ou qui ont des comportements violents. Les immersions dans différents pays permettent de visiter le monde et d'acquérir à moindre coût, avec l'utilisation de Google Expeditions par exemple, des connaissances en géographie, architecture ou botanique. En ce qui concerne la réalité augmentée (RA), les applications actuelles touchent en particulier les domaines de la médecine, l'anatomie, la radiologie ou de l'astronomie. RA et RV ont été mises de l'avant pour la formation en entreprise lors du [dernier MoodleMoot 2017](#)<sup>101</sup>.

Le tableau de la page suivante présente ces différentes réalités ainsi que les types d'équipements associés. Les liens Youtube des images qui illustrent les différentes catégories sont consignés en note de bas de page.

Figure 12: Classification des usages de la réalité virtuelle, augmentée et mixte<sup>v</sup>.



Source : Pascale Blanc, Vitrine Technologie Éducation, septembre 2017

La forte croissance des investissements dans ces secteurs devrait engendrer une baisse de coût des technologies et du développement de scénarios. D'après [Digi-Capital](#)<sup>102</sup>, les investisseurs ont multiplié par trois leurs contributions aux start-up en réalité virtuelle et augmentée en 2016 par rapport à l'année précédente. D'après [Statista](#)<sup>103</sup>, les ventes de casques virtuels s'élèveraient à 100 millions en 2021. De plus, avec le standard [webvr](#)<sup>104</sup> qui rend possible l'expérimentation de la réalité virtuelle à travers les [navigateurs](#)<sup>105</sup>, des situations d'apprentissage pourraient être accessibles dans l'écologie d'apprentissage sans équipement spécialisé. Ces technologies et leurs applications en éducation sont donc à surveiller et explorer pour les prochaines années.

<sup>v</sup> [Colonne 1 / Ligne 1: Réalité virtuelle – Observation](#)  
[Colonne 1 / Ligne 2: Réalité virtuelle – Expérience](#)  
 Colonne 1 / Ligne 3: Réalité augmentée – Observation :  
[Colonne 1 / Ligne 4: Réalité mixte – Fusion](#)  
[Colonne 2 / Ligne 1: Réalité virtuelle – Exploration](#)  
[Colonne 2 / Ligne 2: Réalité virtuelle – Mission](#)  
 Colonne 2 / Ligne 3: Réalité augmentée – Navigation :  
 Colonne 2 / Ligne 4: Réalité mixte – Simulation :

[Magasinage](#)

[Constellations](#)

[Magasinage](#)  
[Anatomie](#)

[Démo casque](#)  
[Jeu](#)

## 5 CONCLUSION

---

La très grande majorité des universités québécoises utilisent Moodle et n'ont pas l'intention de le remplacer dans les 5 prochaines années. Elles apprécient que ce soit un logiciel libre permettant à leurs équipes de personnaliser la plate-forme et de développer de nouveaux modules qu'ils peuvent partager avec la communauté internationale. L'ENA est maintenant pour les universités un système mature et critique. Toutefois, il est principalement utilisé pour la gestion de l'enseignement plutôt que pour le soutien à l'apprentissage. Les besoins spécifiques de professeurs plus innovateurs ne sont généralement pas comblés car un développement ou une personnalisation de l'ENA ne sont entrepris que lorsqu'ils peuvent être utilisés par l'ensemble du corps professoral. Ces professeurs n'étant pas majoritaires, la connaissance des besoins des professeurs en lien avec l'ENA et leur formation reste encore un défi.

Pour ce qui est de la pédagogie, l'heure est à l'apprentissage actif, au réaménagement de salles, à la classe inversée et aux cours hybrides. En revanche, l'analyse de l'apprentissage ne suscite que peu ou pas d'intérêt pour l'instant. Côté informatique, les énergies sont consacrées principalement aux systèmes d'information pour les étudiants et à la modernisation et la consolidation des infrastructures. La mobilité des étudiants est, quant à elle, relativement peu prise en compte.

À part les MOOC qui semblent susciter un certain intérêt et un questionnement sur la stratégie à adopter, rien n'est envisagé pour les jeux sérieux, les FabLabs, ou la réalité virtuelle. Malgré les contraintes budgétaires, les ressources éducatives libres ne sont pas utilisées. Enfin, l'enseignement adaptatif est totalement méconnu.

L'approche Lego® de Canvas, un des concurrents américains infonuagiques de Moodle, basée sur l'interconnexion d'applications et de ressources d'apprentissage, est attirante. Mais sa jeunesse et les défis d'interopérabilité qu'elle soulève laissent les interlocuteurs consultés un peu perplexes.

De toute façon, comme la version française de Canvas n'est pas encore au point, ce produit n'est pas actuellement un concurrent de Moodle au Québec. En revanche, D2L souhaite se positionner sur le marché québécois avec sa plate-forme infonuagique Brightspace. Sa prise en compte de la mobilité et ses modules d'analyse de l'apprentissage semblent répondre aux nouveaux besoins des universités car il a remporté récemment plusieurs appels d'offres au Canada pour remplacer Blackboard notamment.

### **Le futur**

Pour finir nos constats sur une note futuriste, d'ici quelques années, les astres devraient être alignés pour assurer le succès des nouveaux environnements d'enseignement et d'apprentissage, c'est-à-dire l'écologie d'apprentissage (NGDLE). Entre la réalisation de cours hybrides, la maturité acquise avec la classe inversée et l'apprentissage actif, les professeurs devraient être plus à l'aise avec la technopédagogie. L'analyse de l'apprentissage leur permettra de bonifier leurs scénarios technopédagogiques et ils sauront tirer parti de l'enseignement adaptatif.

La prise de conscience qu'un ENA progiciel ne peut être performant pour toutes les fonctionnalités administratives et pédagogiques se fera dans un contexte où de nombreux logiciels soutenant divers objectifs pédagogiques et disciplinaires et adaptés à la mobilité des étudiants, seront disponibles. En même temps, la capacité des équipes informatiques ne pourra pas être suffisamment développée pour couvrir tous les besoins de développement et d'amélioration de l'écosystème numérique d'enseignement et d'apprentissage.

Ainsi, tous les ingrédients seront là pour rendre une architecture de type Lego® incontournable : un noyau satisfaisant les besoins transversaux qui s'intègre avec d'autres systèmes de l'université et avec des applications pédagogiques, développées par des fournisseurs, des développeurs institutionnels ou facultaires et des associations faisant la promotion des logiciels et des ressources éducatives libres. Le standard IMS-LTI soutenant cette approche est prêt depuis longtemps. D'autres standards et normes s'ajouteront.

Et l'étudiant(e) au cœur de cet écosystème numérique, tout comme ses enseignant(e)s, ses pairs et ses communautés, sera aussi plongé(e) dans un écosystème physique, où les salles d'apprentissage actif se mêleront aux FabLabs et autres espaces expérientiels ou de réflexion, pour le bénéfice d'apprentissages de qualité en autonomie ou en collaboration.

## 6 ANNEXES

---

### 6.1 ANNEXE I – LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

Cette liste contient des acronymes francophones et anglophones lorsque ces derniers sont plus utilisés que leur équivalent francophone

|            |  |
|------------|--|
| API        | Application Programming Interface                    |
| ATAG 2.0   | Authoring Accessibility Guidelines 2.0               |
| BNED       | Barnes & Noble Education                             |
| BYOD       | Bring Your Own Device                                |
| Caliper    | IMS Caliper Analytics Learning Measurement Framework |
| CEO        | Chief Executive Officer                              |
| CLOM       | Cours en Ligne Ouvert et Massif                      |
| CSE        | Conseil Supérieur de l'Éducation                     |
| CSN        | Consortium for School Networking                     |
| D2L        | Desire2Learn   |
| ENA        | Environnement Numérique d'Apprentissage              |
| FAD        | Formation à Distance                                 |
| FIPPA      | Freedom of Information and Protection of Privacy Act |
| GAFA       | Google, Apple, Facebook, Amazon                      |
| GTN-Québec | Groupe de Travail sur les Normes - Québec            |
| IA         | Intelligence Artificielle                            |
| IMS        | IMS Global Learning Consortium                       |
| IOT        | Internet of Thing                                    |
| IPAS       | Integrated Planning and Advising System              |
| LTI        | IMS Learning Tools Interoperability                  |
| LMS        | Learning Management System                           |
| MIT        | Massachusetts Institute of Technology                |
| MOOC       | Massive Open Online Course                           |
| MOODLE     | Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment |
| NGDLE      | Next Generation Digital Learning Environment         |
| NMC        | New Media Consortium                                 |
| OER        | Open Education Ressources                            |
| PTF        | Plate-forme  |
| PWA        | Progressive Web Apps                                 |
| RA         | Réalité augmentée                                    |
| REA        | Ressource d'enseignement et d'apprentissage          |
| REL        | Ressource éducative libre                            |
| RV         | Réalité virtuelle                                    |
| SAAS       | Software-as-a-service                                |
| SFU        | Simon Fraser University                              |
| URL        | Uniform Resource Locator                             |
| VTÉ        | Vitrine technologie-éducation                        |
| W3C        | World Wide Web Consortium                            |
| WCAG 2.0   | World Content Accessibility Guidelines 2.0           |
| xAPI       | Experience API (ADL)                                 |

## 6.2 ANNEXE II – PERSONNES INTERROGÉES (UNIVERSITÉ) ET GUIDE D'ENTREVUE

| Université    | Nom                         | Fonction   |
|---------------|-----------------------------|--|
| Polytechnique | Sylvain Lefebvre            | Conseiller pédagogique au Bureau d'appui pédagogique   |
|               | Alexandra Popadic           | Réalisatrice – multimédia, Service informatique  |
| U Sherbrooke  | Marc Couture                | Conseiller pédagogique   |
|               | Christian Dumont            | Conseiller pédagogique   |
|               | Pascal Doré                 | Directeur, Section Architecture, conception et développement   |
|               | Jocelyn Pilon               | Directeur général adjoint, Service des technologies de l'information   |
| U d'Ottawa    | Aline Germain<br>Rutherford | Vice rectrice associée, Enseignement et apprentissage  |
| UQAM          | Stéphanie Lantier           | Analyste de l'informatique architecture et développement, Service informatique                                   |
|               | Nelson Möller Clara         | Analyste de l'informatique architecture et développement, Service informatique                                   |
|               | Marina Caplain              | Chargée de projets technopédagogiques, Service de l'Audiovisuel  |
| UQTR          | Suzanne Corriveau           | Directrice adjointe, Service des technologies de l'information et Bureau de pédagogie et de formation à distance |
|               | Denis Deschêne              | Directeur, Service des technologies de l'information et Bureau de pédagogie et de formation à distance           |
| U Laval       | Nicolas Gagnon              | Directeur, Bureau de soutien à l'enseignement  |
|               | Guillaume Moutier           | Directeur du bureau d'architecture d'entreprise  |
| HEC Montréal  | Lamiel Brasseur             | Directrice de l'apprentissage et de l'innovation pédagogique   |
|               | Philippe Rancourt           | Chef d'équipe, Développement web<br>Direction des technologies de l'information                                  |
|               | Nadine Blanchette           | Analyste fonctionnelle, Direction des technologies de l'information  |
| U McGill      | Teddy Quintoro              | IT Technical Leader Analyst, Teaching, Research and Student Life, Enterprise Application Services                |
|               | Jean-Paul Remillieux        | Director, Instructor Services and Educational Technologies, School of Continuing Studies                         |
|               | Adam Finkelstein            | Educational Developer, Teaching and Learning Services  |
| U McGill      | Laura Winer                 | Director, Teaching and Learning Service  |
| U de Montréal | Bernard Bérubé              | Adjoint à la direction, Service de soutien à l'enseignement  |

## Analyse sur les environnements d'enseignement et d'apprentissage (ENA) dans les universités québécoises

### Thématiques à aborder

- Nous nous intéressons à la situation actuelle des environnements numériques des universités (ENA et autres outils technopédagogiques et collaboratifs) : Quels ont été les critères les plus importants pour leur choix? Comment sont-ils utilisés? Quels sont leurs défis pédagogiques et informatiques?
- Nous cherchons également à savoir ce qui se profile d'ici les 5 à 10 prochaines années. Quelles évolutions sont prévues? L'ENA actuel risque-t-il d'être remplacé? Quel impact les tendances actuelles (telles que la personnalisation, l'hybridation des cours, les appareils mobiles, l'évaluation des progrès, l'expérientiel, l'infonuagique) peuvent avoir sur l'ENA? Quelles architectures logicielles sont envisageables pour l'ENA du futur, le même modèle d'application centrale qu'actuellement ou un modèle plus éclaté?
- On se demande si les préoccupations actuelles concernant les compétences des étudiants du 21<sup>ème</sup> siècle, la littéracie numérique et médiatique et l'enseignement des Sciences peuvent induire des changements pour les ENA.
- On se demande également si les technologies et tendances dont on entend parler de plus en plus comme : le Badge numérique, la Ludification (jeux sérieux), le DIY, les Makerspace, la Réalité virtuelle/augmentée/mixte, l'Internet des objets, le Big data, le Deep learning – se développeront en éducation supérieure et pourront avoir un impact sur l'ENA.
- Enfin, la Vitrine-Technologie Éducation aimerait connaître les réflexions ou projets de l'Université pour l'utilisation du Learning Analytics, les standards d'interopérabilité et l'usage de ressources numériques ouvertes.

### Votre contexte

- Quelles sont vos responsabilités?
- Quelle est la taille de votre institution (nbre d'étudiants, d'enseignants) et organisation de l'équipe pédagogique et informatique en soutien à l'ENA/outils technopédagogiques?
- Quel est le pourcentage des cours en face à face, hybride, FAD?
- Depuis quand votre institution a mis en place un ENA? Quels ont été les prédécesseurs?
- Quels sont les utilisateurs de l'ENA? Statistiques d'utilisation : % cours, % enseignants, % étudiants
- Si vous deviez faire un ajout ou un changement à votre ENA, quel serait-il? Choisiriez-vous aujourd'hui le même ENA?
- Avez-vous fait des enquêtes de satisfaction de l'ENA auprès des enseignants, auprès des étudiants, auprès d'autres parties prenantes? Qu'en disent-ils?
- Faites-vous des MOOCS? Avez-vous une PTF de MOOC différente de celle de l'ENA? Si oui, pourquoi?
- Quels sont les défis/difficultés dans la gestion de votre ENA :
  - o Informatique : Service 24/24, fréquence des mises à jour, charge heure de pointe, stockage (politique de conservation de cours, etc.), etc.
  - o Appropriation : formation, soutien technopédagogique, soutien technique, etc.
- Sur quoi vos énergies sont-elles mises à l'heure actuelle, qu'est-ce qui vous occupe/préoccupe le plus?

## 6.3 ANNEXE III –PERSONNES INTERROGÉES (EXPERTS) ET GUIDE D’ENTREVUE

| Nom                | Fonction et organisme   |
|--------------------|---|
| Michel Singh       | Responsable, La Cité Collégiale   |
| Claude Coulombe    | Consultant et doctorant à la TELUQ  |
| Jacques Raynault   | Professeur et directeur de IEA, HEC Montréal  |
| Vivek Venkatesh    | Professeur et ancien recteur, Concordia   |
| Thierry Karsenty   | Professeur et directeur de la Chaire de recherche sur l’apprentissage, Université de Montréal |
| Michael Canuel     | Directeur, Learn Québec   |
| Moussa Traoré      | Responsable, Collège Communautaire du Nouveau Brunswick                                       |
| François Guité     | Consultant, Ministère de l’Éducation et des Loisirs   |
| Pierre-Julien Guay | Responsable de la Vitrine technologie-éducation   |

### Recueil sur les tendances futures et les technologies émergentes pour les environnements d’enseignement et d’apprentissage (ENA) et l’éducation

#### Thématiques à aborder

- Nous sommes intéressés à connaître la situation actuelle des environnements numériques des universités (ENA et autres outils technopédagogiques et collaboratifs) et quels sont les critères les plus importants pour leur choix, comment sont-ils utilisés et quels sont leurs défis pédagogiques et informatiques.
- Nous sommes également intéressés à savoir ce qui s’en vient d’ici les 5 à 10 prochaines années. Quels types d’évolution sont prévus ? Les ENA actuels risquent-ils d’être remplacés ? Quelles architectures logicielles sont envisageables pour l’ENA du futur, le même modèle d’application centrale qu’actuellement ou un modèle plus éclaté ?
- Avez-vous des préférences dans les ENA ? Selon vous, quels sont les outils les plus utiles ? Selon vous, quelle est la différence entre les PTF de MOOC et les PTF d’ENA ?
- Quel impact les tendances actuelles (telles que la personnalisation, l’hybridation des cours, les appareils mobiles, l’évaluation des progrès, l’expérientiel, l’infonuagique) peuvent avoir sur l’ENA ?
- On se demande si les préoccupations actuelles concernant les compétences des étudiants du 21<sup>ème</sup> siècle (collaboration, recherche d’information, résolution problème), la littéracie numérique et médiatique et l’enseignement des Sciences peuvent induire des changements pour les ENA.
- On se demande également si les technologies et tendances dont on entend parler de plus en plus comme : le Badge numérique, la Ludification (jeux sérieux), le DIY, les Makerspace, la Réalité virtuelle/augmentée/mixte, l’Internet des objets, le Big data, le Deep learning – se développeront en éducation supérieure et pourront avoir un impact sur l’ENA.
- On parle souvent de Learning Analytics, de REL (ressources éducatives libres), d’interopérabilité pour les systèmes en soutien à l’enseignement et à l’apprentissage. Selon vous, quelles avancées seront faites d’ici 10 ans ?
- Selon vous, quels seront les changements les plus importants dans 10 ans en ce qui concerne les ENA ? Quel serait d’après vous l’ENA idéal du futur ?
- Sur quoi vos énergies sont-elles mises à l’heure actuelle, qu’est-ce qui vous occupe/préoccupe le plus ?

## 6.4 ANNEXE IV – RÉFÉRENCES ET LIENS

Avec le temps, il est possible que des URL deviennent obsolètes. Les liens présentés ci-dessous étaient toujours valides le 11 octobre 2017.

- 
- <sup>1</sup><https://www.vteducation.org/fr>
  - <sup>2</sup><http://www.gtn-quebec.org/initiative/veille-et-prospective-sur-les-environnements-numeriques-dapprentissage-et-lecologie>
  - <sup>3</sup><https://www.insidehighered.com/digital-learning/article/2017/05/17/where-trends-are-going-lms-market>
  - <sup>4</sup><https://mfeldstein.com/>
  - <sup>5</sup><http://mfeldstein.com/state-higher-ed-lms-market-us-canada-spring-2017-edition/>
  - <sup>6</sup><http://mfeldstein.com/academic-lms-market-share-enrollments-part/>
  - <sup>7</sup><https://www.learningsolutionsmag.com/articles/1306/ims-global-learning-consortium-interoperability-standards-for-education>
  - <sup>8</sup><https://www.eduappcenter.com/>
  - <sup>9</sup><https://franceblog.emc.com/cloud-native-applications-decryptage-2007>
  - <sup>10</sup><http://edutechnica.com/tag/market-share/>
  - <sup>11</sup><http://uk.pcmag.com/d2l-brightspace-lms/84101/review/d2l-brightspace-lms>
  - <sup>12</sup><http://mfeldstein.com/lms-revival-d2l-picking-new-customers-showing-can-listen/>
  - <sup>13</sup><http://mfeldstein.com/new-release-europe>
  - <sup>14</sup><http://mfeldstein.com/academic-lms-market-share-enrollments-part>
  - <sup>15</sup><http://mfeldstein.com/academic-lms-market-share-view-across-four-global-regions>
  - <sup>16</sup><http://mfeldstein.com/lms-revival-d2l-picking-new-customers-showing-can-listen/>
  - <sup>17</sup><http://www.moodlenews.com/2016/europe-report-moodle-market-share-leader-almost-everywhere/>
  - <sup>18</sup><http://mfeldstein.com/bbworld-report-blackboard-may-be-turning-around/>
  - <sup>19</sup><http://au.pcmag.com/absorb-lms/35793/guide/the-best-lms-learning-management-systems-of-2017>
  - <sup>20</sup><https://fr.scribd.com/document/338121340/Guide-LMS-2017-Comment-bien-choisir-sa-plateforme>
  - <sup>21</sup><https://support.office.com/en-us/article/Microsoft-Classroom-Preview-features-are-moving-to-Microsoft-Teams-aea2bae4-40d3-4a10-bd69-ea8fc7313795>
  - <sup>22</sup><http://mfeldstein.com/google-classroom-addresses-major-barrier-to-deeper-higher-ed-adoption>
  - <sup>23</sup><https://www.insidehighered.com/digital-learning/article/2017/06/21/google-classroom-not-college-classroom>
  - <sup>24</sup><https://mfeldstein.com/google-classroom-isolated-adoptions-for-higher-education-institutions/>
  - <sup>25</sup><https://www.lifewire.com/what-is-google-classroom-4082285>
  - <sup>26</sup><http://mfeldstein.com/canvas-network-are-the-lms-and-mooc-markets-colliding>
  - <sup>27</sup><https://www.class-central.com/report/mooc-stats-2016>
  - <sup>28</sup><https://www.pcmag.com/article2/0,2817,2385781,00.asp>
  - <sup>29</sup><http://www.letudiant.fr/educpros/actualite/google-geants-net-draguent-enseignement-superieur.html>
  - <sup>30</sup><http://www.letudiant.fr/educpros/actualite/facebook-va-t-il-devenir-une-plateforme-de-cours-en-ligne.html>
  - <sup>31</sup><http://listedtech.com/learning-management-system-canada/>
  - <sup>32</sup><https://github.com/instructure/canvas-lms/wiki/FAQ>
  - <sup>33</sup><https://www.moodlenews.com/2017/moodles-north-american-higher-education-market-share-dwindles/>
  - <sup>34</sup><https://www.moodlenews.com/2017/what-moodle-hq-has-been-up-to-come-moodle-3-4/>
  - <sup>35</sup><https://moodle.com/2017/07/17/inspired-open-source-solution-learning-analytics-project-inspire/>
  - <sup>36</sup>[https://kumu.brocku.ca/oucel/LMS\\_Comparison\\_across\\_Ontario\\_Universities](https://kumu.brocku.ca/oucel/LMS_Comparison_across_Ontario_Universities)
  - <sup>37</sup><http://toolboxrenewal.utoronto.ca/>
  - <sup>38</sup><https://www.eduappcenter.com/>
  - <sup>39</sup><https://www.sfu.ca/students/calendar/2017/spring/fees-and-regulations/student-contract/student-declaration.html>
  - <sup>40</sup>[http://moodle-moot2014.univ-paris3.fr/pluginfile.php/3522/mod\\_resource/content/1/MoodleMoot2014%20Montreal%20-%20C3%89valuation%20par%20comp%20C3%A9tences.pdf](http://moodle-moot2014.univ-paris3.fr/pluginfile.php/3522/mod_resource/content/1/MoodleMoot2014%20Montreal%20-%20C3%89valuation%20par%20comp%20C3%A9tences.pdf)
  - <sup>41</sup><http://www.polymtl.ca/appui-pedagogique/fonds-dinnovation-pedagogique/fonds-de-developpement-de-pedagogies-actives-et-innovantes-fdpai>
  - <sup>42</sup><https://saea.uottawa.ca/site/fr/uosyllabus>
  - <sup>43</sup>[http://www.universityaffairs-digital.com/universityaffairs/201611?sub\\_id=OX5fsI7VPnP7&folio=17&pg=19pg19](http://www.universityaffairs-digital.com/universityaffairs/201611?sub_id=OX5fsI7VPnP7&folio=17&pg=19pg19)
  - <sup>44</sup><http://ideo.ca/album-la-place/>

---

<sup>45</sup><https://appfinder.brightspace.com/>  
<sup>46</sup><https://www.tableau.com/fr-fr/resource/education-analytics>  
<sup>47</sup><https://www.d2l.com/success-stories/la-cite/>  
<sup>48</sup><https://cours.edulib.org/>  
<sup>49</sup><https://saea.uottawa.ca/site/symposium-fr>  
<sup>50</sup><http://karutaproject.org/>  
<sup>51</sup><https://www.insidehighered.com/news/2016/09/16/indiana-us-etexts-initiative-grows-textbook-model-emerges>  
<sup>52</sup><https://docs.google.com/presentation/d/1Xmc9L0mi6A0MzRAiDhixVM27Dr9FMc2oCHXWH64MI2w/edit?usp=sharing>  
<sup>53</sup><https://www.vteducation.org/fr/articles/etape/le-respect-de-la-vie-privee>  
<sup>54</sup><https://medium.com/@yonidayan/6-reasons-why-china-is-leading-virtual-reality-growth-worldwide-c9a37f4ef2ec>  
<sup>55</sup><http://affaires.lapresse.ca/economie/technologie/201707/10/01-5114802-lintelligence-artificielle-va-doper-la-croissance-dici-2030.php>  
<sup>56</sup><https://library.educause.edu/~media/files/library/2015/12/eli7127-pdf.pdf>  
<sup>57</sup><https://library.educause.edu/~media/files/library/2015/4/eli3035-pdf.pdf>  
<sup>58</sup><http://www.capres.ca/dossiers/la-conception-universelle-de-lapprentissage-cua/>  
<sup>59</sup><https://er.educause.edu/articles/2017/7/next-steps-for-the-ngdle>  
<sup>60</sup><http://cursus.edu/article/27186/caliper-nouveau-standard-donnees-interactives-pour/#.WdvleOQm5PY>  
<sup>61</sup>[http://www.laceproject.eu/learning-analytics-review/files/2016/08/LACE-review07\\_xapi-caliper.pdf](http://www.laceproject.eu/learning-analytics-review/files/2016/08/LACE-review07_xapi-caliper.pdf)  
<sup>62</sup><https://www.zionmarketresearch.com/report/learning-management-system-market>  
<sup>63</sup><https://er.educause.edu/blogs/2016/6/6-implications-of-the-next-generation-digital-learning-environments-ngdle-framework>  
<sup>64</sup><http://unizin.org/>  
<sup>65</sup>[http://www.flbog.edu/documents\\_meetings/0193\\_0893\\_6710\\_10.3.2%20IOC%20Unizin%20March%202015.pdf](http://www.flbog.edu/documents_meetings/0193_0893_6710_10.3.2%20IOC%20Unizin%20March%202015.pdf)  
<sup>66</sup><https://www.insidehighered.com/digital-learning/article/2017/08/30/indiana-universitys-public-evaluation-and-easy-implementation>  
<sup>67</sup>[http://unizin.org/press\\_release/unizin-acquires-courseload-software](http://unizin.org/press_release/unizin-acquires-courseload-software)  
<sup>68</sup><https://www.insidehighered.com/news/2016/09/16/indiana-us-etexts-initiative-grows-textbook-model-emerges>  
<sup>69</sup><https://www.oercommons.org>  
<sup>70</sup><https://news.cengage.com/corporate/cengage-unizin-partner-to-offer-more-affordable-digital-course-materials/>  
<sup>71</sup><https://www.insidehighered.com/news/2017/05/25/barnes-noble-education-gains-foothold-analytics-market-unizin-deal>  
<sup>72</sup><https://www.imsglobal.org/article/ims-global-and-unizin-consortium-aligning-efforts-drive-adoption-caliper-analytics>  
<sup>73</sup>[https://fr.wikipedia.org/wiki/Singularit%C3%A9\\_technologique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Singularit%C3%A9_technologique)  
<sup>74</sup><http://www.senat.fr/rap/r16-464-1/r16-464-19.html>  
<sup>75</sup><https://www.technologyreview.com/s/546301/will-machines-eliminate-us/>  
<sup>76</sup><http://cdn.nmc.org/media/2017-nmc-horizon-report-he-EN.pdf>  
<sup>77</sup><http://www.deakin.edu.au/about-deakin/media-releases/articles/ibm-watson-helps-deakin-drive-the-digital-frontier>  
<sup>78</sup><http://www.journaldunet.com/ebusiness/le-net/1195250-google-assistant-plus-cultive-competeurs-selon-statista/>  
<sup>79</sup><http://www.aplu.org/projects-and-initiatives/personalized-learning-consortium/plc-projects/Approved%20Adaptive%20Courseware%20Suppliers%20and%20Products%20July%202016.pdf>  
<sup>80</sup><https://www.knewton.com/approach/courses/>  
<sup>81</sup><http://www.fedecegeps.gc.ca/evenements/colloque-le-reseau-collegial-a-lheure-du-numerique/>  
<sup>82</sup><https://www.edsurge.com/product-reviews/knewton-he>  
<sup>83</sup><https://marketbrief.edweek.org/marketplace-k-12/pearson-partnership-adaptive-learning-provider-knewton/>  
<sup>84</sup><http://www.letudiant.fr/educpros/enquetes/domoscio-l-adaptative-learning-a-la-francaise.html>  
<sup>85</sup><https://www.d2l.com/products/leap>  
<sup>86</sup><https://smartcity.brussels/news-241-17-objets-connectes-de-la-smart-city>  
<sup>87</sup>[https://beta.theglobeandmail.com/report-on-business/rob-magazine/the-future-is-smart/article24586994/?ref=http://www.theglobeandmail.com&#home\\_and\\_office](https://beta.theglobeandmail.com/report-on-business/rob-magazine/the-future-is-smart/article24586994/?ref=http://www.theglobeandmail.com&#home_and_office)  
<sup>88</sup><https://www.vteducation.org/fr/articles/internet-des-objets/vers-une-ecole-intelligente-internet-des-objets>  
<sup>89</sup><https://www.youtube.com/watch?v=bL6kNmhyzw>  
<sup>90</sup><https://www.vteducation.org/fr/articles/collaboration-avec-les-technologies/retenir-son-souffle-pour-la-biologie>  
<sup>91</sup><http://www.gartner.com/newsroom/id/3598917>  
<sup>92</sup><https://www.theguardian.com/technology/2016/oct/26/ddos-attack-dyn-mirai-botnet>

- 
- <sup>93</sup><http://www.bdeb.qc.ca/etudiants-adultes/programmes-perfectionnement/informatique/specialiste-internet-objets-ido-iot/>
- <sup>94</sup><https://www.vteducation.org/fr/articles/realite-virtuelle/la-realite-virtuelle-dans-des-lunettes-en-carton>
- <sup>95</sup><https://www.tonybates.ca/2017/07/27/virtual-reality-and-education-some-thoughts/>
- <sup>96</sup><https://www.vteducation.org/fr/articles/realite-augmentee/la-realite-augmentee>
- <sup>97</sup><http://www.emergingedtech.com/2017/06/real-uses-of-virtual-reality-in-education-how-schools-are-using-vr/>
- <sup>98</sup><https://library.educause.edu/~media/files/library/2016/2/hr2016.pdf>
- <sup>99</sup><https://cdn.nmc.org/media/2017-nmc-cosn-horizon-report-k12-EN.pdf>
- <sup>100</sup><https://content.extremenetworks.com/extreme-networks-blog/virtual-reality-surg-ing-into-the-classroom-2>
- <sup>101</sup><https://www.moodlenews.com/2017/virtual-and-augmented-reality-technologies-were-born-for-corporate-learning/>
- <sup>102</sup><https://www.digi-capital.com/news/2017/02/record-2-3-billion-vr-ar-investment-in-2016/#.Wd5yHWfruUk>
- <sup>103</sup><https://www.statista.com/statistics/677096/vr-headsets-worldwide/>
- <sup>104</sup><https://webvr.info/>
- <sup>105</sup><https://experiments.withgoogle.com/webvr>