



MATRICE

# NOTE DE CADRAGE SCIENTIFIQUE

PROJET :

Learning Management System

SEPTEMBRE 2021

## **001. Introduction**

- **Contexte et annonce du plan** **8**
- **Précisions terminologiques** **11**
- **Les chercheurs en conception de LMS** **13**

## **002. Des théories de l'apprentissage aux neurosciences**

- **Théories de l'apprentissage : du behaviorisme au socioconstructivisme** **18**
  - 1. Behaviorisme **18**
  - 2. Cognitivisme **19**
  - 3. Constructivisme et socioconstructivisme **20**
  - 4. Pseudo-théories : l'exemple du connectivisme **22**
- **De la coexistence de multiples théories** **23**
- **Neurosciences et technologies éducatives** **24**
- **En quelques points** **26**
- **Formation d'adultes et apprentissage autodirigé** **28**
  - 1. Emergence du concept d'andragogie **28**
  - 2. Notions de contrôle, d'hétéroformation et d'autoformation **29**
  - 3. En quelques points **32**
- **Appréhender l'engagement en formation** **33**
  - 1. Modèles d'engagement et de désengagement **33**
  - 2. Motifs d'entrée en formation **35**
  - 3. Obstacles à la formation **36**
  - 4. En quelques points **39**

# 003. Enjeux méthodologiques de la conception de LMS

▸ <b>Phase d'élicitation des besoins et dangers de l'inductivisme</b>	<b>42</b>
1. Phase d'élicitation : distinguer différents types de besoins	42
2. Traitement de la multiplicité des besoins exprimés	43
3. Entre enquête initiale et retours en cours de conception : l'équilibre à trouver	44
4. En quelques points	45
▸ <b>Evaluer empiriquement l'utilité des propositions effectuées</b>	<b>46</b>
1. Utilisabilité, utilité, acceptabilité : le triptyque de l'évaluation	46
2. Modélisation de l'activité et adéquation entre scénarios et objectifs	49
3. Evaluation de maquettes : exemplification en informatique décisionnelle	50
4. Techniques d'analyse de parcours	52
5. En quelques points	53
▸ <b>Quelques choix stratégiques incontournables lors de la conception d'un LMS</b>	<b>54</b>
1. Généricité et interopérabilité	54
2. Formation à distance, enseignement en présentiel, ou hybridation	55
3. Passage à l'échelle, ou formation de petits effectifs	56
4. Logique d'hétéroformation contre logique d'autoformation	56
5. En quelques points	59
▸ <b>Remarques conclusives</b>	<b>60</b>
1. S'agissant de l'enquête initiale	60
2. Choix des orientations stratégiques	61
3. Mise à l'épreuve des maquettes initiales via une enquête	61
4. Mise à l'épreuve des prototypes et collecte de traces	61
5. En quelques points	62

# 004. Conception de LMS : un panorama d'innovations notables

‣ <b>Composantes élémentaires d'un LMS</b>	<b>67</b>
1. Gestion de contenu, outils de communication et d'évaluation	67
2. Questions de certification et théorie des buts d'accomplissement	68
3. Tableaux de Bord, learning et teaching analytics	69
4. En quelques points	71
‣ <b>Quelles fonctionnalités développer pour les vidéos ?</b>	<b>72</b>
1. La place des vidéos dans l'autoformation des apprenants	72
2. Autoformation et navigation au sein des vidéos	73
3. Traces et quantification du visionnage	74
4. Quelques mots sur la réalité virtuelle	75
5. En quelques points	76
‣ <b>Itérations, technologies éducatives et hausse du niveau d'exigence</b>	<b>77</b>
1. Etayage	77
2. Rédaction incrémentale	79
3. En quelques points	80
‣ <b>Innovations en matière d'évaluation</b>	<b>81</b>
1. Evaluation par compétences	81
2. Approche par banque d'erreurs	82
3. En quelques points	83
‣ <b>Innovations autour des exercices autocorrectifs</b>	<b>84</b>
1. Répétition espacée	84
2. Systèmes à embranchement	87
3. Tests adaptatifs	88
4. Exercices, compétition et ludification	90
5. En quelques points	91

---

<b>005. Conclusion</b>	<b>93</b>
<b>006. Références</b>	<b>97</b>
<b>007. Annexes</b>	<b>105</b>



A photograph of three sprinters standing on a red running track, viewed from behind. They are positioned in their respective lanes, marked with white and blue lines. The track has yellow diagonal lines in the background. The sprinter on the left is wearing a red singlet and shorts, with bib number 2982 and a small number 6 on her back. The middle sprinter is wearing a green singlet and shorts, with bib number 1247 and white knee-high socks. The sprinter on the right is wearing a black singlet and shorts, with bib number 2560. The overall scene is captured from a high angle, looking down at the athletes.

.001

# Introduction

# 1.1

## Contexte et annonce du plan



Dans la formation d'adultes, l'offre de Learning Management System (LMS) s'est enrichie avec l'apparition des plateformes de MOOC – Coursera, edX, Futurelearn, qui s'ajoutent désormais aux acteurs occupant le marché des plateformes, pour certains depuis plusieurs décennies (Blackboard, Moodle, 360Learning, Crossknowledge, etc.) (Figure 1). Par ailleurs, le succès des MOOC de nombreux acteurs à se lancer sur ce marché. Si malgré quelques retours en arrière ponctuels, l'ergonomie des LMS a progressé au fil des ans, les acteurs qui se partagent le marché peinent à engendrer des innovations de rupture. C'est donc aux porteurs de nouveaux projets que revient la responsabilité de faire évoluer les lignes en matière d'innovation techno-pédagogique.

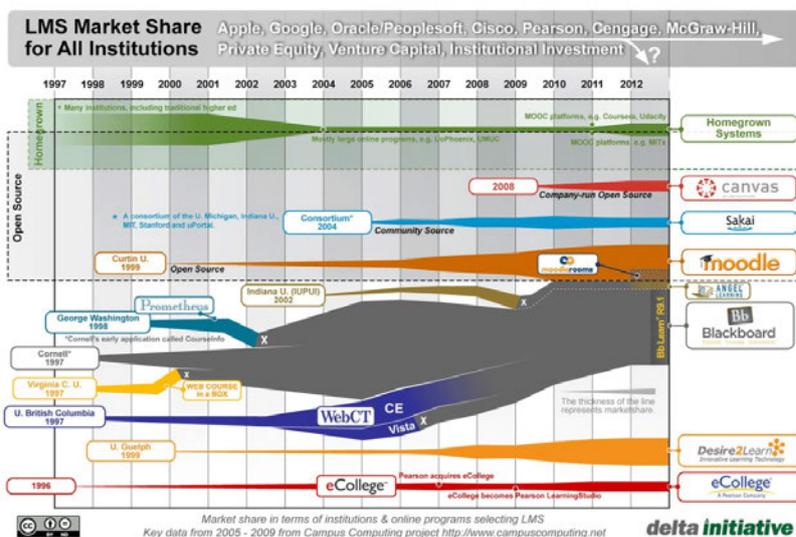


Figure 1. Schématisation de l'évolution des parts de marché des principaux LMS au cours des deux dernières décennies

Destinée aux concepteurs de LMS dont l'objet est de se distinguer de l'existant, cette note de cadrage fondée sur un état de l'art de la littérature scientifique couvre plusieurs objectifs :

- Proposer un cadre terminologique rigoureux, afin de faciliter l'intercompréhension au sein des différentes parties prenantes du processus de conception d'un LMS.
- Rappeler les principaux paradigmes pédagogiques et théories de l'apprentissage qui sous-tendent les fonctionnalités d'un LMS.
- Souligner certaines difficultés méthodologiques spécifiques de la conception de ce type de logiciel, en particulier dans un contexte de formation d'adultes.
- Proposer un panel de fonctionnalités relevant d'innovations plus ou moins récentes.
- Plus généralement, servir de base à la réalisation d'un référentiel ou charte technopédagogique.

La mise au point d'un LMS relève largement de savoirs praxéologiques, c'est-à-dire issus de la pratique professionnelle – des designers d'interface, des programmeurs, etc. Néanmoins, la littérature scientifique peut éclairer nombre des dimensions de la conception de telles plateformes ; au même titre que la connaissance des dernières innovations techno-pédagogiques portées par le secteur privé, elle est incontournable au moment de la constitution de l'état de l'art.

Au cours de la première partie de cette note, nous revenons sur les grandes théories de l'apprentissage, du behaviorisme au socio-constructivisme, qui sous-tendent, souvent de manière inconsciente, la conception de technologies d'apprentissage. Nous distinguerons ces théories de l'apprentissage des recherches en neurosciences. Nous proposerons des résumés synthétiques en quelques points, et ce pour l'ensemble du document, des connaissances à retenir pour une partie donnée, et ce en quoi elles sont pertinentes pour la conception d'un LMS.

Dans une seconde partie, nous traitons des questions d'engagement en formation, nous focalisant sur les sujets que sont la formation d'adultes et l'enseignement à distance. Le désengagement rapide des apprenants constitue un phénomène classique dans la formation en ligne – ou le e-learning, si l'on se tient à une terminologie moins usitée de nos jours. Il convient d'en appréhender les causes, et donc d'identifier les obstacles principaux à la poursuite de la formation, analyse nécessaire à la lutte contre l'attrition du nombre d'apprenants. Nous nous penchons sur les spécificités de l'andragogie (la formation des adultes), et menons une discussion sur la manière dont le public ciblé – adultes engagés dans la vie professionnelle versus public d'étudiants, peut influencer les choix de conception.

La troisième partie est consacrée aux considérations méthodologiques consubstantielles de la conception de LMS. Nous y abordons la question du choix des grandes orientations stratégiques, et la place que peut occuper la recherche et des études empiriques – enquêtes de terrain auprès des utilisateurs notamment – dans ce choix. Nous rappelons quelques-unes des principales questions qui se posent au moment de la mise au point du cahier des charges : nous plaçons-nous exclusivement dans une optique de formation à distance ou d'hybridation, dans une logique d'autoformation ou d'hétéro-formation (formation par autrui), vise-t-on un passage à l'échelle, en termes de nombre d'apprenants par cours ?

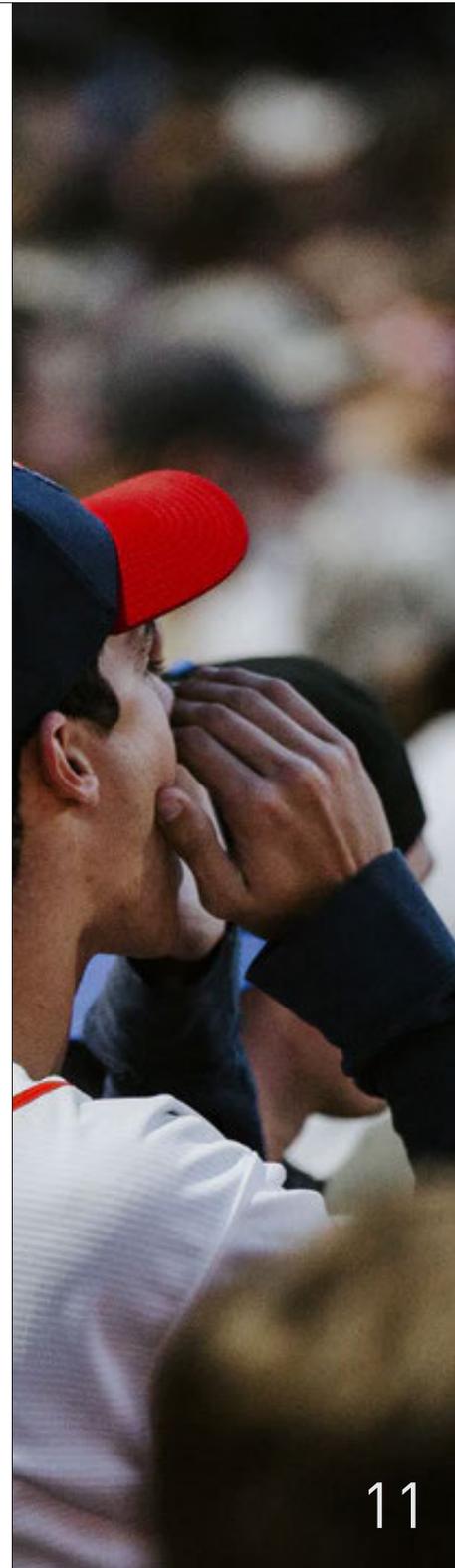
Dans une quatrième partie de ce document, nous nous attardons sur un certain nombre de pistes qu'il nous semble intéressant de suivre si l'on se place dans une perspective de différenciation pédagogique. Après avoir dressé une liste de fonctionnalités incontournables, nous commençons par des innovations simples comme les tableaux de bord, désormais si fréquents dans les LMS qu'il convient de proposer des approches originales – en termes de choix des indicateurs, notamment – pour que l'on puisse parler d'innovation. Nous revenons ensuite sur les technologies liées à la personnalisation automatique d'exercices, comme la répétition espacée, d'inspiration behavioriste, et l'adaptation du niveau de difficulté en fonction des réponses de l'apprenant. Nous abordons enfin la différenciation pédagogique sous l'angle des étayages personnalisés, et de fonctionnalités pour l'évaluation des apprenants, entre autres choses. Si nous faisons abondamment référence à la littérature scientifique tout au long du document, nous illustrons notre propos par des captures d'écran de solutions n'ayant pas fait l'objet de travaux de recherche.

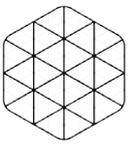
# Précisions terminologiques

# 1.2

La première question qui se pose dès lors que l'on souhaite établir un état de l'art autour des LMS est d'ordre terminologique : que faut-il entrer en priorité dans des moteurs de recherche ? Le terme Learning Management System (LMS) est communément employé aussi bien dans la littérature scientifique anglophone que dans la littérature grise (rapports, blogs, etc.). La traduction française directe, Système de Gestion de l'Apprentissage, est peu usitée. On utilise très souvent en revanche, aussi bien dans le milieu universitaire que dans un contexte scolaire, le terme Environnement Numérique de Travail (ENT), qui désigne généralement les plateformes comme celles qui sont fondées sur la technologie open source Moodle (dans l'enseignement supérieur au moins) ou des ENT scolaires comme Pronotes. Ceux-ci regroupent en général des fonctionnalités de vie scolaire (emplois du temps, etc.), mais aussi de diffusion de ressources.

Dans la littérature scientifique francophone, c'est l'appellation Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain (EIAH) qui est préférée. Il englobe l'ensemble des technologies éducatives, dont les ENT et LMS, y compris celles qui ne sont destinées qu'à des apprenants, à l'exclusion d'enseignants ou de formateurs. Le sigle EIAH ne saurait dès lors être considéré comme synonyme de LMS. Du fait de sa portée plus globale, c'est le terme qu'il est nécessaire d'utiliser lorsque l'on passe en revue la littérature scientifique francophone, et que l'on se penche sur des considérations méthodologiques. Nombre d'articles sont consacrés aux méthodes de conception et d'évaluation des EIAH (Nogry et al., 2014), à la terminologie des EIAH (Balacheff, 2020), articles dont sont issus certains des tableaux et figures que nous présenterons ; il est nettement plus complexe de trouver un équivalent pour les LMS. Or cette littérature vient utilement compléter les travaux anglophones, certes plus nombreux, en offrant une alternative à un certain nombre d'anglicismes.





L'un des obstacles majeurs de la conception de LMS est représenté par l'usage abusif de termes anglais à la signification ambiguë – microlearning, etc, qui en définitive, constituent davantage des sources de confusion que de consensus. Nous n'utiliserons les termes anglo-saxons que lorsque leur emploi est généralisé et leur définition ne pose que peu de problème de polysémie. C'est le cas de LMS, mais aussi des Learning Analytics, qui désignent les traces d'activité laissées par les apprenants, entre autres, lorsqu'ils utilisent les plateformes. Dès lors, dans la mesure où le document ne s'adresse pas à la communauté scientifique francophone, nous parlerons dans cette note de cadrage de travaux sur les LMS, et non d'EIAH, tout en gardant à l'esprit le fait que les premiers sont une sous-catégorie des seconds.

# Les chercheurs en conception de LMS

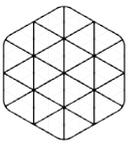
# 1.3

On notera que la littérature scientifique, si elle peut être source d'inspiration, est loin de détenir toutes les réponses que peut se poser un concepteur de LMS. Les projets de développement de LMS dans lesquels les chercheurs s'impliquent restent minoritaires, et l'un des objectifs principaux de la participation de la recherche représente en théorie la publication d'articles. On compte rarement plus d'un ou deux articles par projet, et ces articles visent au moins autant à faire évoluer la carrière du chercheur que d'aider à la conception proprement dite.

Le format des articles ne permet généralement de traiter qu'une ou deux idées de manière simultanée, alors que la conception d'un LMS relève de plusieurs dizaines, voire centaines, de choix cruciaux. Par ailleurs, la conception n'est pas systématiquement la focale la publication. Les chercheurs testent généralement des hypothèses, qui peuvent être déconnectées des questions pragmatiques que peut se poser un concepteur. Si la mise à l'épreuve des prototypes leur donne en pratique beaucoup d'éclairages, cela ne se traduit pas dans des publications scientifiques. Si l'on résume la situation, nous faisons face à un nombre réduit de chercheurs travaillant généralement sur des prototypes qui n'atteignent pas le grand public. Les chercheurs publient peu d'articles par projet, et la fonction de ces derniers ne consiste que marginalement ou qu'indirectement à aider de futurs concepteurs.

Dans le domaine de la conception d'applications pour l'apprentissage, les ouvrages universitaires sont presque exclusivement fondés sur des projets construits dans un cadre académique, et s'adressent avant tout à des chercheurs. Ce sont des processus de conception idéaux qui sont présentés. Les difficultés récurrentes, consubstantielles de la conception de ces applications et des collaborations avec informaticiens, sont souvent plus évoquées que développées de manière approfondie. On comprend dès lors mieux pourquoi la science



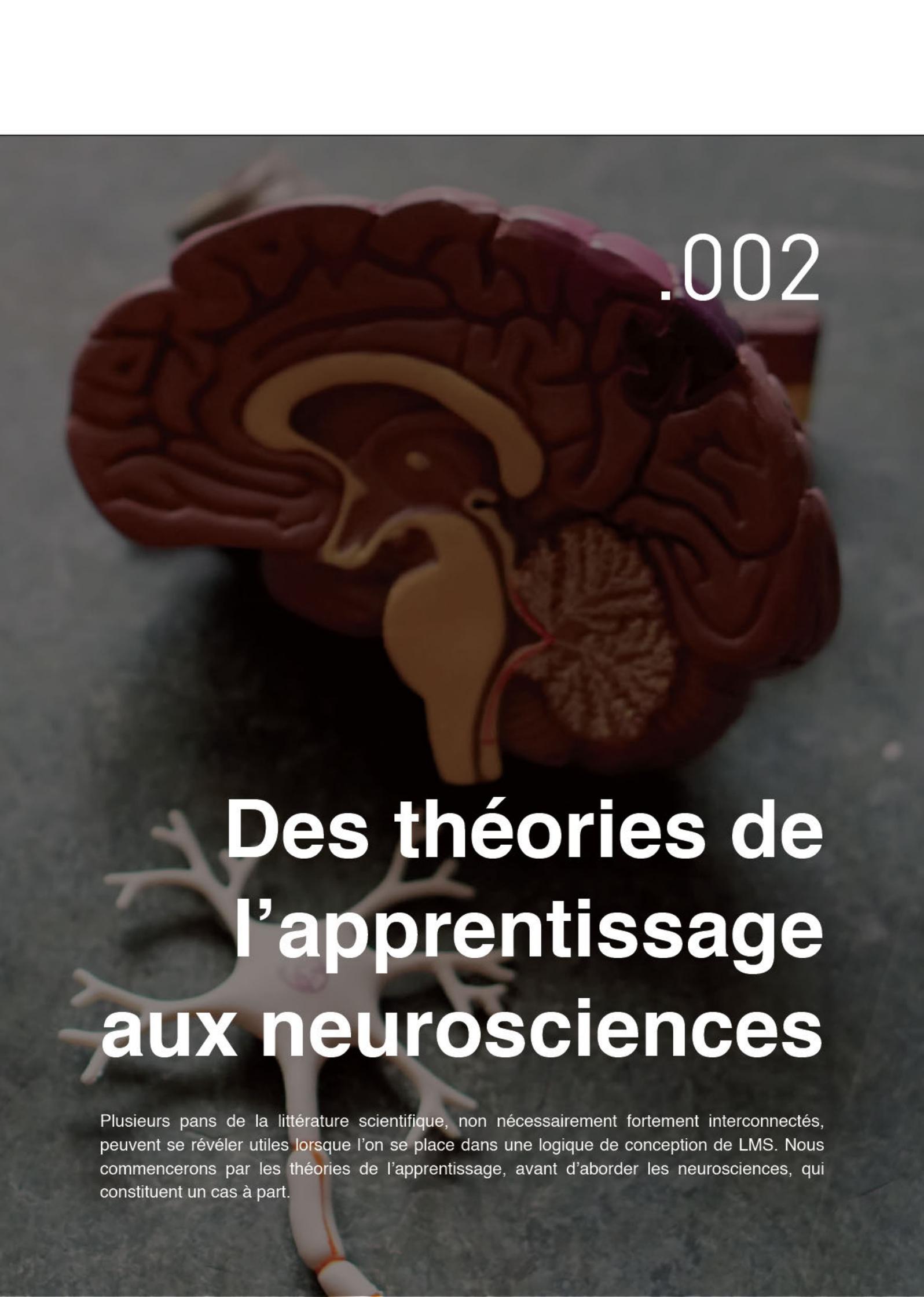


ne peut être mobilisée de manière systématique pour éclairer, de manière systématique, tel ou tel choix de conception. Même lorsque les chercheurs développent des savoirs praxéologiques, c'est-à-dire qui pourraient se révéler utiles à des concepteurs de LMS (entreprises, etc.), il n'y a pas d'incitation réelle à partager ces savoirs dans leurs travaux.

Du fait de ces considérations, nous avons basé les réflexions présentées dans ce document d'une part sur la littérature scientifique, et d'autre part sur notre expérience pratique dans la conception de LMS, faisant appel de manière récurrente aux innovations du secteur privé.







.002

# Des théories de l'apprentissage aux neurosciences

Plusieurs pans de la littérature scientifique, non nécessairement fortement interconnectés, peuvent se révéler utiles lorsque l'on se place dans une logique de conception de LMS. Nous commencerons par les théories de l'apprentissage, avant d'aborder les neurosciences, qui constituent un cas à part.

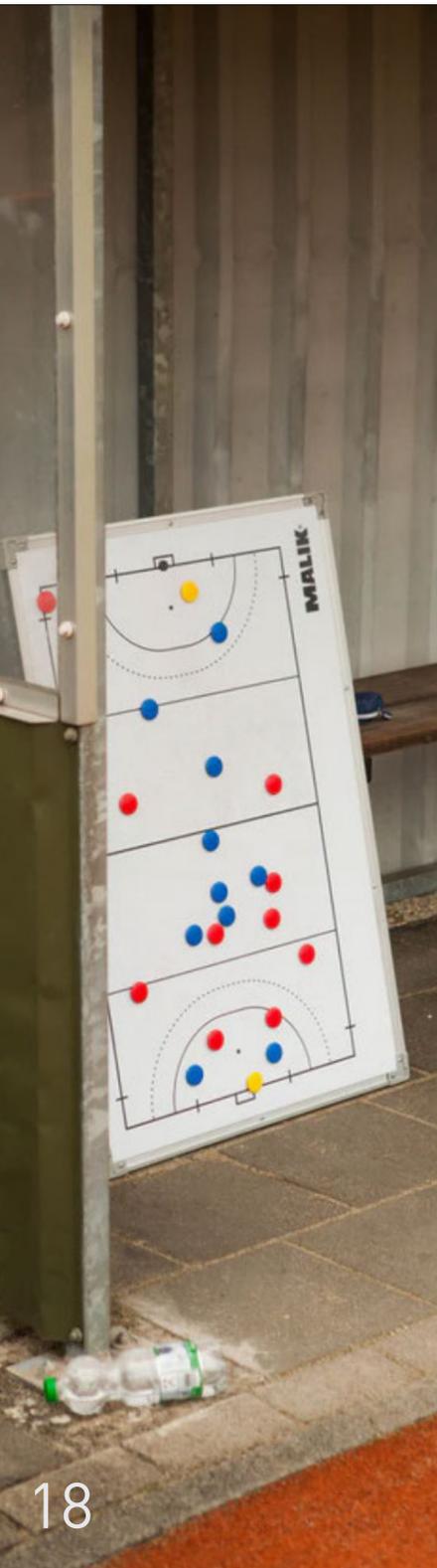
# 2.1

## Théories de l'apprentissage : du behaviorisme au socioconstructivisme

La connaissance des théories de l'apprentissage permet de mieux expliciter le paradigme, souvent choisi de manière inconsciente, dans lequel s'inscrit la conception de la plateforme. On recherche généralement un alignement paradigmatique des fonctionnalités. En d'autres termes, on gagne en cohérence lorsque l'ensemble du LMS s'inscrit dans une même théorie. En pratique, lorsque les modules se multiplient, et qu'ils sont conçus par des auteurs variés, cet alignement finit par disparaître. Est représentatif l'exemple du LMS Moodle et de ses nombreux modules conçus par une communauté de programmeurs aux affinités pédagogiques hétérogènes.

### ▸ 1. Behaviorisme

Le behaviorisme est issu de l'étude du comportement animal. L'apprentissage y est vu sous le prisme du couple stimulus-réponse. La complexité de la cognition de l'apprenant n'est pas niée, comme l'une des figures les plus connues du mouvement, Skinner le rappelle de manière récurrente. Néanmoins, du fait de sa complexité justement, elle est traitée comme une boîte noire, qui n'a pas vocation à être ouverte. On s'intéresse, en entrée, à différentes méthodes pédagogiques, et, en sortie, aux performances de l'apprenant, sans chercher à étudier ce qui se passe entre les deux. Le conditionnement opérant représente une approche emblématique du behaviorisme. Il consiste à entraîner suffisamment les apprenants de sorte à mémoriser des informations ou des procédures de la manière la plus efficace possible, avec un système de renforcement des apprentissages fondé notamment sur les récompenses et sur une maîtrise de la temporalité dans l'organisation des tâches.



Si l'on se place dans une logique behavioriste, dans le champ des technologies éducatives, la différenciation pédagogique se traduit par ce que l'on nomme l'enseignement programmé et les machines à enseigner (Bruillard, 1997). Ainsi, la répétition espacée pour la mémorisation à long terme, ainsi que les systèmes à embranchement, relèvent de l'enseignement programmé. La ludification, ou gamification dans la littérature anglo-saxonne, avec ses badges, ses compétitions, ses trophées, relève également avant tout du behaviorisme, en particulier lorsque l'on fait appel à une récompense immédiate pour renforcer un apprentissage ou un comportement.

## ▸ 2. Cognitivism

Le cognitivisme constitue sur le plan philosophique, à bien des égards, un prolongement du behaviorisme. C'est la métaphore de l'esprit comme programme informatique. On s'intéresse aux processus cognitifs à l'œuvre dans l'esprit de l'apprenant, décomposant son esprit en un nombre plus ou moins important de boîtes en interconnexion. En d'autres termes, on ouvre la boîte noire. Le modèle ACT\* d'Anderson (Figure 2) constitue l'un des exemples les plus connus de modèles cognitifs employés dans des technologies éducatives, notamment dans les tuteurs cognitifs, forme d'intelligence artificielle pour l'apprentissage relativement méconnue.

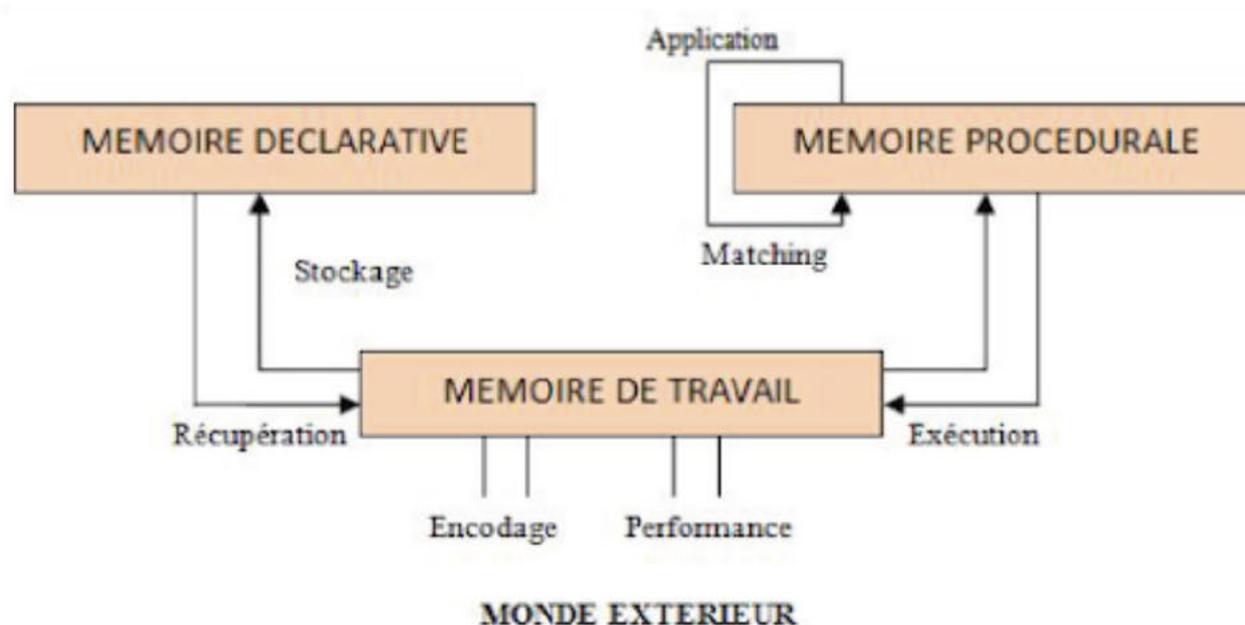
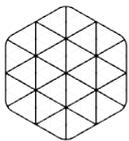


Figure 2. Le modèle ACT\* d'Anderson schématisant le processus cognitif d'un apprenant

L'utilisation d'étayages s'inscrit également dans l'approche cognitiviste de l'apprentissage. Wood, Bruner et Ross (1976), ont adopté la première fois la métaphore de l'échafaudage pour expliquer le rôle que les adultes peuvent jouer pour orienter les élèves dans des activités de résolution de problèmes : « L'étayage consiste en essence à ce que l'adulte « contrôle » les composantes d'une tâche qui sont initialement au-delà des capacités de l'apprenant, lui permettant de se concentrer



et sur les composantes qui sont à sa portée au regard de ses compétences » (traduction libre). Ainsi, une aide à l'oral peut constituer un étayage, comme des consignes écrites données sur papier, ou dans notre cas, un LMS. Ces aides peuvent être personnalisées, par le formateur, comme nous le verrons dans la dernière partie de cette note de cadrage. La théorie sous-jacente est celle de la charge mentale (Tchounikine et Tricot, 2011). Il s'agit ici de diminuer la charge mentale que subit l'esprit de l'apprenant au moment de l'exécution de la tâche.

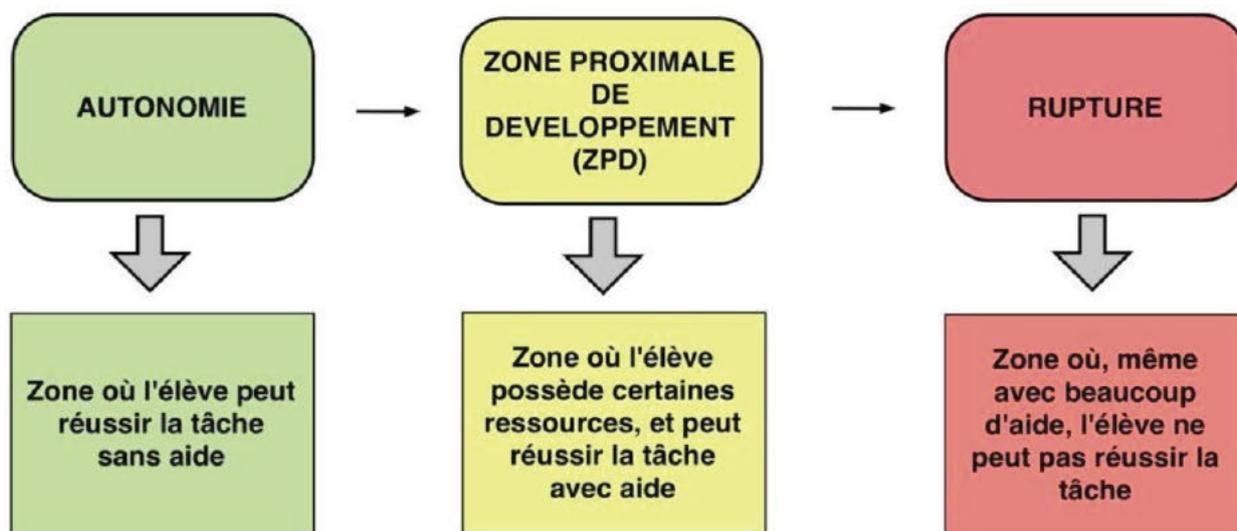
Il convient de noter que l'usage des learning analytics ne relève pas stricto sensu du cognitivisme. S'il est une affirmation qui revient de manière récurrente dans les discours sur le e-learning, c'est qu'il permet d'avoir un contrôle précis sur les apprentissages, notamment grâce aux learning analytics (LA). L'analytique de l'apprentissage s'appuie sur le recueil et l'analyse de « traces d'interaction » laissées par les utilisateurs de plateformes d'enseignement en ligne : navigation au sein d'un cours, visionnage de vidéos, réalisation d'exercices, etc. L'on ne passe pas facilement de la trace d'interaction au diagnostic de compétences ou de connaissances.

Les traces ne montrent, dans le meilleur des cas, que ce que l'apprenant a fait, non pas ce qu'il a appris. C'est la raison pour laquelle de nombreux auteurs préfèrent l'expression « trace d'interaction » ou « trace d'activité » à celle de « trace d'apprentissage », qui peut laisser croire que l'apprentissage est directement traçable. Pour prendre un exemple précis, ce n'est pas parce que nous savons quelles vidéos ont été visionnées par un apprenant, dans quel ordre, que nous pouvons en déduire ce qu'il a retenu. En effet, même si la vidéo a été lancée, il est facile de duper les systèmes de collecte de traces, et d'appuyer sur le bouton lecture tout en allant préparer le déjeuner. Ainsi, la trace indique que la vidéo a été diffusée mais ne permet pas d'attester qu'elle a été visionnée. Les traces issues de tests autocorrectifs (QCM, etc.) apportent des informations a priori plus intéressantes, mais leur usage présente aussi des limites sérieuses. D'une part, il faut s'assurer qu'elles ont été récoltées dans un contexte propice, et que les réponses données au hasard ne brouillent pas le signal. Ensuite, il faut que l'on puisse identifier facilement quelles sont les connaissances/habilités/concepts (le choix du terme est épineux) mobilisés pour répondre aux questions.

### ▸ 3. Constructivisme et socioconstructivisme

Le constructivisme et sa variante, le socioconstructivisme, se sont construits, dans une large mesure en réaction au behaviorisme. On attribue généralement à Piaget la naissance du constructivisme, et au psychologue soviétique Vygotsky la naissance du socioconstructivisme. Dans le constructivisme piagétien, l'apprentissage se construit par le biais de l'expérimentation et de la découverte. Dans une telle perspective, le formateur ou l'enseignant doivent renoncer à faire acquérir au plus vite « la bonne réponse » à l'apprenant, mais au contraire lui laisser une grande agentivité, et chercher davantage à comprendre quelles sont ses manières de pensée, pour éventuellement chercher à faire évoluer des conceptions erronées. Les écoles Montessori, Freinet, entre autres, se réclament généralement du constructivisme. L'acquisition des connaissances se fait par le biais assimilation / accommodation. Dans l'assimilation, il n'y a pas de changement de la structure cognitive de l'individu, les informations sont assimilées par le biais de structures préexistantes. S'agissant des schèmes d'accommodation, il y a évolution de la structure cognitive pour intégrer une nouvelle information. L'approche piagétienne initiale est centrée sur le développement cognitif de l'enfant et repose largement un parallèle entre développement cérébral et développement cognitif.

Dans l'approche socioconstructiviste de Vygotsky, ce développement passe dans une large mesure par les interactions sociales. Elle intègre davantage la dimension culturelle et historique, et prêche moins le flanc aux accusations de réductionnisme biologique – réduire l'évolution des processus cognitifs à un phénomène principalement biologique. On doit à Vygotsky un des concepts-clé de la différenciation pédagogique, la zone proximale de développement (ZPD) (Figure 3).



AIDE : VERBALE, GESTUELLE, DEMONSTRATION, AIDE CONJOINTE...

Figure 3. Une schématisation de la zone proximale de développement, inspirée des travaux du psychologue soviétique Vygotsky.

La ZPD représente la zone au sein de laquelle, avec l'aide et les ressources appropriées, l'apprenant peut réaliser une tâche donnée. En deçà de cette zone, l'apprenant peut réaliser les tâches de manière autonome, mais il n'y a pas d'apprentissage. Au-delà, il y a rupture, quelle que soit l'aide apportée. L'un des défis pour le formateur ou l'enseignant, consiste à maintenir le plus possible, par les tâches qu'il propose, l'apprenant dans sa ZPD. La tâche est rendue ardue par le fait qu'il faut dès lors en théorie proposer des tâches différentes à chacun des membres d'un groupe – c'est le principe de la différenciation pédagogique. L'apprentissage adaptatif, avec adaptation automatisée du niveau de la tâche au niveau estimé de l'apprenant, consiste précisément à tâcher de rester dans la ZPD de chaque apprenant.

Le socioconstructivisme accorde une place prépondérante aux interactions entre apprenants. On pourra par exemple envisager dans cette approche de développer des fonctionnalités dont la visée est de permettre aux apprenants de mieux collaborer entre eux.

Des tableaux de bord, fondés sur le socioconstructivisme, peuvent alors utilement permettre de suivre les interactions entre apprenants (Strebelle et Depover, 2013).

## ▸ 4. Pseudo-théories : l'exemple du connectivisme

De nombreuses autres théories de l'apprentissage ont émergé au cours du siècle passé, au-delà du triptyque behaviorisme-cognitivism-constructivisme. Néanmoins, leur statut en tant que « théorie » est souvent contesté dans le milieu académique. On pourra citer, entre autres, le connectivisme, théorie dont se réclament les concepteurs des premiers MOOC, une « théorie de l'apprentissage » basée sur les spécificités du Web 2.0 (Siemens et Conole, 2011). Les promoteurs du connectivisme insistent sur l'importance des ressources disponibles en ligne et des autres internautes dans le processus d'apprentissage. On parlera rétrospectivement de MOOC connectivistes, ou cMOOC, pour désigner les cours qui se réclament du connectivisme. Pour distinguer les deux types de MOOC, deux acronymes furent employés : cMOOC et xMOOC ; le c fait référence au connectivisme tandis que la signification du x ne fait pas consensus.

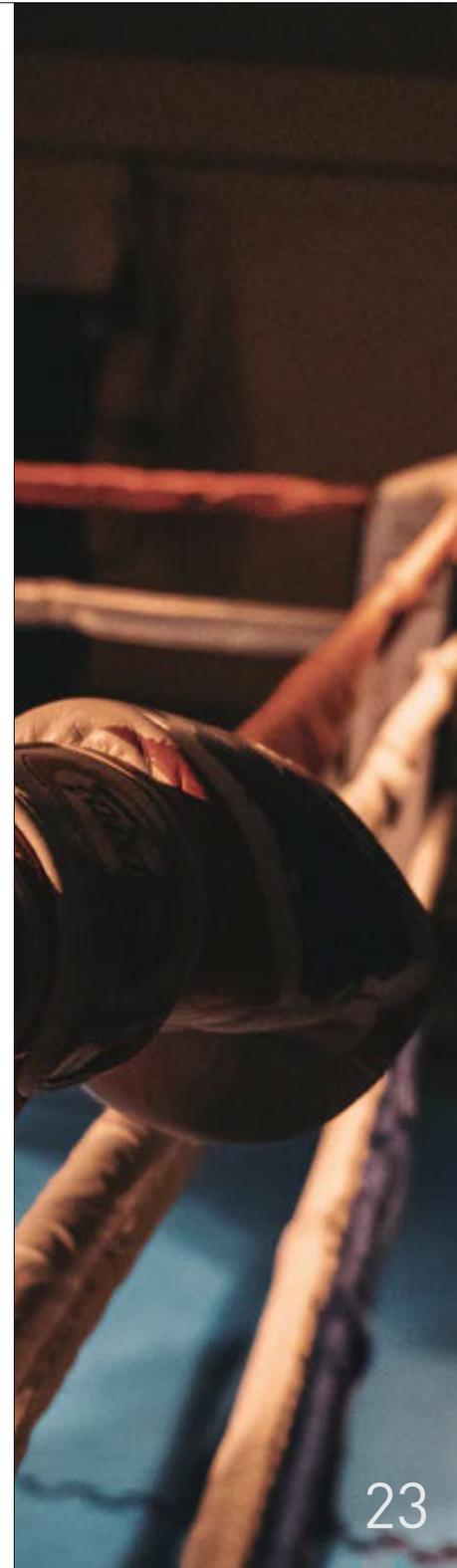
L'acronyme xMOOC ayant été créé par le connectiviste Stephen Downes pour distinguer la vague de MOOC de 2012 des expériences précédentes, il n'a pas vocation à représenter un ensemble homogène. Enfin, le dernier problème est d'ordre épistémique ; malgré un certain nombre de développements sur la question, le connectivisme manque pour certains auteurs de l'assise théorique nécessaire à la définition d'une théorie de l'apprentissage (Clarà et Barberà, 2014), et nous l'écartérons dès lors de l'analyse. Selon ses contradicteurs, la théorie présente un défaut de conceptualisation des interactions entre participants. Ils suggèrent qu'une profonde révision en est nécessaire pour mieux appréhender les phénomènes qu'elle prétend décrire. Cet exemple montre à quel point il faut se méfier de la multiplication des théories de l'apprentissage.

## De la coexistence de multiples théories

# 2.2

Nous avons dressé un panorama des principales théories d'apprentissage. On peut se représenter ces théories comme des outils, chacun ayant son utilité dans un domaine de validité précis. Ainsi, certains considèrent le behaviorisme comme désuet, car ne prenant pas en compte les avancées les plus récentes en matière de neurosciences cognitives, notamment. Néanmoins, il peut avoir son utilité lors de la conception de LMS. Aucune théorie n'a vocation à remplacer de manière définitive les autres.

Le discours constructiviste semble avoir pris le dessus dans le milieu de l'éducation depuis plusieurs décennies. Néanmoins, comme le rappelle l'épistémologue Thomas Kuhn dans son ouvrage sur la structure des révolutions scientifique, les sciences humaines sont organisées de telle sorte que plusieurs paradigmes peuvent coexister en même temps, sans que la montée en puissance de l'un conduise nécessairement à la disparition de l'autre. Contrairement aux sciences naturelles où un article peut invalider une théorie précédemment dominante, en sciences humaines, il s'agit plutôt de perspectives. Ainsi, beaucoup de scientifiques considèrent le behaviorisme comme une théorie datée, mais le constructivisme ne peut pas prouver que le behaviorisme est faux ; on ne peut raisonner en ces termes. D'ailleurs, force est de constater qu'une grande partie des technologies éducatives contemporaines sont d'obédience behavioriste ; les mécanismes de répétition espacée, notamment, ont pris une place de plus en plus importante dans l'univers digital.



## 2.3

## Neurosciences et technologies éducatives



Depuis quelques années, les neurosciences ont également fini par prendre une place importante dans les discours sur l'éducation et la formation, et, par ricochet, dans le champ des technologies éducatives. On notera par exemple qu'un neuroscientifique renommé, Stanislas Dehaene, dont l'influence sur les politiques publiques en matière d'éducation n'est plus à démontrer. L'engouement actuel pour les neurosciences se double néanmoins d'une certaine confusion quant à ce terme recouvre. Par ailleurs, cet engouement s'accompagne dans le domaine de l'éducation de la propagation de ce que l'on qualifie parfois de neuro-mythes (Gros et al., 2018), contre-vérités scientifiques ou approximations qui suscitent facilement l'adhésion du fait de leur simplicité. L'exemple du cerveau gauche qui serait associé au raisonnement logique et rationnel, est un mythe connu.

Stricto sensu, les neurosciences représentent la discipline qui étudie la structure et le fonctionnement du système nerveux. Les neurosciences influentes dans le domaine éducatif sont les neurosciences cognitives : celles-ci englobent les sciences cognitives, discipline qui étudie les mécanismes de la pensée, et a fortiori de la pensée humaine. Par une compréhension fine des mécanismes à l'œuvre dans notre cerveau au moment de telle ou telle tâche, étayée par les progrès de l'imagerie cérébrale, on vise par exemple à mieux comprendre le développement de l'enfant, ou certains troubles de l'apprentissage. Il faut noter, en premier lieu, que si l'imagerie cérébrale constitue une approche commune dans le champ des neurosciences, ce dernier ne s'y résume pas, et les travaux concentrés sur les seules performances des apprenants lors de tâches d'apprentissage standardisées sont légion.

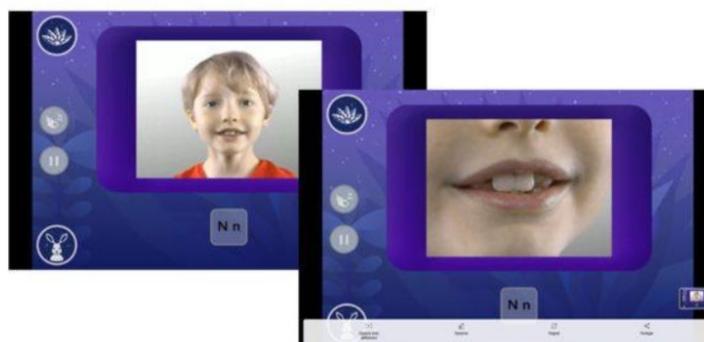
En second lieu, il convient d'éviter de faire l'amalgame entre neurosciences et théories de l'apprentissage comme le behaviorisme. Au moment de l'émergence du behaviorisme,

les connaissances en neurosciences étaient alors bien moins développées qu'elles ne le sont aujourd'hui. Si les neurosciences ne sauraient être réduites à l'imagerie cérébrale, il n'y a pas besoin d'une IRM pour démontrer que la répétition espacée et les techniques de conditionnement opérant augmentent la rétention à long terme de l'information. On attribue ainsi souvent à tort aux neurosciences modernes des résultats issus d'un behaviorisme vieux de plus d'un demi-siècle. Par ailleurs, il faut souligner le lien étroit qui unit cognitivisme et neurosciences. La majorité des recherches françaises liant neurosciences et éducation sont le fait de néo-piagétiens, qui travaillent, par exemple, sur la dyslexie et autres troubles « dys ». Ces équipes cherchent ainsi à fonder le développement de logiciels éducatifs pour accélérer l'apprentissage de la lecture (Potier-Watkins et al., 2019, 2020) (Figure 4), ou pour remédier à un certain nombre de troubles comme la dyslexie.

### Une leçon de Kalulu en 3 étapes

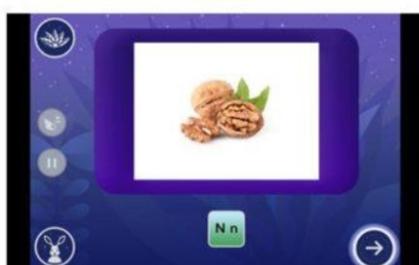
#### 1) Apprendre une correspondance graphème - phonème

L'enfant clique sur le graphème pour l'entendre et le voir prononcé par un autre enfant.



#### 2) Entendre le phonème dans un mot

L'enfant clique sur le graphème pour l'entendre dans un mot, par exemple « /n/ comme noix. »



#### 3) Tracer le graphème

L'enfant trace le graphème deux fois avec le doigt. Cet exercice aide l'enfant à mémoriser la forme de la lettre.

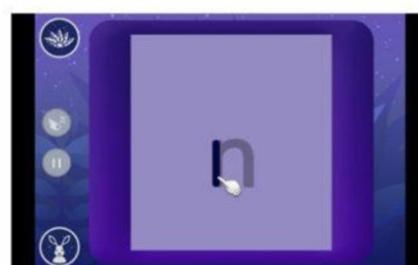


Figure 4. Interfaces du logiciel Kalulu consacré à l'apprentissage de la lecture, conçu par l'équipe de S. Dehaene sur la base des principes des sciences cognitives

Comme le montrent les travaux de l'équipe de Stanislas Dehaene, c'est avant tout dans le champ des apprentissages de l'enfant que les neurosciences cognitives ont le plus contribué au développement de nouvelles technologies éducatives.

# 2.4

## En quelques points



- Le développement LMS s'inscrit systématiquement dans le choix d'une certaine vision de l'apprentissage, représenté par l'une des trois théories que sont le behaviorisme, le cognitivisme ou le constructivisme, ce choix n'étant généralement pas conscient. Un même LMS peut néanmoins comporter des modules d'obédiences variées.
- Le behaviorisme est une théorie de l'apprentissage centrée sur les comportements de l'apprenant. Les mécanismes cognitifs sous-tendant un comportement ne sont pas niés, mais ils ne sont pas étudiés. Il s'agit de renforcer, ou au contraire d'inhiber un comportement par des systèmes de récompenses. Les expériences de Pavlov sur le conditionnement opérant des chiens constituent l'un des travaux les plus emblématiques de ce courant. Dans le champ des technologies éducatives, les exemples les plus représentatifs de ce courant sont les machines à enseigner de Skinner, et leurs tenants contemporains, comme les flashcards pour la maîtrise de vocabulaire, par répétition.
- Le cognitivisme s'intéresse aux mécanismes fins de l'apprentissage, avec une modélisation de la cognition reprenant souvent la métaphore d'un logiciel. Le cognitivisme sous-tend de nombreux prototypes visant des apprentissages sur des sujets précis (physique, etc.). Quelques concepts généraux issus de cette théorie sont employés de manière générique dans la conception de LMS, comme la charge mentale ; l'objectif consiste alors à ne pas saturer les capacités des apprenants.
- Les traces d'interaction, ou learning analytics en anglais, ne relèvent pas du cognitivisme.
- Le constructivisme met davantage l'accent sur l'apprenant et son développement que sur les contenus à apprendre,

---

et, dans le cas du socioconstructivisme, sur le rôle que les autres apprenants et l'enseignant ou le formateur peuvent jouer, de par leur travail de médiation, dans la progression. Le concept de zone proximale de développement est central à l'idée de différenciation pédagogique : il s'agit de proposer des activités qui correspondent au niveau de l'apprenant à un instant T, ni trop faciles, ni trop complexes.

- ↳ Aucune théorie de l'apprentissage n'a définitivement pris le dessus sur les autres ; chacune à son champ d'application et ses concepts opératoires, et l'on peut en choisir préférentiellement l'une ou l'autre, selon les objectifs pédagogiques visés.
- ↳ Il est fréquent de faire l'amalgame entre neurosciences et behaviorisme ; de nombreuses technologies digitales pour la formation sont d'obédience behavioriste et ne mobilisent que marginalement les résultats des sciences cognitives.
- ↳ Dans le champ de la conception de technologies pour l'éducation et la formation, les neurosciences sont principalement mobilisées au niveau des apprentissages de l'enfant (apprentissage de la lecture, du calcul, troubles dys). La formation d'adultes à distance, travaux utiles à la conception

A travers le behaviorisme, le cognitivisme et le constructivisme, nous avons évoqué les principales théories de l'apprentissage qui peuvent sous-tendre le développement d'un LMS. Ces théories présentent néanmoins un certain nombre de limites lorsque l'on se place dans un contexte de formation d'adultes et dans ce que l'on appelle, dans le langage courant, l'autodidaxie. Par exemple, elles ne distinguent pas l'étudiant de l'apprenant adulte engagé dans la vie professionnelle, et manquent de précision dès lors que l'on s'intéresse aux spécificités de la formation à distance. Pour développer un LMS adapté aux besoins de ses utilisateurs, il convient de prendre en compte les motivations des apprenants, comme leurs contraintes. Pour ce faire, nous allons en premier lieu définir les concepts d'andragogie et d'apprentissage autorégulé. Nous concluons sur les motifs d'engagement en formation et sur les obstacles à la formation, notions fondamentales pour appréhender l'engagement et le désengagement au sein de cours en ligne.

# 2.5

## Formation d'adultes et apprentissage autodirigé



### ▸ 1. Emergence du concept d'andragogie

Si la réflexion sur les spécificités de l'apprentissage de l'adulte remonte au bas mot au début du XX<sup>ème</sup> siècle, Lindeman (1926) en représente l'un des pionniers, il faut attendre aux Etats-Unis le début des années 1960 pour voir apparaître des publications scientifiques sur la question de l'apprentissage informel des adultes. Dans une recherche séminale, Houle (1961) met à jour l'existence de trois types d'apprenants adultes : orientés vers l'objectif, vers l'activité, ou vers l'apprentissage. Des travaux séminaux de Houle vont émerger deux courants de recherche incarnés par des étudiants ayant travaillé

sous sa houlette : l'andragogie a été incarnée par le chercheur-praticien Malcolm Knowles et les projets d'apprentissage de l'adulte seront incarnés par Allen Tough. Alors que la réflexion sur l'andragogie porte sur l'enseignement à des adultes, celle sur les projets d'apprentissage porte sur un apprentissage par des adultes le plus souvent décorrélé de l'institution. Knowles (1975) a joué un rôle central dans l'émergence des concepts d'andragogie et de Self-Directed Learning (SDL), ou apprentissage autodirigé. Il permet de mieux comprendre les spécificités de la formation d'adultes, par rapport à la formation d'enfants. Andragogie s'oppose ainsi à pédagogie. Rappelons que l'étymologie du terme pédagogie est paidos, l'enfant, en grec. L'une des spécificités de la formation d'adultes est le concept d'apprentissage autodirigé.

Ce concept s'appuie d'une part sur le concept d'autodétermination et d'autre part sur celui d'autorégulation. Aussi reprendrons-nous avec Jezegou (2008) la définition que donne Knowles de l'apprentissage autodirigé :

« Un processus dans lequel les individus prennent l'initiative, avec ou sans l'aide d'autrui, de déterminer leurs besoins de formation, de recenser les ressources humaines et matérielles nécessaires à la formation, de sélectionner et de mettre en œuvre les stratégies de formation adéquates, d'évaluer les résultats de leur formation » (Knowles, 1975, p. 18).

Ce concept nous amènera à définir avec Carré (2003) le concept d'apprenant autodirigé :

- « L'apprenant autodirigé est à la fois fortement engagé dans son propre projet (autodétermination), armé de techniques et de ressources cognitives, matérielles et humaines dont il est capable de réguler les usages en fonction de ses propres objectifs (autorégulation), le tout étant fortement soutenu et dynamisé par un sentiment affirmé de son efficacité personnelle à apprendre »
- Pour comprendre en quoi ces concepts sont utiles au moment de la conception de LMS à destination d'un public d'adultes, il faut appréhender la notion de contrôle qu'un dispositif de formation peut exercer sur l'apprenant. Nous allons voir que certaines configurations sont favorables à l'engagement, et, partant de là, avec le maintien en formation, alors que d'autres sont plutôt défavorables.

## ▸ 2. Notions de contrôle, d'hétéroformation et d'autoformation

Jezegou (2008) souligne qu'il est nécessaire de prendre garde à ne pas amalgamer apprentissage autodirigé et autodirection de l'apprenant, au risque de confondre l'apprentissage autodirigé avec ses dimensions psychologiques. L'autodirection est fonction des caractéristiques du dispositif dans lequel elle s'exerce (Spear et Mocker, 1984). Long (1989) étaye la notion d'apprentissage autodirigé en proposant les notions de contrôle psychologique et de contrôle pédagogique. Le premier correspond à l'autodirection de l'apprenant. L'apprentissage autodirigé correspond à l'articulation du contrôle psychologique avec le contrôle pédagogique, que Long nomme également contrôle structurel. Le contrôle pédagogique correspond à la marge de manœuvre dont dispose l'apprenant dans la détermination des différentes composantes des situations d'apprentissage. Le concept est particulièrement utile si l'on veut développer un environnement d'apprentissage personnel (EAP), type de LMS sur lequel nous reviendrons plus tard.

Soit le dispositif laisse une grande marge de manœuvre quant aux choix des objectifs et des méthodes d'apprentissage, soit les situations d'apprentissage sont entièrement conçues et prédéterminées par le dispositif ; nous dirons par la suite d'un dispositif qu'il est hétérostructuré s'il correspond à ce cas de figure. Un contrôle pédagogique fort correspond à un niveau d'ouverture faible, et inversement. L'articulation entre contrôle pédagogique et contrôle psychologique permet de définir quatre situations plus ou moins favorables à l'apprentissage autodirigé (Long, 1989) (Figure 5).

Si le dispositif n'accorde aucune liberté de choix à l'apprenant, les situations d'apprentissage lui étant imposées, et que l'apprenant possède un contrôle psychologique élevé, nous sommes dans une configuration conflictuelle. Jézégou (2008) souligne que face à cette situation, l'apprenant autodirigé « tend à structurer par lui-même un environnement informel propice à ses apprentissages, à la marge du dispositif institué ». L'autodirection ne peut s'exprimer pleinement que dans la mesure où le dispositif exerce un faible contrôle pédagogique et lui offre la marge de manœuvre nécessaire à la structuration de ses situations d'apprentissage, ce qui correspond à la configuration 2. La configuration correspondant à un contrôle psychologique faible et un contrôle pédagogique fort est la moins favorable à l'apprentissage autodirigé. Enfin, le cas où contrôles psychologique et pédagogique sont faibles correspond à la situation « amorphe ».

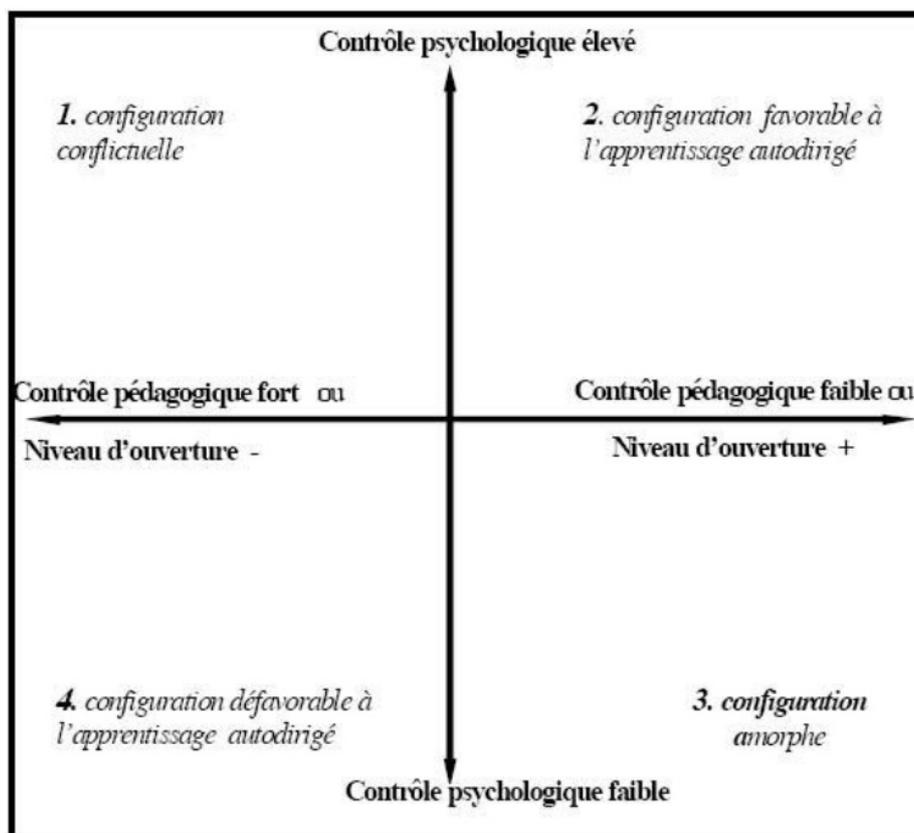


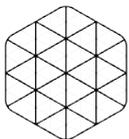
Figure 5. Les quatre configurations plus ou moins favorables à l'apprentissage autodirigé (D'après Long 1989, dans Jezegou 2008)

---

Si l'on fournit à des apprenants un LMS suffisamment bien pensé pour favoriser des apprentissages autodirigés, on peut convaincre une partie des apprenants habitués à un contrôle pédagogique fort de s'approprier un dispositif plus ouvert, qui exige d'eux un plus fort contrôle psychologique. C'est ce que Bouchard (1994) nomme le saut autodidactique. L'apprenant fait le choix de mener par lui-même un projet d'apprentissage de manière autonome malgré l'existence d'alternatives, c'est le phénomène contraire dont nous sommes vraisemblablement témoins avec les MOOC.

Dans une logique d'hétéroformation, c'est un ou plusieurs formateurs qui décident de la structure de la formation, des activités réalisées, l'apprenant subissant ces choix. Dans une logique d'autoformation, l'apprenant a davantage de contrôle sur les caractéristiques de sa formation, ce qui est plus en accord avec la logique andragogique qui devrait sous-tendre la formation d'adultes. Ces concepts sont utiles au moment de la mise au point d'une formation, car ils déterminent le choix des activités mises en place par le formateur, mais aussi au moment de la conception d'un LMS. En effet, certaines fonctionnalités sont favorables à l'autoformation, là où d'autres sont plus adaptées à une logique l'hétéroformation. Il convient dès lors d'appréhender le type de public qui utilisera le LMS, pour connaître les risques que fait peser tel ou tel choix technologique.

Il faut garder à l'esprit que seule une minorité des apprenants sont capables de réaliser le saut autodidactique décrit par Bouchard (1994). Ainsi, imposer à des apprenants non autodirigés un LMS qui favorise une logique d'autoformation peut conduire à la configuration amorphe que décrit Long (1989). A l'inverse, contraindre des apprenants autodirigés à se conformer au caractère contraignant d'un dispositif d'hétéroformation (avec une séquence de vidéo à visionner dans un ordre précis, par exemple), peut conduire à du désengagement. Néanmoins, notre hypothèse est qu'il est plus facile pour des apprenants autodirigés de s'accommoder d'une logique d'hétéroformation - qui sous-tend la plupart des dispositifs de formation, que d'imposer un saut autodidactique.



### ▸ 3. En quelques points

- L'andragogie s'est construite par opposition au concept de pédagogie, pour rappeler qu'il est nécessaire de distinguer les attentes et méthodes de formation efficaces pour un public d'adultes ne sont pas celles qui pourraient marcher pour un public d'enfants. Il est par exemple nécessaire pour les adultes, de disposer de davantage d'autonomie, d'autodirection, et de capitaliser sur des expériences et apprentissages passés. Ces considérations se traduisent avant tout dans la manière de concevoir les formations ; néanmoins, l'adoption de concepts d'andragogie peut inviter à éviter d'envisager des fonctionnalités susceptibles d'infantiliser les apprenants.
- La distinction entre hétéroformation et autoformation est centrale à la conception de LMS. Il permet de déterminer plus aisément si le contrôle pédagogique sur le processus d'apprentissage est laissé au formateur (hétéroformation), ou davantage à l'apprenant (autoformation). Dans ce dernier cas, il s'agit de capitaliser sur son autodirection, que l'on peut décomposer d'une part en autodétermination (qui correspond notamment à la capacité à fixer ses propres objectifs d'apprentissage) et à l'autorégulation (même si les objectifs sont fixés par le formateur, c'est l'apprenant qui contrôle, entre autres, la temporalité des apprentissages).
- Lorsqu'il est nécessaire de gérer de larges cohortes d'apprenants aux profils variés, aucune configuration ne permet d'éviter le désinvestissement de certaines catégories d'apprenants. Lorsque le contrôle pédagogique du dispositif est fort avec des apprenants fortement autodirigés il peut y avoir frustration du fait de la contradiction entre les injonctions de l'équipe pédagogique et l'autonomie de l'apprenant. A l'inverse, un faible contrôle pédagogique avec des apprenants peu autorégulés crée de l'amotivation. Il convient de choisir laquelle des deux configurations est la plus problématique.

# Appréhender l'engagement en formation

## 2.6

Dans cette sous-section, nous commençons par rappeler les origines des recherches sur l'engagement en formation – l'enseignement universitaire, puis la manière dont elles ont évolué lors de leur transposition dans le contexte de la formation d'adultes et de la formation à distance. Nous traitons ensuite des motifs d'entrée en formation, puis des obstacles à la formation, nous focalisant sur des travaux menés dans la formation à distance.

### ▸ 1. Modèles d'engagement et de désengagement

La recherche sur le désengagement en formation a commencé dans le milieu universitaire, avec pour focale les premières années de formation. Tinto (1975) développe, pour appréhender les mécanismes du désengagement des étudiants, un modèle de rétention dont la validité sera confortée par de nombreux travaux postérieurs.

Les forts taux d'attrition constatés au sein des formations à distance vont conduire un certain nombre d'auteurs à appliquer et adapter les modèles développés par Tinto à ce contexte particulier (Sweet, 1986 ; Garrison, 1985 ; Kember, 1989). Les adaptations requises sont de plusieurs ordres ; tout d'abord, on ne raisonne plus à l'échelle d'une année universitaire, mais à celle d'un cours isolé, n'impliquant souvent aucun contact direct, en face à face, avec l'enseignant. L'influence des caractéristiques du cours devient mécaniquement plus importante que dans le cadre d'un cycle d'études de plusieurs années. Encore maintenant, nombre d'opérateurs de la formation à distance participent à un degré ou à un autre aux recherches sur la persistance en formation, dont notamment l'Open University ou le Têluq québécois, avec pour objectif affiché de réduire l'attrition.



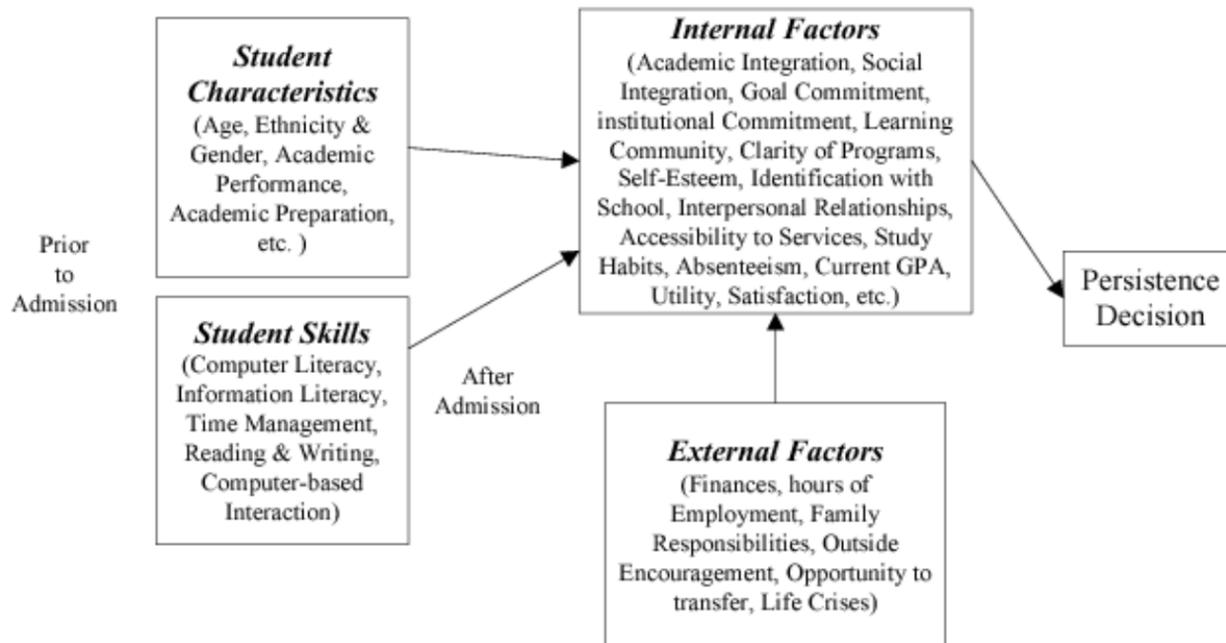


Figure 6. Modèle de Rovai (2003) de rétention des apprenants

Avec la formation de volontaires, nous devons nous pencher sur les recherches focalisées sur les adultes engagés dans la vie professionnelle. Parallèlement à cette réflexion sur l'abandon en formation à distance en contexte universitaire se développe une recherche sur l'abandon au sein de la formation d'adultes (Garrison, 1985). Ces auteurs estiment que le modèle de Tinto n'est pas adapté aux étudiants « non-traditionnels » que constituent notamment les apprenants adultes ; ils proposent de nouveaux modèles, qui accordent moins de poids aux interactions et davantage aux événements extérieurs, responsabilités familiales, charge de travail, etc. Cette réflexion initiée dans le contexte de l'abandon en formation d'adultes sera intégrée pour renouveler les modèles de persistance, afin de mieux prendre en compte tant les spécificités du public que celles du dispositif (Kemp, 2002).

Nous proposons dans la Figure 6 un modèle de persistance en formation proposé par Rovai (2003), qui constitue une simplification à l'extrême des modèles proposés précédemment. Il a le mérite néanmoins de rendre visible la distinction entre facteurs externes et facteurs internes de désengagement. Pour une analyse plus détaillée que les modèles de cette nature, il convient d'entrer plus en détail dans les typologies de motifs d'entrée en formation d'une part, qui permettent de mieux comprendre les dynamiques d'engagement, et les typologies d'obstacles à la formation, qui permettent de mieux comprendre les dynamiques de désengagement.

Le désengagement des apprenants et la sous-utilisation des ressources des plateformes de formation constitue un obstacle majeur et récurrent d'opérations de formation à grande échelle. Il convient dès lors de chercher à lutter contre ce phénomène d'attrition. Les concepteurs de LMS ne sont pas comptables du contenu des formations, mais peuvent mettre en place des mécanismes de gamification pour récompenser la navigation au sein de la plateforme, ou la réalisation d'exercices, pour maintenir l'utilisateur aussi engagé que faire se peut. Le développement de systèmes d'alerte fondés sur les algorithmes de machine learning peut éventuellement être

mobilisé pour détecter de manière précoce des apprenants sur le point de décrocher (Hu et al., 2014).

## ▸ 2. Motifs d'entrée en formation

Carré (2002, p.12) définit les motifs d'inscription, ou motifs d'entrée en formation, comme les « raisons ultimes à la conscience exprimées par les sujets pour expliquer leur démarche d'inscription en formation (Figure 7). Exprimés sous forme d'objectifs, ils traduisent l'objet-but de l'action, c'est-à-dire la finalité du cycle d'action dont la formation fait partie ». Ces motifs ne sont pas mutuellement exclusifs ; ils coexistent généralement dans les déclarations des participants. La référence au motif plus qu'à la motivation permet de souligner le fait que nous n'avons accès qu'aux déclarations de l'apprenant.

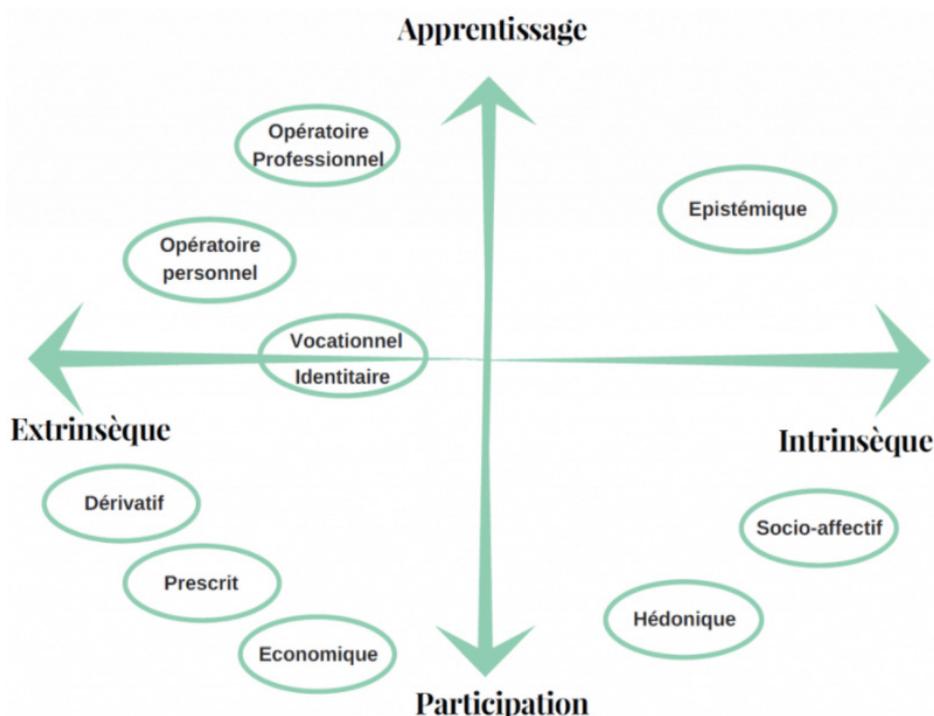


Figure 7. Une typologie de motifs d'entrée en formation, d'après Carré (2002)

Carré définit ainsi dix motifs d'entrée en formation. Parmi les trois motifs d'ordre intrinsèque, nous retiendrons dans notre réflexion le motif épistémique : « Apprendre, s'approprier des savoirs, se cultiver sont des processus qui trouvent leur justification en eux-mêmes ». Parmi les sept motifs d'ordre extrinsèque, nous en citerons quatre. Pour le motif prescrit : « Sous des formes discrètes (la pression de conformité sociale, le conseil d'un hiérarchique, etc.) ou explicites (la contrainte d'inscription), l'engagement en formation est le résultat de l'injonction d'autrui. ».

Pour le motif opératoire professionnel : « Il s'agit d'acquérir des compétences (connaissances, habiletés, comportements) perçues comme nécessaires à la réalisation d'activités spécifiques sur le champ du travail, afin d'anticiper ou de s'adapter à des changements techniques, de

découvrir ou de perfectionner des pratiques, toujours avec un objectif de performance précis. ». Terminons par le motif opératoire personnel : « Il s'agit d'acquérir des compétences perçues comme nécessaires à la réalisation d'activités spécifiques en dehors du champ de travail (loisirs, vie familiale, responsabilités associatives, etc.) ».

L'utilisation de typologies de motifs est fréquente dans les enquêtes sur l'engagement en formation. On recense dans les travaux sur les motivations des apprenants de MOOC un certain nombre de questionnaires susceptibles d'inspirer les concepteurs d'une enquête à destination des apprenants de MOOC (Vrillon, 2019). Une telle enquête gagnerait à inclure une étude des obstacles que rencontrent les participants, et qui ont été conceptualisés dans de multiples travaux que nous synthétisons dans la section qui suit.

### ▸ 3. Obstacles à la formation

Comme le souligne Condé (2018) dans ses recherches doctorales, pour qui « le concept d'obstacle est étudié en éducation et formation des adultes depuis plus de 50 ans », on peut distinguer deux courants, selon que la focale porte sur l'entrée dans la formation, ou qu'elle porte sur la persistance des apprenants déjà engagés dans la formation. Solar et al. (2016) ont récemment effectué une synthèse des recherches sur la première configuration, rappelant qu'il s'agit de comprendre pourquoi des apprenants peuvent être exclus de l'accès à la formation, ou en d'autres termes, pourquoi ils peuvent tout simplement, ne pas s'inscrire. Il est ainsi plus utile pour analyser les inégalités d'accès à la formation.

Dans un second cas de figure, les apprenants sont inscrits mais ne se connectent jamais à la plateforme, ce qui est facile à identifier grâce aux learning analytics. A cet égard, plusieurs auteurs se sont fait le relais de cette critique de la mauvaise description du décrochage dans la formation à distance, en évoquant notamment la question de la quantification du non-start, ou no-show, qui est sensiblement différente de la non-participation, dans le sens où il y a inscription. On distinguera enfin le retrait volontaire (Tinto, 1975), c'est-à-dire le fait que le participant décide d'arrêter de suivre la formation alors qu'il avait commencé à s'impliquer.

Les typologies d'obstacles permettent dans une certaine mesure d'appréhender l'ensemble de ces phénomènes. Nous nous référerons ici à la typologie des obstacles en formation à distance construite par Garland (1992) à partir des travaux de Cross (1981). Ce dernier auteur identifie trois barrières potentielles chez les apprenants adultes. Les barrières d'ordre situationnel sont liées aux circonstances particulières que rencontre l'apprenant, responsabilités familiales, etc. Les barrières d'ordre dispositionnel, liées aux croyances, attitudes, ou valeurs de l'étudiant. Les barrières d'ordre institutionnel, dépendant de l'institution et des caractéristiques de la formation. Garland (1992) développe le travail de Cross selon une approche ethnographique, dans le contexte de recherches sur l'enseignement à distance. Elle propose une catégorie supplémentaire, la barrière épistémique, liée notamment aux attentes des étudiants, à la pertinence du contenu de la formation au regard de ces attentes, à la maîtrise des prérequis. Des recherches ultérieures dédiées à l'apprentissage sur Internet feront émerger enfin une dernière forme de barrière, la barrière technologique : les difficultés d'accès à Internet, la familiarité avec les technologies en font partie. D'autres auteurs ont proposé des terminologies sensiblement différentes, néanmoins, cette typologie des « barrières », bien qu'imparfaite – le terme « institutionnel » semble désuet – est relativement stabilisée.

Cette terminologie a été réemployée par la suite dans des contextes variés, aussi bien dans celui de la formation à distance, que dans celui de l'enseignement en ligne, plus spécifiquement. Ces barrières peuvent être mises en jeu dans les différentes formes d'attrition qui caractérise une formation. Notons que le motif correspond à l'explication avancée par l'apprenant, et pas nécessairement la motivation qui a effectivement conduit au retrait volontaire, ce décalage étant inhérent à tout travail basé sur les données déclaratives. Nous nous proposons maintenant de reprendre avec Garland (1992) ces différentes barrières, afin de préciser leur définition.

Dans le cas de la barrière situationnelle (Garland, 1992, p.124), ce sont les circonstances particulières de la vie de l'individu qui sont à l'origine du retrait volontaire. L'auteur liste les éléments suivants : manque de support de la part des pairs ou de la famille, environnement de travail peu propice à l'apprentissage, notamment du fait de responsabilités domestiques, manque de temps, dû à un changement de situation familiale ou professionnelle, ou dû au fait que la formation prend davantage de temps que prévu initialement, problèmes de santé, engagement dans un nombre de tâches excessif.



Dans le cas de la barrière dispositionnelle (Garland, 1992, p.131), ce sont des dispositions personnelles que l'individu met en avant pour justifier sa décision : le participant n'a pas d'objectif clair de ce qu'il désire, éprouve des difficultés à gérer son temps, notamment car il a tendance à procrastiner, éprouve des difficultés à se structurer, à s'imposer la discipline nécessaire pour le bon suivi de la formation. Il peut invoquer son style d'apprentissage, comme la nécessité de pouvoir interagir en face-à-face avec un instructeur ou avec des pairs, ou au contraire un besoin d'indépendance, il déclare mal supporter, de manière générale, le fait d'avoir à se plier à des contraintes imposées par un membre de l'équipe pédagogique.

Dans le cas de la barrière institutionnelle (Garland, 1992, p.126), l'individu met en avant des manquements de l'institution ou de l'équipe pédagogique, ou diverses caractéristiques des cours, pour justifier sa décision de se retirer. Le rythme du cours est insuffisant, ou au contraire trop rapide. L'équipe pédagogique est trop peu réactive aux yeux du participant, les retours éventuels se révèlent de médiocre qualité. Des changements déstabilisants du fonctionnement du cours sont réalisés. Les ressources pédagogiques sont de médiocre qualité, les vidéos sont ennuyeuses, ou il existe des erreurs. Les objectifs du cours, ou les instructions et les dates-limites ne sont pas suffisamment clairement expliqués.

Enfin, dans le cas de la barrière épistémique (Garland, 1992, p.134), c'est sur la discipline et le contenu du cours que l'individu trouve la justification de son abandon : difficulté avec une discipline particulière (exemple : je ne suis pas bon en gestion de projet), manque de maîtrise des prérequis, décalage entre les attentes en termes de contenu et l'offre de cours, pour un cours qui, par exemple, ne serait pas suffisamment pratique. Le cours peut utiliser un vocabulaire trop technique, trop théorique eu égard aux attentes de l'apprenant. Dans les exemples cités par l'auteur, le participant déclare ne pas parvenir à appliquer à son activité professionnelle ou personnelle le contenu du cours. Il s'attendait à ce qu'une thématique particulière ait été abordée, ou au contraire constate que les thématiques abordées dans la formation ne sont pas celles qu'il attendait. Enfin, il peut y avoir un manque de cohérence interne, entre les ressources pédagogiques rendues disponibles, et les tâches prescrites.

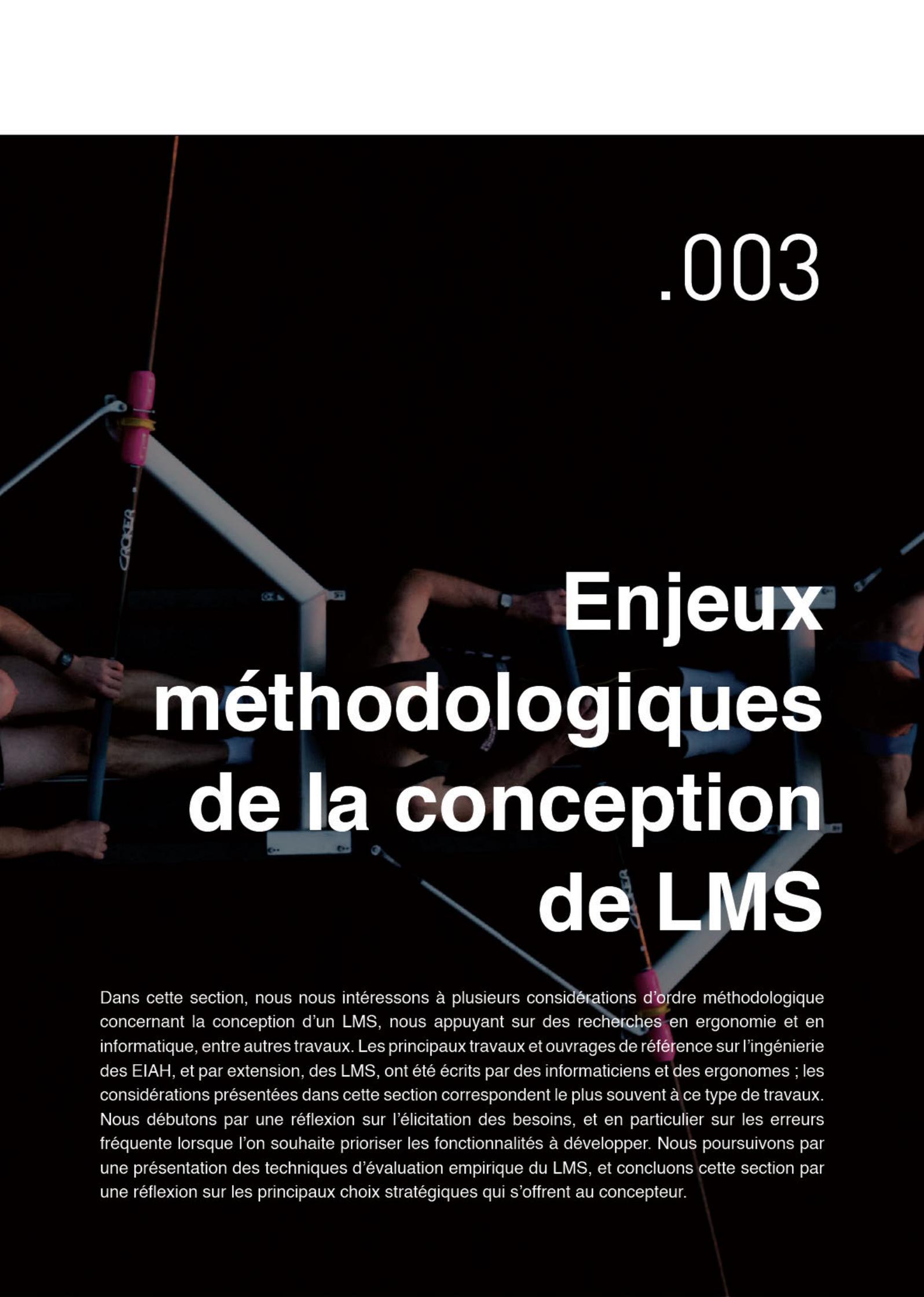
Il peut être utile de suivre de manière aussi précise que possible les obstacles que rencontrent les apprenants inscrits dans la formation, en particulier si des tendances fortes au désengagement sont constatées.

Avoir, le plus tôt possible dans le processus de conception, une description précise des utilisateurs et des contraintes dans lesquels ils évoluent, constitue un préalable nécessaire au développement des premières maquettes. L'étape suivante consiste à étudier les attentes de ces utilisateurs en termes d'apprentissage et à leur soumettre un certain nombre de propositions à des fins d'évaluation. Nous détaillons les différentes composantes de ce travail dans une troisième partie de la note de cadrage.

## ▸ 4. En quelques points

- Pour comprendre les dynamiques d'engagement et de désengagement en formation, notamment en formation à distance, il est nécessaire d'appréhender non seulement les mécanismes internes du maintien de la motivation, et notamment les motifs d'entrée en formation, mais également les contraintes externes susceptibles de peser dans la décision de se retirer d'une formation.
- Des algorithmes de machine learning peuvent aider à identifier des apprenants sur le point de décrocher.
- Les motifs d'entrée en formation permettent de dresser des profils d'apprenants, dont le comportement au sein de la formation variera en fonction de leur motivation. Parmi ces motifs, on peut distinguer avec Carré ceux qui relèvent de la motivation extrinsèque de ceux qui relèvent de la motivation intrinsèque, ceux où la focale porte sur l'apprentissage, et ceux où la focale porte sur la participation à la formation.
- Le motif opératoire professionnel [REDACTED] [REDACTED] constituera sans doute un motif prépondérant pour les apprenants concernés par le développement de ce LMS.
- On peut dresser une typologie des obstacles susceptibles de démobiliser les apprenants. Les barrières situationnelles sont liées au contexte dans lequel ils évoluent (manque de temps, etc.), les dispositionnelles à l'état motivationnel de l'apprenant, les barrières institutionnelles aux problèmes générés par les organisateurs des formations, et les barrières épistémiques à l'inadéquation entre le niveau d'exigence de la formation (en termes de prérequis ou d'attentes) et le niveau effectif des apprenants.



The background image shows a person in a dark tank top and shorts rowing on a Concept2 rowing machine. A second person is partially visible on the left, holding the machine's frame. The scene is dimly lit, with the machine's components and the person's form highlighted by some light sources. The overall tone is professional and focused on physical activity or ergonomics.

.003

# Enjeux méthodologiques de la conception de LMS

Dans cette section, nous nous intéressons à plusieurs considérations d'ordre méthodologique concernant la conception d'un LMS, nous appuyant sur des recherches en ergonomie et en informatique, entre autres travaux. Les principaux travaux et ouvrages de référence sur l'ingénierie des EIAH, et par extension, des LMS, ont été écrits par des informaticiens et des ergonomes ; les considérations présentées dans cette section correspondent le plus souvent à ce type de travaux. Nous débutons par une réflexion sur l'élicitation des besoins, et en particulier sur les erreurs fréquente lorsque l'on souhaite prioriser les fonctionnalités à développer. Nous poursuivons par une présentation des techniques d'évaluation empirique du LMS, et concluons cette section par une réflexion sur les principaux choix stratégiques qui s'offrent au concepteur.

# 3.1

## Phase d'élicitation des besoins et dangers de l'inductivisme

Face à la diversité des besoins potentiellement exprimés par les utilisateurs (formateurs, apprenants), se pose en premier lieu la question de la priorisation des fonctionnalités à développer. Nous voulons ici attirer l'attention sur les risques de certains partis pris méthodologiques dans le contexte spécifique de l'ingénierie des LMS. Nous allons dans cette section nous attarder sur quelques obstacles classiques qu'il faut garder à l'esprit lors de la phase d'élicitation des besoins : s'en tenir aux seuls besoins exprimés par les utilisateurs, tomber dans une forme d'inductivisme – nous reviendrons sur la signification de ce terme, et négliger le fait que l'on a affaire à deux types d'utilisateurs, les formateurs d'une part, et les apprenants, d'autre part.

### ▸ 1. Phase d'élicitation : distinguer différents types de besoins

Avant de réaliser une analyse précise des besoins, auprès d'un panel représentatif d'utilisateurs, il convient d'établir une définition claire de ce que représente un besoin. Trois dimensions décrivant ces besoins nous semblent utiles à rapporter ici. Le premier axe est le degré d'explicitation, le second est le caractère fonctionnel ou non du besoin, le dernier correspond à son degré de généralité. Nous nous focaliserons ici uniquement sur la première dimension. À cette fin, il faut tout d'abord distinguer les besoins conscients, des besoins non-conscients et des besoins latents. Les besoins conscients sont explicitement formulés par les utilisateurs (Robertson, 2001), spontanément ou en réaction à des questions spécifiques. Les entretiens individuels comme les focus groupes peuvent être des méthodes privilégiées pour la récolte de tels besoins. Néanmoins, "les besoins conscients sont généralement incomplets, voire en décalage avec les besoins réels" (ibid), d'où les limites des méthodes fondées uniquement sur l'approche auto-déclarative.

Les besoins non conscients “résultent de plusieurs facteurs possibles. L’absence d’opportunité offerte aux utilisateurs concernés pour réfléchir à leur activité actuelle est un premier facteur. Un second réside dans la méconnaissance qu’ont les utilisateurs des propriétés et des potentialités offertes par la technologie choisie, empêchant ainsi la mise en correspondance de ces potentialités avec les propriétés critiques de la tâche et de l’activité ciblée. Un dernier facteur majeur réside dans la nature non verbalisable de certains besoins, liée notamment à une grande part d’automatismes dans l’activité” (ibid).

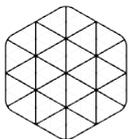
Enfin, les besoins latents se « caractérisent par leur nature non encore avérée ou encore « inimaginée » (ibid). Ce troisième type de besoin est un enjeu important pour les technologies émergentes, encore au stade du développement en laboratoire, et à la recherche de leurs applications”. Les innovations de rupture, dans le domaine de la conception de LMS, relèvent de ce cas de figure. Il nous faut maintenant préciser le lien qui unit l’analyse des besoins, l’utilité, et l’évaluation de cette dernière. “Le besoin peut désigner initialement les fonctions ou propriétés possibles, voire souhaitables pour l’artefact à concevoir” (ibid). Ce n’est que lorsqu’il a été traduit sous la forme de fonctions et de propriétés de l’artefact que l’utilité de ces dernières peut être évaluée.

Cette distinction entre différents types de besoins nous semble essentielle dans les phases préliminaires du travail de conception. Une innovation de rupture répond, par définition, à des besoins non exprimés. Se fonder sur les seuls besoins conscients conduit au mieux à des innovations de continuité, redondantes le plus souvent avec des outils existants. Un aphorisme est parfois employé à cette étape : « demandez à un Romain ce qu’il imaginerait pour révolutionner les modes de transportation, il vous répondra qu’il voudrait un char allant plus vite ». Il ne pensera pas spontanément à l’avion, raison pour laquelle le concepteur doit venir avec une perspective propre, ou qu’il s’entoure de personnes ayant cette expertise.

## ▸ 2. Traitement de la multiplicité des besoins exprimés

Une fois le travail d’élucidation complété, une erreur classique consiste, comme nous venons de le souligner, à s’en tenir aux seuls besoins exprimés. Mais quand bien même ces derniers coïncideraient avec d’autres sources d’inspiration pour le choix des fonctionnalités – devenir du LMS, exigences du financeur – il existe une nouvelle source de problèmes : suivre une approche inductiviste de leur traduction en fonctionnalités. Par approche inductiviste, nous entendons une vision qui consiste à refuser la moindre idée préconçue sur ce que devrait instrumenter l’artefact à concevoir, et vouloir identifier les fonctionnalités d’intérêt principalement sur la base de discours d’utilisateurs et d’observations de terrain, avec une interprétation aussi minimaliste que possible. On retrouve régulièrement des mises en garde contre cette approche dans les recherches en ergonomie (Haradji et Faveaux, 2006). Certains auteurs, dont les rédacteurs de cette note font partie, ayant exemplifié le problème dans le cadre de la conception de LMS (Cisel et Baron, 2018). De ce point de vue, les besoins à spécifier n’émergent pas spontanément de l’observation du terrain, d’un simple catalogage de situations d’apprentissage ou de besoins auto-déclarés.

La mise à l’épreuve en conditions réelles de plusieurs LMS a par ailleurs suggéré que de nombreuses difficultés d’appropriation découlent justement de la plurivocité qui caractérise les projets de conception (Cisel et al., 2019), vocable compris dans le sens où l’entend Decortis



(2015, p. 135) : de multiples voix s'expriment simultanément – apprenants, financeurs, formateurs, concepteurs – et les tentatives de trouver une synthèse qui satisfasse tout le monde, au moins au moment des réunions, nuisent en définitive à la cohérence globale du produit. Les concepteurs sont souvent alors confrontés à la fallace dite « du juste milieu » : l'erreur consiste à penser qu'une solution (momentanément) consensuelle – synthétisant des demandes hétéroclites – permet de déboucher sur des solutions satisfaisantes sur le long terme. Il faut dès lors avoir à l'esprit une méthode pour prioriser les besoins exprimés.

Dans le champ scientifique, les arbitrages reposent sur un regard théorique préexistant, un cadre conceptuel, des hypothèses à tester ; une telle démarche ne présente que peu d'intérêt pour un acteur dont la fonction n'est pas de produire de nouvelles connaissances, ce qui est le cas de la majorité des entreprises. Dans un contexte de conception d'un produit qui se réclame de l'innovation, nous suggérons dès lors de se conformer aux approches classiques du marketing : parmi les besoins exprimés, il s'agit d'identifier ceux qu'aucun outil ne vient satisfaire de manière performante.

En définitive, si les besoins des utilisateurs doivent être évidemment pris en considération pour restreindre le champ des possibles, en amont de tout développement, cette étape ne permet généralement pas de contraindre de manière suffisamment stricte le champ des possibles pour que l'orientation générale de la solution à développer s'impose d'elle-même, comme le souhaiterait un inductiviste convaincu. Les choix stratégiques, où il s'agit d'arbitrer entre les différentes solutions jugées pertinentes, n'émergent pas spontanément du discours des utilisateurs finaux.

### ► 3. Entre enquête initiale et retours en cours de conception : l'équilibre à trouver

Un dernier point nous semble important à souligner : il faut trouver un bon équilibre, lorsque l'on mène une enquête auprès des utilisateurs finaux, entre les ressources que l'on consacre en amont des choix stratégiques, et les ressources que l'on consacre en aval, lorsque les maquettes sont dessinées et les prototypes codés. Les investissements en amont se font souvent au détriment des investissements en aval. Nous avons montré, dans le cadre des recherches sur un LMS, que le temps d'enquête réalisé pour éclairer les choix stratégiques n'avait pas permis de dessiner une direction claire (Cisel et al., 2019), et que trop peu de temps avait été investi pour mettre à l'épreuve les éléments effectivement réalisés, maquettes ou prototypes.

En effet, le travail d'évaluation de maquettes est central. Dès lors, avec Bruillard et al. (2000), nous recommandons de travailler avant tout sur des maquettes et « d'évaluer ces maquettes le plus tôt possible auprès des deux catégories d'utilisateurs : enseignants et étudiants ou élèves », ou dans notre cas, formateurs et apprenants. Cette considération de bons sens va nous amener à dresser avec Tricot et al. (2003) une typologie des méthodes d'évaluation des LMS, dont les maquettes, qui se fonde sur la distinction entre évaluation empirique et évaluation par inspection, et sur le triptyque utilité, utilisabilité, acceptabilité.

## ▸ 4. En quelques points

- En matière de conception de LMS, il faut distinguer les besoins conscients, traduisibles directement en fonctionnalités et explicités par les apprenants lors de séances d'élicitation, de besoins non-conscients, que le concepteur doit faire émerger sur la base, notamment, des difficultés exprimées. Les besoins latents se distinguent par leur caractère «inimaginé», et correspondent aux innovations de rupture.
- Face à la multiplicité des besoins exprimés par les utilisateurs, adopter une approche inductiviste de la conception, sans principe clairement défini pour trier les différents besoins exprimés, peut présenter des risques. En effet, cela peut conduire à vouloir traduire dans le LMS des besoins incompatibles, ou un nombre trop important de fonctionnalités, ce qui peut nuire à l'utilisabilité du produit.
- Dans l'enquête menée auprès des utilisateurs, il convient d'éviter à ce que le temps consacré à l'élicitation des besoins prenne trop le pas sur le temps consacré à l'évaluation des interfaces et des prototypes. En effet, il faut être en mesure d'effectuer des ajustements rapides et parfois conséquents, qui sont souvent trop coûteux si cette phase du travail n'a pas été réalisée à temps, ou a été considérée comme une simple formalité.

# 3.2

## Evaluer empiriquement l'utilité des propositions effectuées

### ▸ 1. Utilisabilité, utilité, acceptabilité : le triptyque de l'évaluation

Commençons par nous attacher aux questions de définition. Alors que l'utilisabilité caractérise l'interface, « l'utilité est une propriété se situant à l'interface entre le système, le sujet et la situation, correspondant à une réponse à un besoin ou à une attente de l'utilisateur. [...] D'autres termes aux significations proches ou partiellement connexes à l'utilité sont parfois aussi mobilisés, par exemple celui de pertinence, ou encore d'adaptabilité et de compatibilité » (Scapin et Bastien, 1997). Nous conserverons dans ce document le terme d'utilité.

Loup-Escande et al. (2013) soulignent que beaucoup des réflexions menées sur l'ergonomie portent sur l'utilisabilité, « à tel point qu'il n'est pas rare que l'ergonomie soit assimilée à cette seule dimension de l'utilisabilité (Burkhardt et Sperandio, 2014). Pour certains auteurs, toutefois, le critère d'utilité est considéré comme premier. L'idée est en effet que même parfaitement utilisable, un objet inutile peut difficilement être qualifié d'ergonomique (Nielsen, 1993; Burkhardt et Sperandio, 2004) ».

Nielsen (1993) distingue quant à lui d'un côté l'utilité désignant les buts que le système est censé permettre d'atteindre (« utility », traduite par Tricot et al. (2003) au travers des termes « utilité théorique »), et, de l'autre côté, l'utilité désignant le but que le système, utilisé par un utilisateur donné, permet effectivement d'atteindre dans des situations spécifiques (« usefulness », c'est-à-dire l'utilité réelle / pratique ; Tricot et al., 2003) » (Figure 8). Les deux dimensions d'utilité théorique et d'utilité pratique ne sont pas indépendantes, au sens où l'utilité pratique inclut l'utilité théorique en plus de l'utilisabilité. Les méthodologies associées à l'évaluation de ces dimensions



néanmoins distinctes sont distinctes, l'utilité pratique invitant davantage à l'emploi des méthodes de l'évaluation empirique.

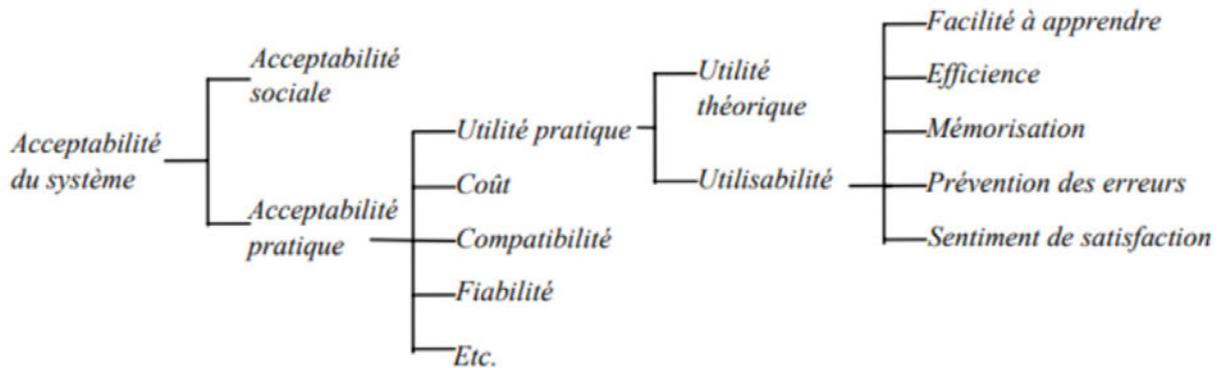


Figure 8. Traduction par Tricot et al. (2013) du modèle de Nielsen (1993)

Dans le modèle de Nielsen (1993) l'acceptabilité du système, élément qui détermine si le LMS sera utilisé ou non, dépend de l'utilité et de l'utilisabilité, mais pas uniquement. Les questions de coût et d'acceptabilité sociale sont également à prendre en considération. Une fois que l'on a clairement à l'esprit les différentes dimensions sur lesquelles évaluer un logiciel, il convient de mettre en œuvre des méthodes adaptées à chacune de ces dimensions.

Les travaux de synthèse sur les méthodes d'évaluation des EIAH (Tricot et al., 2003 ; Jamet, 2006) distinguent généralement les méthodes d'évaluation empirique, qui consistent à mettre à l'épreuve le LMS auprès d'apprenants et de formateur, et les méthodes dites analytiques ou par inspection (Scapin et Bastien, 1997), un expert passant en revue les interfaces et mesurant notamment leur adéquation avec l'intention didactique qu'il souhaite porter. Nous présentons dans le Tableau 1 le croisement entre méthodes empiriques et analytiques, et les trois dimensions de l'évaluation que nous avons présentées. L'exemplification de chacune de ces approches dépasse le cadre de ce document. Néanmoins, nous proposons dans les prochaines sections deux approches de l'évaluation du LMS, la première par inspection, la seconde en nous focalisant sur des maquettes, illustrant notre propos avec l'évaluation d'un tableau de bord.

Type d'évaluation	Empirique	Par inspection
Utilité	Adéquation entre objectif défini et apprentissage effectif Adéquation entre dispositif et format de la connaissance à acquérir Différence entre niveau de connaissances initial et terminal Mesures par des tâches de : – reconnaissance – rappel (contenu / structure) – résolution de problème – détection d'erreurs – production	Précision et présentation des objectifs Adéquation contenus / objectifs Précision du scénario didactique Adéquation scénario / objectifs / contenus Mise en œuvre des processus cognitifs et méta cognitifs Régulation Évaluation
Utilisabilité	Possibilité d'apprendre à utiliser le système Gestion et Prévention des erreurs Mémorisation du fonctionnement Efficience Sentiment de satisfaction  Évaluation par : – observations – entretiens – analyse des parcours	Guidage et Incitation Groupement / Distinction des items par localisation ou format Feed-back immédiat et nature du feed-back Charge de travail Contrôle explicite Adaptabilité Gestion des erreurs Qualité des messages Homogénéité et cohérence Signifiante des codes et dénominations
Acceptabilité	Motivation Affects Culture Valeurs  Évaluation par : – observations – entretiens – questionnaires	Acceptabilité en termes d'adéquation aux : – besoins ou objectifs de l'institution – attentes des apprenants – caractéristiques des apprenants Acceptabilité en termes de compatibilité avec : – l'organisation du temps – l'organisation des lieux Présence du matériel nécessaire Planification et suivis lisibles et cohérents Visibilité des résultats

Tableau 1. Une classification des méthodes employées pour évaluer les différentes dimensions d'un LMS proposée par Tricot et al., 2003

La question de l'évaluation de l'utilité est compliquée par le caractère davantage relatif des critères utilisés pour réaliser l'évaluation, ce qui n'est pas le cas pour l'utilisabilité. Comme le soulignent toujours Loup-Escande et al. (2013), toute tentative se heurte au fait « qu'il n'y a pas aujourd'hui – pour le praticien comme pour le chercheur en ergonomie – de cadre théorique ou méthodologique traitant explicitement de l'utilité pour guider la conception et définir les objectifs à atteindre, comparativement à la précision et la plus grande diffusion des cadres, des méthodes et des objectifs associés à l'utilisabilité ».

En d'autres termes, il n'existe pas de méthode consensuelle pour évaluer l'utilité d'une fonctionnalité ou la pertinence d'un besoin, d'autant qu'il faut prendre en considération, en plus des avis des utilisateurs finaux, les exigences des financeurs, et les objectifs à long terme des concepteurs du LMS. La littérature scientifique ne peut se substituer aux choix politiques et stratégiques lors de ce travail de priorisation. En revanche, elle peut, comme nous l'avons vu, fournir des éléments de réponse quant aux différentes dimensions de l'application à évaluer. Ce processus d'évaluation peut débuter dès les premières étapes de conceptualisation, par la modélisation de l'activité, approche que nous développons plus avant dans la section qui suit.

## ▸ 2. Modélisation de l'activité et adéquation entre scénarios et objectifs

Mesurer l'adéquation entre un scénario d'utilisation et les fonctionnalités du LMS constitue une première approche possible de son évaluation, et peut être mobilisée dans le cadre d'une évaluation analytique. La logique de la construction du modèle de la tâche future, le scénario d'utilisation, implique de définir une activité qui n'existe pas encore. Il s'agit d'identifier les "logiques à préserver, et les dysfonctionnements à dépasser" (Haradji et Faveaux, 2006). Cette approche impose d'appréhender les mutations de l'activité. Toujours pour les auteurs, "le passage de la description des tâches de l'existant à la description des tâches futures permet de poser explicitement les transformations qui sont envisagées dans le métier (par exemple, du fait des évolutions techniques) et d'en imaginer les conséquences sur l'activité future". Nous proposons de reproduire dans le tableau suivant un modèle de tâches futures qui intégrerait l'utilisation par un formateur d'un tableau de bord lors d'une séance de génération et de catégorisation d'idées, cet exemple étant issu du travail sur le développement d'un LMS nommé le Carnet Numérique de l'Éleve Chercheur (Tableau 2) (Cisel et al., 2019).

Macro-séquence d'interaction	Séquence d'interaction	Séquence d'interaction Unité élémentaire d'interaction
Faire participer l'ensemble du groupe à une séquence de mutualisation d'idées	Demander aux apprenants de rédiger des idées	Donner une consigne aux apprenants pour qu'ils génèrent des idées
		Identifier via le tableau de bord les apprenants ou les groupes n'ayant pas participé à la génération d'idées
		Encourager via l'application les apprenants ou les groupes n'ayant pas participé à la production d'idées

Tableau 2. Modèle des tâches futures de l'utilisateur, pour le tableau de bord

Ancrer l'évaluation de l'utilité dans la phase de spécification nous semble indispensable si l'on souhaite que le LMS permette la réalisation de cette tâche future. Il peut être utile de schématiser où les différentes fonctionnalités développées interviennent, soit à l'échelle des macro-séquences d'interaction, soit à l'échelle des unités élémentaires d'interactions. Nous représentons dans la Figure 9 une schématisation des usages des différentes fonctionnalités du CNEC, destiné à l'enseignement de la démarche d'investigation en collège. On se situe ici à l'échelle d'une macro-séquence d'interaction.

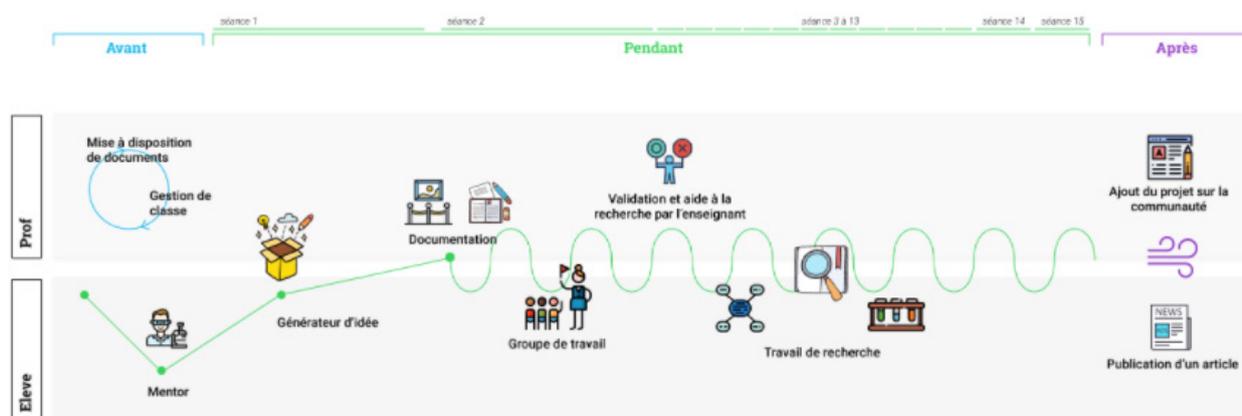


Figure 9. Schématisation de l'activité et de l'utilisation du LMS dans les différentes phases (Génération d'idée, fonctionnalités de documentation)

Une fois cette première schématisation réalisée, il est plus facile d'évaluer l'adéquation des propositions envisagées avec les objectifs d'apprentissage, le travail sur maquettes peut commencer.

### ► 3. Evaluation de maquettes : exemplification en informatique décisionnelle

Nous nous proposons dans cette section de présenter des exemples d'évaluation empirique de l'utilité de composantes d'un LMS en cours de conception, et plus particulièrement de tableaux de bord, composante centrale de l'informatique décisionnelle. Le travail sur maquette au préalable d'éviter les développements coûteux et inutiles. En plus d'approches qualitatives fondées sur des entretiens et des focus groupes (Beaud et Weber, 2010 ; Blanchet et Gotman, 2010 ; Cisel, 2020), il est fréquent, lorsque l'on peut réunir suffisamment d'utilisateurs potentiels, de mettre en œuvre des enquêtes quantitatives. Une approche simple consiste alors à présenter une maquette à l'apprenant ou au formateur et lui demander d'identifier si une composante donnée est jugée utile, soit de manière binaire, soit via une échelle de likert. Nous montrons dans la Figure 10 une maquette de tableau de bord présentée aux apprenants en amont de tout développement, et dans la Figure 11 des graphiques représentant les résultats d'une enquête menée sur cette maquette.

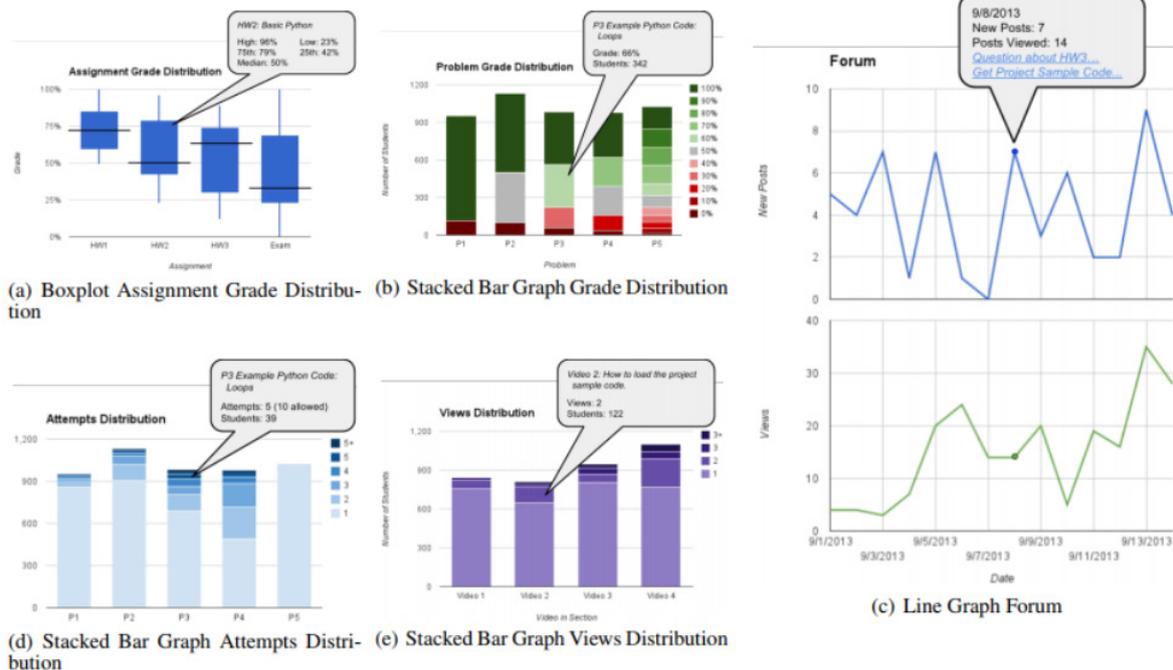


Figure 2. Mockups shown to survey participants. The call out bubbles represents what will be seen if the user hovers the mouse over a part of the graph.

Figure 10. Une maquette de tableau de bord présentée aux enquêtés dans l'enquête de Stephens-Martinez et al. (2014)

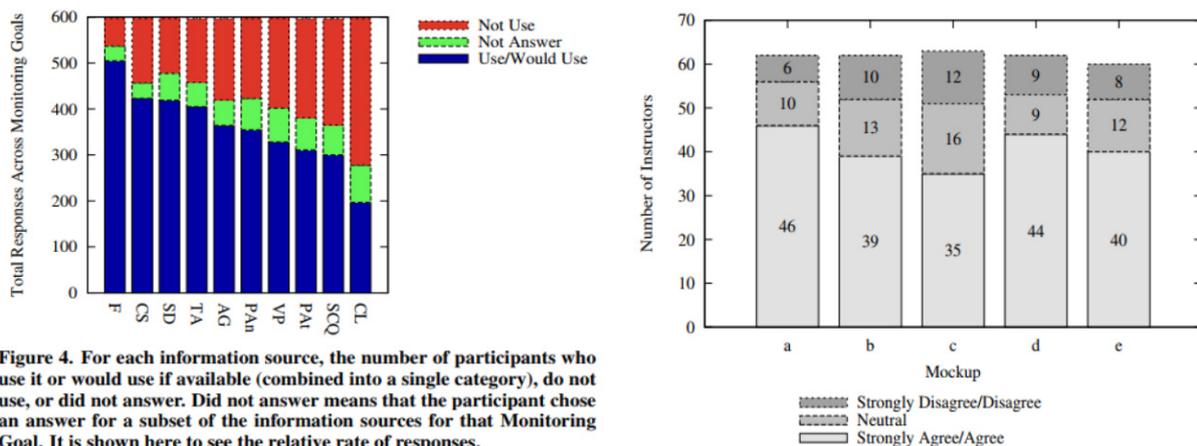
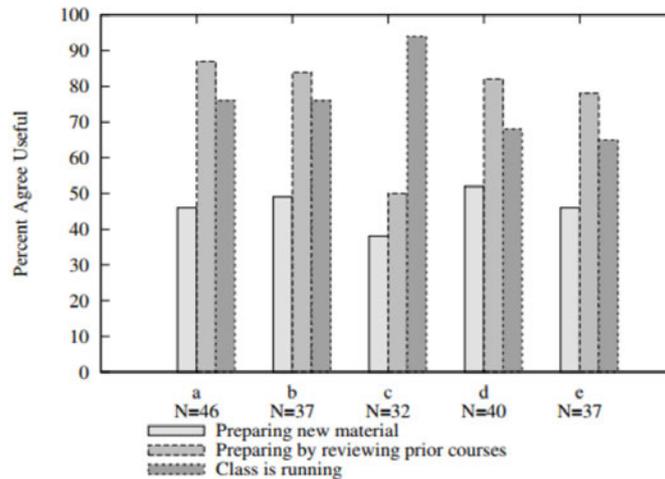


Figure 4. For each information source, the number of participants who use it or would use if available (combined into a single category), do not use, or did not answer. Did not answer means that the participant chose an answer for a subset of the information sources for that Monitoring Goal. It is shown here to see the relative rate of responses.

Figure 6. Likert scale responses to the statement "This visualization is useful." Letters correspond to Figure 2's subfigures.

Figure 11. Analyse des réponses sur l'intention d'usage de différentes composantes d'un tableau de bord. On notera l'existence d'approches binaires, où l'utilisateur potentiel se voit demander s'il utiliserait ou non la composante (Gauche), ou d'une échelle de valuation, qui pourra être utilisée pour mesurer l'utilité perçue de telle ou telle composante (Droite).



**Figure 8. Responses to the question “When would you use this mockup,” with choices in terms of three phases in a “MOOC cycle”: preparing new material, preparing by reviewing previous course runs, and while the class is running. Letters correspond to Figure 2’s subfigures.**

*Figure 12. L’utilité de différentes composantes du tableau de bord, perçue au travers de la phase de l’activité au cours de laquelle l’utilisateur envisage de mobiliser l’artefact*

Pour aller plus loin dans l’évaluation de l’utilité de l’application, on peut également distinguer l’étape à laquelle telle ou telle composante du LMS serait jugée plus utile. Dans la Figure 12, nous exemplifions cette approche avec les différentes composantes d’un tableau de bord. Nous recommandons dès lors de décomposer l’activité de l’apprenant et du formateur en un certain nombre d’étapes avant de mettre en place de type de questionnaire. L’un des apports potentiels de la littérature scientifique consiste à proposer des questionnaires développés pour une composante générique d’un LMS, et qui peuvent dès lors être facilement à tout projet de conception dans le domaine. Scheffel et al. (2017) définissent par exemple des dimensions génériques pour tout tableau de bord, comme la clarté des données collectées, de l’intention sous-jacente à la collecte, l’impact sur la motivation et la réflexion (Tableau 3, Figure 28, Annexes). Un certain nombre d’enquêtes sont disponibles dans la littérature scientifique – leur recensement dépasse les objectifs de ce document. Il peut être utile de rechercher s’il existe des travaux mobilisant des questionnaires génériques sur une composante donnée, lorsque l’on s’attache à en réaliser l’évaluation. Une fois les premiers prototypes codés, une seconde approche peut être suivie, fondée sur l’analyse des traces laissées par les apprenants : l’analyse de parcours.

#### ► 4. Techniques d’analyse de parcours

Les maquettes ne permettent pas de travailler en conditions réelles, et lorsque le prototype est développé, les techniques d’observation où l’enquêteur est présent lors de l’utilisation présentent un certain nombre de limites, dont notamment les contraintes de temps, qui empêchent de réaliser un nombre élevé d’observations. Les enquêtes qualitatives ou quantitatives peuvent également souffrir d’un défaut de représentativité de l’échantillon choisi. Les techniques d’observation fondées sur l’analyse de parcours facilitent le contournement de ces obstacles. Elles visent à documenter et à analyser la trajectoire de l’utilisateur au sein du LMS, permettant d’envisager des tests utilisateurs de plus grande ampleur, et/ou n’imposant pas la présence d’enquêteurs. Si

la fonction peut être identique, on sort ici néanmoins du cadre des méthodes qualitatives.

L'analyse des parcours peut se fonder sur des enregistrements vidéo de l'usage de l'interface, réalisés ou non par des logiciels de capture d'écran (on parle alors parfois de screenflow), ou sur des analyses de traces d'interaction (ou learning analytics), si celles-ci sont disponibles. Cette dernière approche peut être intéressante si les traces reflètent de manière précise le comportement de l'utilisateur, car elle économise un temps conséquent si l'alternative consiste à coder manuellement des événements capturés sur une vidéo. On pourra citer pour illustrer cette approche le cas d'une expérience menée par Faber et al. (2017), où l'analyse de traces d'interaction a permis d'évaluer l'utilisation d'un tableau de bord dans un contexte où plusieurs centaines d'utilisateurs testaient le LMS, dans près de 80 établissements. Un tel travail aurait été presque impossible à mener s'il avait fallu analyser le flux vidéo de dizaines d'utilisateurs. Il faut néanmoins prendre garde au fait que les événements les plus significatifs d'une navigation au sein du LMS peuvent ne pas générer de traces.

## ▸ 5. En quelques points

- L'utilité, l'utilisabilité et l'acceptabilité d'une technologie représentent les trois concepts généralement mobilisés pour en réaliser l'évaluation. Si les modèles abondent pour évaluer l'acceptabilité et l'utilisabilité, il n'existe pas de consensus fort quant aux méthodes d'évaluation de l'utilité.
- Au cours des phases de conception, il convient de schématiser l'activité de l'apprenant, ainsi que les situations au cours desquelles les différentes fonctionnalités du LMS peuvent être mobilisées.
- L'évaluation des maquettes, en amont de tout développement, permet de faire des économies considérables car les changements à envisager sont, à ce stade, peu coûteux.
- L'analyse de parcours permet de retracer les trajectoires d'apprenants au sein d'interfaces, soit par captation de l'écran, soit par l'analyse de traces.
- On peut distinguer l'évaluation empirique d'un LMS, fondée sur sa mise à l'épreuve auprès d'un public d'utilisateurs (apprenants et/ou formateurs) tandis que l'évaluation par inspection repose sur l'évaluation de la plateforme par un expert, sur la base de critères déterminés à l'avance.
- L'évaluation empirique d'un LMS peut mobiliser des maquettes d'interfaces comme des prototypes d'interfaces interactives. Elle peut mobiliser aussi bien des méthodes qualitatives (entretiens semi-directifs) individuels ou collectifs, ou des méthodes quantitatives (questionnaires ou tests).

# 3.3

## Quelques choix stratégiques incontournables lors de la conception d'un LMS

Nous avons fourni jusqu'à présent un certain nombre d'éléments de réflexion susceptibles d'inspirer le travail d'élicitation des besoins et de mise à l'épreuve des maquettes et des prototypes. Dans cette dernière sous-partie, nous proposons de dresser une liste raisonnée – et non exhaustive – des principaux choix stratégiques qui s'imposent au moment des premières étapes de la conception d'un LMS. Nous envisageons ici quatre considérations : généricité et interopérabilité du LMS, formation à distance totale ou hybridation, passage à l'échelle contre formation de petits effectifs, logique d'hétéroformation contre logique d'autoformation.

### ▸ 1. Généricité et interopérabilité

La première question qui se pose au concepteur peut être résumée en ces termes : « Faut-il développer un LMS qui puisse répondre à une grande diversité de besoins – un LMS générique, en d'autres termes – ou un LMS qui réponde à des besoins très spécifiques, quitte à ne pas convenir à des usages classiques en termes d'apprentissage ? ». Un LMS générique contient généralement, a minima, la possibilité de visionner des vidéos, de réaliser des exercices autocorrectifs (QCM, etc.), de rendre des devoirs et d'échanger sur des forums. Des outils-auteurs sont en parallèle proposés au formateur pour qu'il puisse fournir le contenu correspondant aux apprenants. Moodle et Blackboard en représentent des exemples connus. Teams, de Microsoft peut être utilisé à la manière d'un LMS générique. A l'inverse, les LMS spécifiques remplissent un objectif relativement précis, quitte à sacrifier en généricité. Par exemple, les LMS de Cerego ou de Memrise sont centrés sur la mémorisation d'items par l'apprenant. Plus un LMS porte de modules spécifiques – comme pour la mémorisation, plus il s'approche, de facto, d'un LMS générique.

La frontière entre LMS spécifiques et LMS génériques a eu tendance ces dernières années à s'estomper avec les normes d'interopérabilité (LTI, QTI). Depuis le début des années 2000, des normes comme SCORM facilitent le transfert d'items (exercices, modules de cours, etc.) d'un environnement à l'autre, et xAPI a joué un rôle équivalent pour les traces d'apprentissage. Depuis quelques années, un changement de paradigme est à l'œuvre : permettre une plus grande interopérabilité entre les différents environnements d'apprentissage. Ainsi, nombre de startups edtech développent des produits remplissant une fonction très précise, et qui peuvent être « branchés » sur n'importe quel LMS à condition que les deux produits respectent une norme d'interopérabilité, comme LTI ou QTI. Cette approche permet en principe de développer des LMS relativement légers en termes d'architecture, quitte à ce que des outils externes soient mobilisés pour remplir tel ou tel besoin. Il reste à déterminer dans quelle mesure une telle approche est économique ou non, en comparant les coûts de développement de ces modules aux coûts associés à l'utilisation d'outils externes.

## ▸ 2. Formation à distance, enseignement en présentiel, ou hybridation

La seconde question que nous traiterons est celle du contexte d'enseignement, distinguant plusieurs configurations possibles. Nous pouvons en premier lieu nous situer dans un contexte d'enseignement en présentiel, le LMS venant en support de cet enseignement, facilitant par exemple la soumission de devoirs, la transmission ou l'archivage de documents. Des LMS comme Moodle, utilisés largement dans le milieu universitaire, sont pensés en premier lieu dans cette optique, même s'ils ont été, au fil du temps, utilisés de manière croissante hors de ce seul contexte.

Dans une seconde configuration, le LMS est pensé avant tout pour servir de support à une formation à distance. Historiquement, les LMS présentent une dominante : soit support au présentiel, soit formation à distance, même s'ils peuvent évoluer vers l'une ou l'autre des deux directions. Par exemple, la technologie Open edX, qui sous-tend les plateformes edX ou FUN-MOOC, pour ne citer qu'elles, est pensée pour la formation à distance en premier lieu. Elle n'a été réemployée dans un contexte de formation en présentiel que dans un second temps, au prix d'ajustements nuisant à l'ergonomie globale du LMS.

Lorsque l'accent est mis sur la formation à distance, une attention plus grande doit être portée à l'ergonomie des interfaces, puisque l'essentiel de l'apprentissage passe par des interactions avec celles-ci, contrairement au cas précédent. De même, les outils de communication (forums, messagerie) doivent être davantage travaillés, puisqu'ils constituent un passage obligé pour la formation. Enfin, il y a bien sûr le cas de l'hybridation, où le LMS doit d'une part pouvoir satisfaire des besoins de formation à distance, et d'autre part venir outiller des apprentissages en présentiel. Dans ce dernier cas, et si l'on se place dans un contexte de formation institutionnalisée, les fonctionnalités de type « vie scolaire » (suivi des absences par exemple) peuvent constituer un élément différenciant. Ce n'est pas le caractère présentiel de la formation qui entre ici en jeu, mais son caractère institutionnalisé, a priori sur le temps long, l'année ou le cursus. Néanmoins, plus que l'opposition présentiel / distanciel, c'est la taille des effectifs d'apprenants et la distinction entre hétéroformation ou autoformation qui pèse davantage sur le choix des fonctionnalités retenues.

### ▸ 3. Passage à l'échelle, ou formation de petits effectifs

Lorsque les MOOC ont connu leur essor au début des années 2010, des LMS comme Canvas ou Moodle, généralement pensés pour un encadrement d'effectifs réduits (dizaines ou centaines d'apprenants), ont soudain été employés dans une logique d'enseignement à l'échelle, avec plusieurs milliers à dizaines de milliers d'apprenants par classe. L'architecture logicielle n'avait pas été conçue pour un tel usage, ce qui a conduit à des ralentissements considérables pour certaines fonctionnalités, et à des expériences négatives en termes d'ergonomie. A l'inverse, certaines technologies comme Open edX ont été pensées dès le début pour le passage à l'échelle, en supprimant, tout simplement, toute fonctionnalité qui posait problème lorsqu'elle était utilisée par un nombre important d'individus – la possibilité de rendre des devoirs au formateur constitue l'un des exemples les plus frappants, les ingénieurs privilégiant l'évaluation par les pairs, qui passait plus facilement à l'échelle. De manière générale lorsque le nombre d'apprenants par formateur est élevé, certaines fonctionnalités n'ont que peu d'intérêt : les « murs d'idées » deviennent par exemple impraticables.

### ▸ 4. Logique d'hétéroformation contre logique d'autoformation

Comme nous le soulignons plus tôt, le concepteur doit choisir laquelle des deux logiques il compte favoriser, entre autoformation et hétéroformation. Une grande partie des travaux consacrés aux outils numériques nécessaires à un apprentissage en autoformation ont négligé la question des LMS. Les chercheurs se consacrant aux cMOOC, qui ont été à l'origine de ces travaux, ont longtemps considéré que, du fait de l'autodirection dont faisaient preuve ces apprenants, il n'était pas pertinent d'imaginer de LMS centralisateur. En effet, puisqu'il était dans les usages des apprenants autodirigés que de fédérer des outils divers et variés pour réaliser leurs parcours d'apprentissage, ces outils étant souvent non pensés pour l'apprentissage en premier lieu, un LMS était contraire à cette philosophie, alliant fort contrôle psychologique et faible contrôle philosophique. Les concepteurs de cMOOC ont alors contribué à diffuser le concept de Personal Learning Environments (PLE), ou Environnement Personnel d'Apprentissage (EPA) en français (Klamma et al., 2007). Nous reprendrons la définition d'un des créateurs du concept, Chatti, en anglais dans le texte :

“A PLE is characterized by the free form use of a set of lightweight services and tools that belong to and are controlled by individual learners. Rather than integrating different services into a centralized system, the idea is to provide the learner with a myriad of services and hand over control to her to select and use the services the way she deems fit. A PLE driven approach does not only provide personal spaces, which belong to and are controlled by the user, but also requires a social context by offering means to connect with other personal spaces for effective knowledge sharing and collaborative knowledge creation”.

En d'autres termes, dans les définitions premières de l'EPA, il n'existe pas un LMS centralisant à proprement parler, puisque l'apprenant fuit la logique centralisatrice propre à l'hétéroformation, mais une myriade de services qu'il agrège et détourne pour produire son propre dispositif, de manière personnalisée (Figure 13).

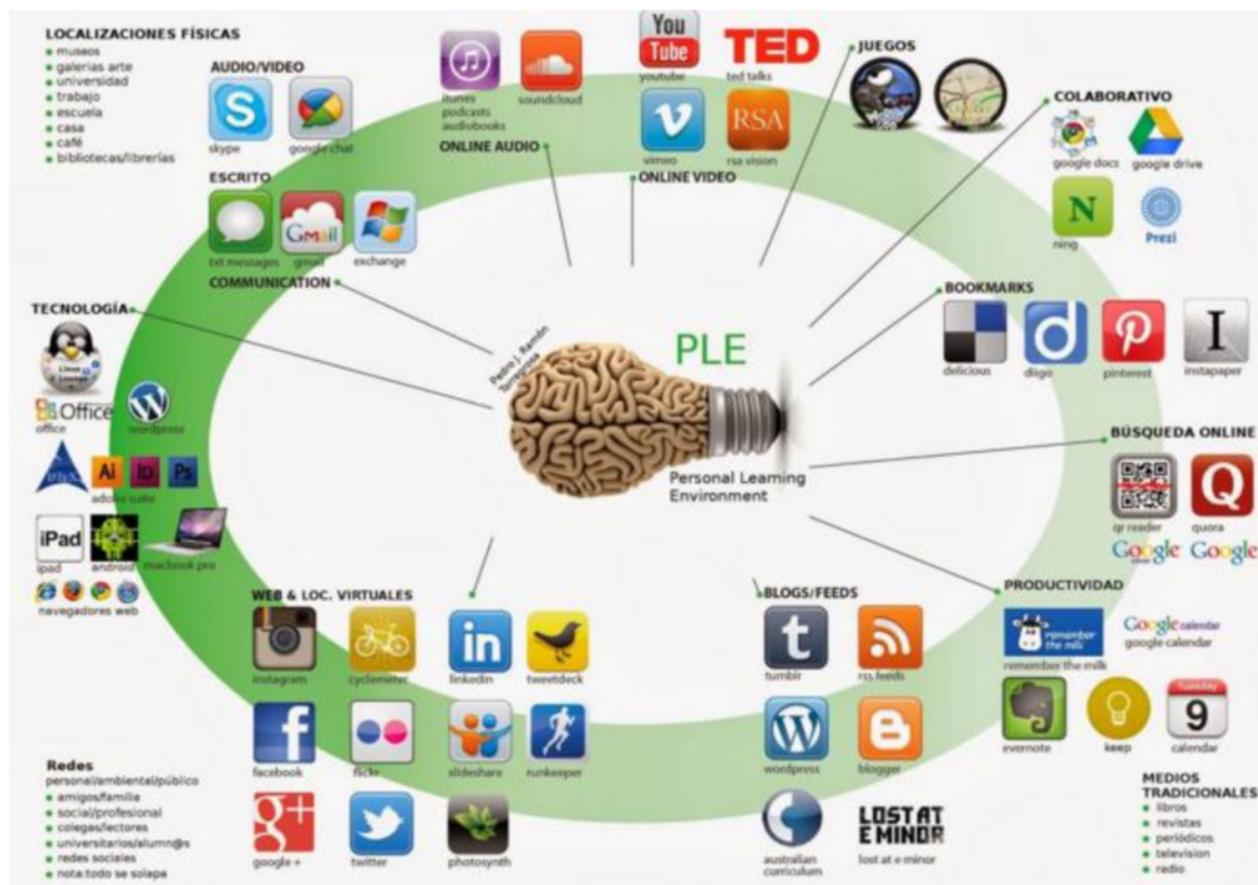


Figure 13. Une schématisation d'un Environnement Personnel d'Apprentissage

Cette approche présente néanmoins des limites, car elle cantonne l'usage des EPA à des apprenants à l'aise avec l'ensemble des technologies correspondantes, de leurs usages, de la logique de partage qui la sous-tend. En d'autres termes, et pour reprendre la terminologie que nous avons utilisée plus tôt dans cette note, elle favorise les apprenants avec un fort contrôle psychologique.

Dans le courant des années 2010, les lignes bougent. Des LMS centralisateurs, mais laissant une assez grande marge de manœuvre à l'apprenant, voient le jour. Ils centralisent davantage les interactions avec les autres apprenants – en ne dévoluant plus celles-ci aux réseaux sociaux, et permettent de regrouper les ressources pédagogiques mobilisées par l'apprenant. Il n'y a, de notre point de vue ; pas d'obstacle théorique à qualifier d'EPA ce type de LMS, car le contrôle structurel du dispositif reste faible. L'idée de fournir à l'apprenant une grande quantité de ressources, par exemple en facilitant le stockage de ressources trouvées sur Internet.

Certains LMS incluent des aides à la navigation pour tracer des parcours pertinents au regard des objectifs d'apprentissage, ainsi que des moteurs de recherche centrés sur des corpus de ressources. L'idée est ancienne, on la trouve dès les travaux sur les hypermédias adaptatifs : les liens hypertexte dépendent de chaque apprenant, et de ce qu'il souhaite apprendre. L'une des évolutions récentes de ce type de technologies consiste à ouvrir la démarche sur l'Internet, et

non plus sur des banques de ressources présélectionnées, et d'effectuer des recommandations fondées en partie sur les parcours de navigation d'apprenants ayant des intérêts proches.

Le projet Welearn, développé par le Centre de Recherches Interdisciplinaires, est représentatif de cette évolution (Figure 14). On peut représenter le savoir des apprenants par des logiciels de cartographie, tout en conservant une liste des ressources qui ont été archivées, et évaluées sur le niveau de difficulté, afin de bâtir cette carte. L'un des objectifs du LMS est ensuite de faire se matcher entre eux les apprenants aux profils similaires, selon une logique de « Tinder de l'apprentissage ». Nous n'entrerons pas dans le détail des fonctionnalités de ce type de logiciel, mais nous retiendrons que cette approche de la conception de LMS comme EPA centralisé est en train de se développer peu à peu, et que c'est une piste à envisager si l'on souhaite favoriser l'autodirection des apprenants.

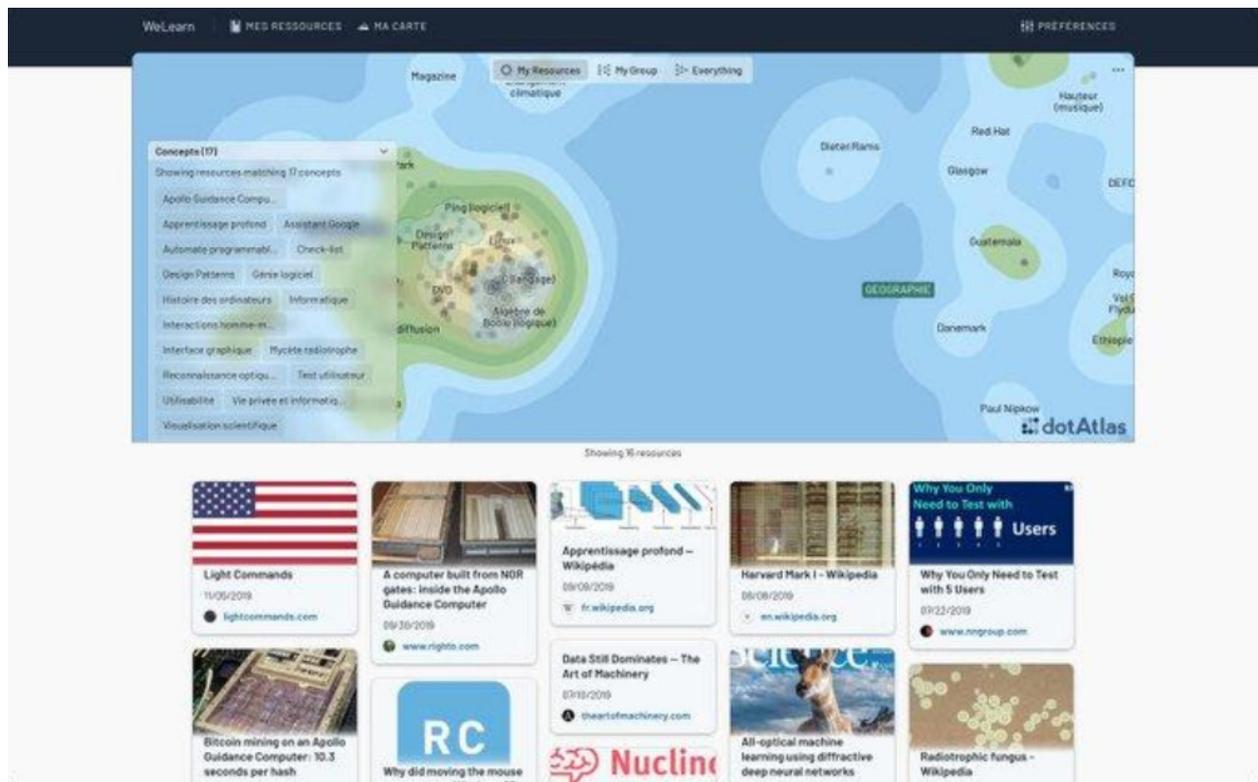


Figure 14. Interface du logiciel Welearn produit par le Centre de Recherches Interdisciplinaires

Au-delà de la capacité des apprenants à réaliser un saut autodidactique, et de la place que l'on doit accorder aux formateurs si l'on se situe dans une telle logique, se pose également la question de la quantité des ressources incluses, problème que nous illustrerons via une métaphore personnelle que nous avons appelée « la caravelle du lac Léman ». Cette métaphore est valable pour l'apprentissage adaptatif via une intelligence artificielle que pour les EPA fondés sur un apprentissage autodirigé. Si le nombre de ressources parmi lesquelles naviguer est trop limité, alors l'intérêt de ce type d'approche tend à disparaître. En effet, l'on construit un dispositif coûteux et complexe (la caravelle, métaphore d'un système de recommandation), pour naviguer au sein d'un nombre limité de ressources (le lac Léman).

Les projets que la startup Knewton, ex-fleuron du domaine de l'IA éducative, ont souvent fait face à cet obstacle. C'est la configuration dans laquelle l'on peut se trouver si les formateurs conçoivent ou partagent peu de ressources. Si l'on peut naviguer sur l'ensemble du web, comme dans le cas de Welearn, le problème ne se pose pas, et la caravelle navigue bien dans l'Atlantique, pour filer la métaphore. Néanmoins, nous avons peu de connaissances sémantiques, de métadonnées, quant aux ressources susceptibles d'être vues, contrairement à ce que l'on peut obtenir dans le contexte d'une banque de données restreintes. La recommandation s'en trouve dès lors plus compliquée.

## ▸ 5. En quelques points

- Avant même le choix de la direction à emprunter en matière de développement de fonctionnalités, certaines grandes décisions stratégiques (interopérabilité, contexte d'utilisation, etc.) doivent être prises.
- Il convient de déterminer si l'on veut développer un LMS généraliste, comportant les fonctionnalités classiques (vidéos, évaluation), ou un LMS plus spécialisé.
- Le respect de normes d'interopérabilité (LTI, QTI, xAPI, etc.) permet de faire communiquer facilement entre elles des applications développées par des acteurs tiers, et enrichir sans développement particulier les fonctionnalités que l'on peut proposer aux apprenants.
- Il faut décider si le LMS a vocation à être utilisé avant tout en distanciel, en présentiel, ou de manière relativement équilibrée entre ces deux modalités, selon une logique d'hybridation.
- Il faut ensuite déterminer si le LMS doit être utilisé pour de petits groupes d'apprenants, un formateur n'ayant à gérer que quelques dizaines d'entre eux, ou si, au contraire, le passage à l'échelle est la règle, chaque formateur interagissant avec plusieurs centaines voire plusieurs milliers d'apprenants.
- On peut envisager le LMS avant tout selon une logique d'hétéroformation, si le formateur conserve l'essentiel du contrôle sur le déroulé des apprentissages, ou d'autoformation, si c'est l'apprenant qui dispose de ce pouvoir. L'environnement d'apprentissage personnel est adapté aux logiques d'autoformation.

# 3.4

## Remarques conclusives



[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[Redacted text block]

- [Redacted list item]

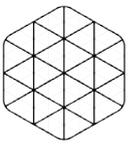
[Redacted text block]

- [Redacted list item]

[Redacted text block]

- [Redacted list item]

[Redacted text block]



## ▸ 5. En quelques points

- Au cours de l'enquête initiale, nous recommandons de porter l'attention sur les motifs des apprenants pour suivre les formations, et sur les contraintes et obstacles qui pourraient se mettre en travers du bon suivi de ces cours.
- L'enquête initiale peut éclairer les décisions stratégiques, mais il est risqué de l'utiliser pour déterminer entièrement une direction à prendre, compte tenu du fait que les besoins exprimés pointent souvent vers des solutions qui existent déjà.
- Lors de la mise à l'épreuve des prototypes, il peut être utile de conserver les traces laissées par les utilisateurs dans un LRS (Learning Record Store).

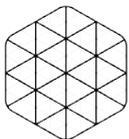






.004

**Conception  
de LMS : un  
panorama  
d'innovations  
notables**



Dans la dernière partie de cette note de cadrage, nous nous constituons en force de proposition. Nous commençons par dresser une liste d'éléments incontournables – comme les exercices autocorrectifs (QCM), les forums – et d'éléments fréquemment trouvés dans les LMS, comme les tableaux de bord. Dans un second temps, nous présentons quelques-unes des innovations marquantes qui tardent à se généraliser dans les produits grand public, ou, lorsqu'ils se généralisent, restent cantonnés hors des LMS stricto sensu. Nous proposons un catalogue de ces innovations, captures d'écran et références bibliographiques à la clé, fournissons quelques repères historiques, et rappelons à quelle dimension de l'apprentissage la fonctionnalité correspond. Il convient de garder à l'esprit que, si nous offrons un panorama des possibles, seul un nombre limité de ces fonctionnalités peut être développé au sein du même LMS sans nuire à la cohérence globale de la plateforme.

Certaines fonctionnalités prennent davantage de sens si l'on se situe dans une perspective behavioriste, avec centration autour de vidéos et quiz associées. Nous aborderons en particulier la question de l'ancrage mémoriel et de la répétition espacée, celle des systèmes à embranchement et des tests adaptatifs, et enfin des banques d'erreur. D'autres n'ont d'intérêt que si l'on souhaite que les apprenants puissent rendre des productions, et notamment des productions écrites. Nous traiterons en particulier de rédaction incrémentale et d'étayage de ces productions.

Un certain nombre d'idées présentées ici sont issues initialement de recherches en informatique. Dans le domaine des technologies éducatives, les chercheurs de cette discipline se placent parfois à l'interface des sciences humaines, en empruntant certaines de leurs méthodes, soit proposer des recherches de nature purement informatique. Les informaticiens sont les plus équipés pour traduire, sans aide extérieure, des concepts en prototypes utilisables, ce qui les place dans une position privilégiée. Ils s'attachent alors à en décrire les fonctionnalités dans des articles ou thèses, que nous pouvons dès lors directement mobiliser comme source d'inspiration, et éventuellement à réaliser l'évaluation des technologies en question lors de tests utilisateurs. Il est courant pour les informaticiens de mobiliser des entretiens ou des questionnaires sur ces prototypes, au cours d'une Recherche Orientée par la Conception (ROC), ou Design-Based Research (Amiel et Reeves, 2008 ; Sanchez et Monod-Ansaldi, 2015). Dans ce type de travaux, le chercheur est à la fois juge et parti, concepteur de l'objet qui va faire l'attention de ses recherches. Nous avons recensé des exemples dans le champ des tableaux de bord, ou de fonctionnalités particulières pensées pour l'apprentissage – étayages, banques d'erreur, etc, généralement issues des ROC, au moins initialement.

# Composantes élémentaires d'un LMS

# 4.1

## ▸ 1. Gestion de contenu, outils de communication et d'évaluation

Nous présentons dans le Tableau 3 un ensemble d'éléments incontournable dans un LMS. Ils relèvent essentiellement de la gestion de contenu pédagogique. On parle parfois de LCMS – C étant pour Content – pour désigner les LMS, lorsque les considérations de gestion de contenu sont prépondérantes au sein de la plateforme. Les fonctionnalités correspondantes s'étendent de la gestion des droits d'administration au partage de contenu. On pourra trouver quelques travaux génériques sur les outils-auteurs susceptibles d'éclairer cette dimension de la conception du LMS.

Fonction	Famille de fonctionnalités
Gestion	Gestion des droits d'administration
Gestion	Gestion de la structure du cours (ajout de modules)
Gestion	Gestion de l'intégration des éléments de cours (vidéos, quiz, etc.)
Gestion	Espace de partage de contenus (documents à consulter, etc.)
Communication	Possibilité de poster un message dans un forum, de consulter le forum
Communication	Espace d'annonces (formateurs vers apprenants)
Communication	Possibilité d'envoyer un message via une messagerie privée
Communication	Possibilité d'intégrer des fichiers, images, médias divers en pièce jointe dans les messages
Communication	Possibilité d'envoyer un message à un groupe d'apprenant
Evaluation	Possibilité pour un apprenant de « soumettre » une production écrite à l'évaluation de l'enseignant, ou à un autre apprenant (évaluation par les pairs)
Evaluation	Possibilité de s'auto-évaluer
Evaluation	Système de rubriques et barèmes permettant d'évaluer une production
Evaluation	Possibilité d'annoter la production d'un apprenant
Evaluation	Possibilité de visualiser l'ensemble des productions d'un apprenant
Evaluation	Gestion des notes des apprenants (archivage, visualisation par le formateur/par l'apprenant)
Evaluation	Possibilité d'ouvrir un fil de discussion sous la production d'un apprenant
Evaluation	Possibilité de délivrer des certificats fondés sur des évaluations

Tableau 3. Echantillon de cahier de charges d'un LMS reprenant différentes familles de fonctionnalités



Une deuxième famille de fonctionnalités, relative cette fois à la communication entre apprenants et/ou formateurs, est présentée dans le Tableau 3. Elle inclut les forums d'échange, les messageries. La recherche sur ce domaine est particulièrement abondante dans le domaine des LMS, et mobilise régulièrement les expériences randomisées – connues sous le nom de A/B testing – pour évaluer l'impact de l'introduction d'une fonctionnalité. S'agissant de l'évaluation, on peut définir une troisième série de familles de fonctionnalités : évaluation par le formateur – sur le mode de l'hétéroformation – par d'autres apprenants – sur le mode de l'évaluation par les pairs – ou par l'apprenant lui-même.

Les recherches sur l'évaluation, et notamment sur l'évaluation dans les LMS, sont également particulièrement abondantes, au point que des revues spécialisées sur la question ont vu le jour au cours des dernières décennies : *Research et Practice in Assessment* ou *Mesure et Evaluation en Education* sont des exemples représentatifs de ce type de publications, dans la littérature anglophone et dans la littérature francophone, respectivement. Elles proposent régulièrement des numéros spéciaux consacrés à la problématique du digital.

Si ces fonctionnalités sont centrales à la plupart des LMS, il convient de se poser la question de la valeur ajoutée que comporte le développement d'une nouvelle plateforme, si elle se cantonne à ce type de fonctionnalité.

## ▸ 2. Questions de certification et théorie des buts d'accomplissement

La délivrance de certificats ou d'équivalents (open badges, etc.) constitue une fonctionnalité-phare dans un LMS. La théorie des buts d'accomplissement peut aider à ancrer scientifiquement l'intérêt de ces certificats. La théorie a été impulsée par les travaux de Dweck (1986) et Nicholls (1984). Les deux concepts phare sont les buts de maîtrise et de performance (Carré et Fenouillet, 2009, p.95) : Les buts de maîtrise, ou buts d'apprentissage, où « l'objectif de la personne est d'apprendre, de développer de nouvelles habiletés, de comprendre ou de maîtriser quelque chose de nouveau. Être compétent signifie apprendre, comprendre, progresser ». Les buts de performance sont « des buts où la comparaison sociale joue un rôle déterminant. Centré sur la valorisation de soi, l'objectif est d'obtenir des jugements favorables sur sa compétence. Avoir appris ou progressé ne suffit pas pour se sentir compétent. Il importe avant tout de savoir où l'on se situe par rapport aux autres ». La délivrance de certificats relève donc, a priori, de buts de performance.

Néanmoins, même pour des apprenants autodirigés, inscrits avant tout dans une logique de but de maîtrise, la possibilité d'obtenir un certificat joue sur l'engagement au sein de la formation. Nous pouvons identifier au moins trois arguments de la part de ces apprenants autodirigés. En premier lieu, l'apprenant peut vouloir valoriser des apprentissages informels. En second lieu, le certificat peut être considéré comme nécessaire au maintien de la motivation, bien qu'il n'ait pas vocation à être utilisé par la suite. En dernier lieu, il peut servir à valider que le contenu du cours est bien maîtrisé. Ainsi, même dans un contexte de formation de volontaires, qui ne souhaiteraient pas valoriser leur certificat dans un milieu professionnel, il nous semble pertinent d'envisager le développement d'un système de certification.

### ▸ 3. Tableaux de Bord, learning et teaching analytics

Les tableaux de bord sont désormais omniprésents dans les LMS, les demandes de développement en ce sens sont telles que des entreprises spécialisées dans la construction de tableaux de bord de LMS sur mesure, comme Intelliboard, ont vu le jour. Nous dressons dans le Tableau 4 une liste raisonnée de fonctionnalités généralement incluses dans un TDB. Trois éléments nous semblent importants à souligner.

En premier lieu, les indicateurs doivent être pensés en fonction de l'intention didactique portée par le LMS. Si certains indicateurs sont incontournables – nombre de connexions, nombre d'apprenants actifs, etc. – il convient de proposer des batteries d'indicateurs plus riches pour se placer dans une logique d'innovation. En ce qui concerne l'objet d'analyse, on peut s'intéresser aux Teaching Analytics – qui reflètent l'activité des formateurs autant qu'aux Learning Analytics, qui reflètent l'activité des apprenants. On peut distinguer des vues pour les apprenants, pour les administrateurs, ou pour les formateurs. Enfin, si l'on se focalise sur les usages par les formateurs, on peut penser le TDB dans une logique d'orchestration de l'activité de la classe, comme selon une logique d'évaluation.

En second lieu, un tableau de bord ne comporte pas nécessairement que des graphiques. Il est fréquent de trouver des tables, comme le journal de bord reprenant l'ensemble des actions d'un apprenant. Enfin, sur le plan terminologique, on peut distinguer les vues modulaires des vues diachroniques. Les premières portent sur l'activité relative à un module donné – chapitre de cours, par exemple – quelle que soit la manière dont est définie cette activité. Les secondes portent sur une analyse de l'activité au fil du temps ; ce peut être par exemple l'évolution du nombre d'apprenants connectés au fil des jours, à partir de la date de lancement d'un cours.

Visualisation d'un profil d'apprenant construit sur la base de ses évaluations
Visualisation de l'activité d'un apprenant (connexions, etc.) via des graphiques
Visualisation d'un journal de bord, sous la forme d'une table, de l'ensemble des actions d'un apprenant
Système de filtres permettant de se concentrer sur un type d'actions donné, pour l'ensemble des apprenant
Analyse diachronique de l'activité d'un apprenant/groupe d'apprenants
Analyse modulaire de l'activité d'un apprenant/groupe d'apprenants

Tableau 4. Liste raisonnée de familles de fonctionnalités composant un tableau de bord

Il est à noter que l'on peut vouloir suivre les actions des formateurs en lieu et place de celles des apprenants : navigation au sein de la plateforme, création de cours, participation à des sessions de formation. On parle alors de teaching analytics.

Nous présentons ici deux interfaces de la plateforme américaine Coursera et de Coopacademy, respectivement. La première (Figure 15) est focalisée sur la dynamique d'inscription, et le lien qui unit campagne de communication et nombre d'inscriptions réalisées.

### Engagement de l'étudiant avec cette plateforme

Cette vue d'ensemble de l'utilisation affiche la façon dont votre contrat est utilisé. Visitez le [tableau de bord de l'utilisation](#) pour voir l'analyse complète de l'utilisation.

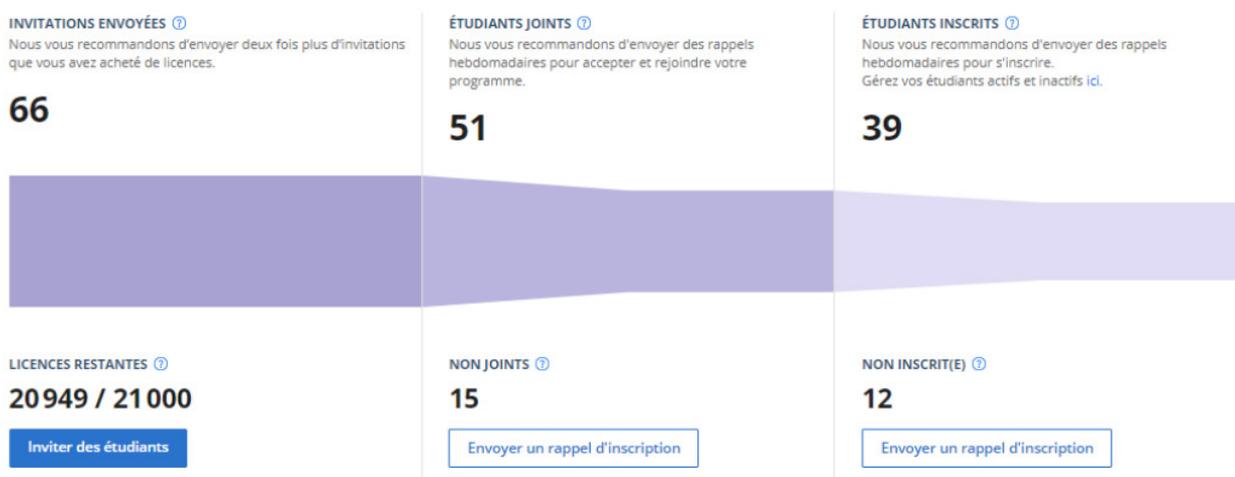


Figure 15. Interface d'un Tableau de Bord de Coursera, à destination d'administrateurs de la plateforme

On peut voir dans la Figure 16 une analyse diachronique de l'activité d'apprenants au cours d'une année donnée.

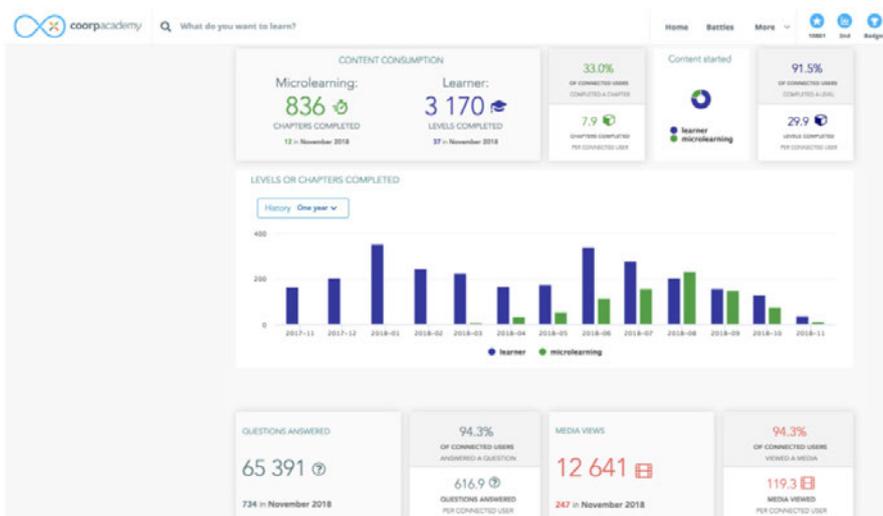


Figure 16. Interface du tableau de bord de Coopacademy

Nous pouvons souligner à nouveau que l'informatique décisionnelle en éducation est un champ en pleine expansion, et que les travaux sur les TDB en contexte éducatif ou de formation se sont multipliés au cours de la dernière décennie. On trouvera dans la thèse de Dabbebi (2019) une synthèse, en Français, de recherches menées dans le domaine, la focale restant sur les travaux en informatique. Concernant la différenciation pédagogique, c'est dans les travaux sur TDB et orchestration de l'activité d'un groupe que l'on trouvera le plus de sources d'inspiration.

#### ▸ 4. En quelques points

- Les fonctionnalités de gestion de contenu (analogues à celles des CMS, pour Content Management System) sont souvent centrales, y compris au cours de la conception des LMS.
- L'évaluation et la capacité à certifier des acquis constitue l'une des composantes centrales d'un LMS dédié à la formation d'adultes.
- Un tableau de bord peut contenir d'une part des indicateurs chiffrés, et d'autre part des visualisations de données, le tout étant fondé sur l'analyse automatisée en temps réel de traces d'interaction laissées par les utilisateurs de la plateforme. En anglais, on parle de learning analytics si ces utilisateurs sont des apprenants, et de teaching analytics si ces utilisateurs sont des formateurs.
- Les tableaux de bord (TDB) à destination des formateurs et des administrateurs de la plateforme, permettant de suivre les usages des LMS par les apprenants, représentent l'une des composantes désormais incontournables de la plateforme.
- Les TDB peut être utilisé ponctuellement par le formateur pour orchestrer l'activité des apprenants.

# 4.2

## Quelles fonctionnalités développer pour les vidéos ?

### ▸ 1. La place des vidéos dans l'autoformation des apprenants

Les deux dernières décennies ont vu exploser l'offre de cours en ligne au format vidéo : les Opencoursewares du MIT, les MOOC, les chaînes de vulgarisation Youtube, etc. On a souvent tendance à hiérarchiser l'importance des différents acteurs par des indicateurs d'utilisation assez rudimentaires, comme le nombre de vues. La prise en compte de ces indicateurs montre néanmoins que l'apprentissage par vidéo sur Youtube est largement entré dans les mœurs. Certains Youtubeurs (a.k.a. détenteur d'une chaîne youtube produisant du contenu de manière professionnelle ou semi-professionnelle) réalisant des vidéos dans le domaine de la vulgarisation scientifique (Shapiro et Park, 2015) engrangent bien davantage de vues que les plateformes traditionnelles de cours en ligne (Welbourne et Grant, 2016), et notamment d'Opencoursewares – qui incluent notamment les vidéos de cours filmées en situation réelle et diffusées depuis le début des années 2000 – d'enseignants reconnus (Carson, 2009). Le phénomène est tel que les Youtubeurs sont régulièrement utilisés en cours, dans le milieu académique (Eick et King, 2012), et probablement dans l'apprentissage tout au long de la vie, même si cette dimension reste encore peu investie dans la littérature scientifique.





Dans le cas de figure où l'on souhaite capitaliser sur les réseaux sociaux de vidéo comme Youtube, les technologies de partage et de promotion de contenus discutées par les promoteurs du connectivisme (Bell, 2011) peuvent prendre tout leur sens. Les flux RSS sont souvent mobilisés dans ce type de contexte. Néanmoins, pour que ces technologies puissent être utilisées de manière pertinente, il faut que les réseaux sociaux en question contiennent suffisamment de ressources pertinentes dans le cadre de la formation des apprenants, en comparaison à ce que les formateurs susceptibles d'utiliser la plateforme sont capables de concevoir eux-mêmes. Cette dernière hypothèse reste à valider. Dans les sections suivantes, nous proposons deux autres approches de la vidéo qui peuvent être envisagées.

## ▸ 2. Autoformation et navigation au sein des vidéos

Si l'on se place dans une logique d'autodirection des apprenants, ne suivant plus une séquence linéaire, mais constituant eux-mêmes leurs séquences d'apprentissage en recherchant des segments de vidéos pertinents par rapport à leurs objectifs, tant les vidéos interactives enrichies que les moteurs de recherche de vidéo peuvent être envisagés.



Figure 17. Vidéos interactives, medias enrichis : l'exemple d'Adways

Les vidéos interactives enrichies correspondent à la transposition de la logique de l'hyperlien au sein des vidéos visionnées, permettant à l'apprenant d'approfondir éventuellement des éléments d'une vidéo en mettant celle-ci en pause et en cliquant sur des composantes interactives. Cette approche est particulièrement utilisée dans le monde de la publicité, avec des entreprises comme Adways (Figure 17) permettent, sans développement informatique particulier, d'intégrer

différentes formes d'interactivité dans les vidéos. L'usage pédagogique de ce type de technologie a également été discuté dans la littérature scientifique (Benkada et Mocozet, 2017), mais la réflexion académique sur ce sujet reste à ce stade embryonnaire. Il semble évident qu'une telle approche peut favoriser l'autodirection des apprenants, à condition que les formateurs s'approprient l'outil et créent les parcours et l'interactivité nécessaire à son utilisation optimale, ce qui peut correspondre à un investissement temporel considérable.

S'agissant des moteurs de recherche, ceux-ci se basent sur le traitement automatique du langage naturel (TALN), en recherche par similarité d'images, de vidéos, et d'analyse sonore. Ces moteurs peuvent se fonder sur des éléments relevant de l'analyse sémantique-textuelle (détection de concepts, d'entités nommées par analyse linguistique) sur la base des sous-titres éventuellement fournis avec les vidéos, sur de l'analyse automatique d'image (analyse de similarité par le contenu des images), ou sur de l'analyse de similarité de séquences, pour réaliser du vidéo tagging. Il convient néanmoins de noter que l'usage de moteurs de recherche fouillant à l'intérieur de vidéos reste largement expérimental, et constitue un pari d'autant plus risqué que de nombreux formateurs peuvent vouloir se placer dans une logique d'hétéroformation, et au contraire vouloir s'assurer que les apprenants consultent l'ensemble des vidéos qu'ils proposent, et qu'ils ne les visionnent pas dans une logique d'échantillonnage des seuls éléments qui les intéressent.

### ▸ 3. Traces et quantification du visionnage

L'un des problèmes connus dans les dispositifs de e-learning correspond à la tendance des apprenants peu motivés par le contenu de la formation à investir le moins de temps possible dans le visionnage des vidéos pour aller directement aux étapes d'évaluation permettant de s'assurer qu'ils maîtrisent le contenu. Ainsi Bruillard (2017), qui a lui-même testé dans un MOOC sa capacité à obtenir le certificat en passant le moins de temps possible à visionner des vidéos, rapporte l'expérience suivante :

« J'ai souhaité adopter, dans le suivi de ce MOOC, le comportement des apprenants stratégiques, que l'on avait détecté depuis plusieurs années, cherchant à obtenir le certificat à moindres frais. Je suis parti des questions des quiz pour trouver le plus vite possible la réponse dans les vidéos ou dans les fichiers PDF associés. J'ai pu tester l'efficacité de cette technique et obtenir un certificat avec un très bon score de 94 %, en travaillant moins de 3 heures au total... mais en apprenant uniquement les quelques points mis en exergue dans les questions. »

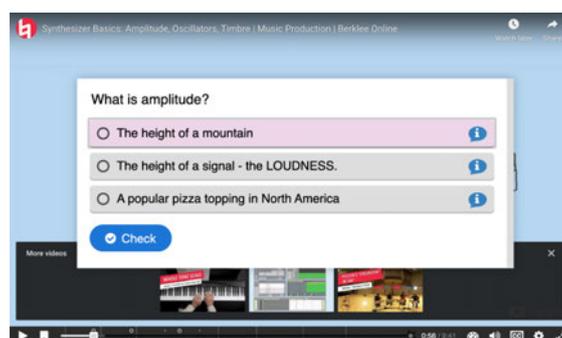


Figure 18. Exemple d'un quiz inséré dans la video - plateforme open edX

Au moins deux technologies peuvent être mobilisées pour contrecarrer cette tendance, si tant est que cela soit l'objectif poursuivi. Le premier consiste à intégrer au sein-même des vidéos des exercices autocorrectifs – comme des QCM – pour s'assurer que le contenu a bien été compris ; c'est ce que les anglo-saxons nomment les in-video quizzes (Brinton et al., 2016) (Figure 18). La seconde approche, dans une large mesure complémentaire de la première, consiste à collecter des traces pour s'assurer que l'intégralité de la vidéo a bien été regardée par l'apprenant. La plupart des plateformes – comme Youtube – permettent de visualiser quelle fraction de la vidéo a bien été visionnée en moyenne, mais l'approche consiste généralement à agréger les données de multiples apprenants, et non de se visualiser l'utilisation individuelle d'une vidéo donnée. Dans des plateformes comme Coursera, une vidéo n'est considérée comme visionnée que si l'apprenant a regardé plus de 90% du contenu vidéos. Le fait de pouvoir rendre visible, pour chaque vidéo, si un seuil de visionnage a bel et bien été atteint, peut inciter les apprenants à ne pas sauter des parties trop importantes d'une vidéo. Ceci est d'autant plus vrai si un module ne peut être validé qu'au-delà d'un certain seuil de visionnage, ou si les formateurs voient eux-mêmes la proportion d'une vidéo effectivement visionnée. Cette technologie ne permet pas de s'assurer que l'apprenant a été attentif, ou même présent en face de l'écran, au moment du visionnage, ce qui permet de souligner l'intérêt qu'il y a à combiner cette approche avec les quiz compris dans les vidéos.

#### ▸ 4. Quelques mots sur la réalité virtuelle

La réalité virtuelle - et dans une moindre mesure la réalité augmentée - prend une place croissante dans la formation d'adultes, en particulier lorsqu'il s'agit de former les apprenants à des gestes techniques. L'intérêt de ce type de technologie consiste à simuler des situations didactiques les plus proches possibles de situations du monde réel. Davantage que les mondes virtuels, coûteux à développer, des tournages sont réalisés sur le terrain avec des caméras permettant de recréer l'expérience de réalité virtuelle.

Une fois dans la réalité virtuelle, l'apprenant peut interagir avec les différents éléments du monde immersif, choisir par exemple parmi un certain nombre d'actions possibles (Figure 19). On peut dresser ici un parallèle avec les vidéos interactives, si ce n'est que l'apprenant est projeté dans un monde immersif, et n'interagit pas avec son clavier, mais avec les outils à sa disposition. Des entreprises comme Uptale sont spécialisées dans la scénarisation et la conception de formations pour ce type de situations. Sur le plan des plateformes pédagogiques, la popularité croissante de cette approche de la formation incite les concepteurs de LMS à repenser leurs outils de sorte à articuler de manière plus efficiente les approches plus traditionnelles de la formation (vidéos, quiz, devoirs à rendre), et ces expériences qui demandent un investissement parfois conséquent en matière de création de contenu. Ce type d'approche n'a de sens que si un tel investissement est consenti.



Figure 19. Un exemple de formation en réalité virtuelle (source : European Space Agency)

## ▸ 5. En quelques points

- La vidéo pédagogique constitue un élément central de toute formation digitalisée, et il est nécessaire de décider la place qu'elle va occuper au sein du LMS. Il convient notamment de déterminer si les vidéos présentées aux apprenants sont conçues pour l'essentiel par les formateurs, ou s'il est intéressant de capitaliser sur de larges quantités de vidéos, présentes notamment sur des sites comme Youtube.
- Certaines fonctionnalités peuvent favoriser l'autodirection des apprenants. Les médias enrichis permettent d'interagir avec des éléments de la vidéo, et d'approfondir éventuellement certains points. Les moteurs de recherche intra-vidéo permettent de se focaliser sur les seules sections qui seraient pertinentes pour l'apprenant.
- La réalité virtuelle devient de plus en plus populaire dans la formation d'adultes et un LMS peut être conçu dès le départ pour en optimiser son utilisation. Si elle est pensée comme un prolongement des vidéos enrichies, elle peut être mobilisée pour mettre en situation rapidement les apprenants, sans développement informatique particulier.

# Itérations, technologies éducatives et hausse du niveau d'exigence

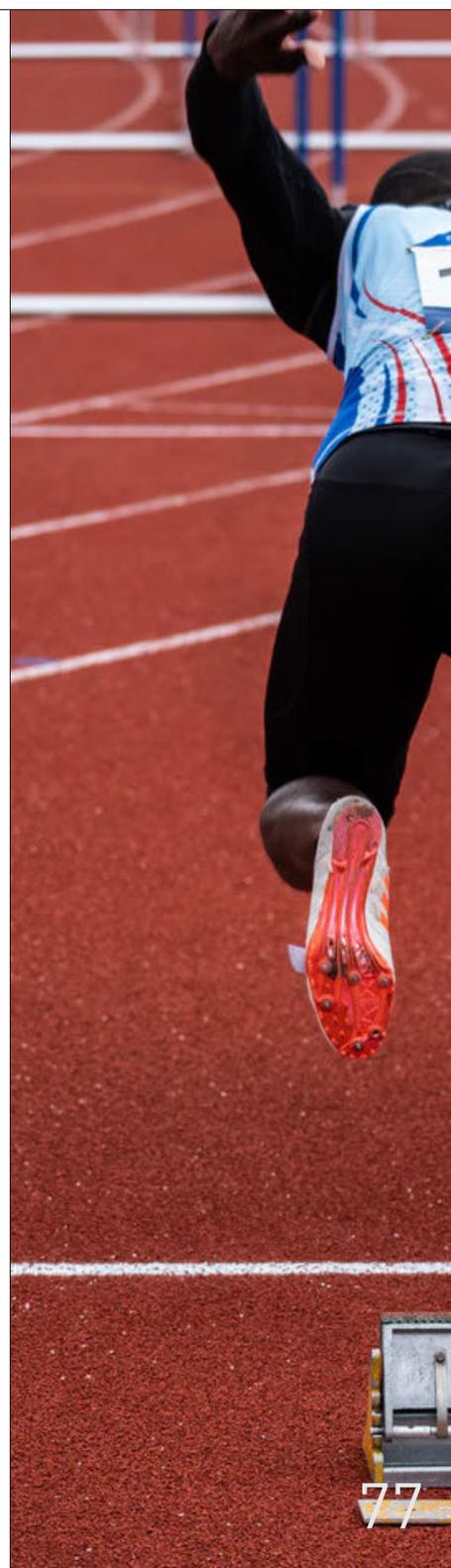
## 4.3

Dans cette section, nous traitons de deux familles de technologies en lien avec la production de rendus ; les illustrations que nous fournissons relèvent d'écrits, mais nous pouvons appliquer ces approches, en principe, à toute forme de rendu (code, projets multimédias, etc.). La focale porte ici sur un haut niveau d'exigence attendu de la part d'apprenants au cours de phases de production, ce qu'échoue à permettre les quiz.

La première approche consiste à intégrer des étayages digitaux interactifs et personnalisables, la seconde à outiller la rédaction incrémentale. La notion d'étayage, ou *scaffold* en anglais, est suffisamment générique pour permettre une grande diversité de traductions différentes dans les applications numériques. Un étayage a pour fonction de simplifier une tâche complexe en guidant l'apprenant, en lui fournissant des indices qui permettent de réduire la complexité de la tâche et maintenir l'apprenant dans sa zone proximale de développement. En ce qui concerne la rédaction incrémentale, il s'agit d'une traduction, dans une technologie éducative, de la maxime « cent fois sur le métier remettez votre ouvrage ». L'idée est de permettre à l'instructeur de faire des retours personnalisés sur une version intermédiaire d'un rendu, pour que les apprenants puissent le retravailler et le soumettre à nouveau, et tendre, au fil des itérations, vers un rendu plus satisfaisant. En principe, rédaction incrémentale et étayage peuvent être combinés.

### ▸ 1. Etayage

Les fonctionnalités d'étayage permettent de guider et structurer la démarche des élèves en proposant des cadres, des « templates », dont la vocation est de normaliser et d'organiser les productions des apprenants. Abordons la question au travers d'un bref retour sur un logiciel qui a été utilisé dans un



contexte relativement similaire à celui qui est le nôtre : le Knowledge Forum (KF). Le logiciel est certes ancien, mais il a été utilisé dans le contexte de l'enseignement supérieur et dans le monde de l'entreprise, et si l'ergonomie est à revoir, les concepts qu'il porte sont toujours pertinents. Il est développé depuis 1986, et en est actuellement à la version 6.0.

L'outil est présenté comme constituant un LMS, bien que les fonctionnalités de création de contenu soient particulièrement développées (le terme LCMS serait donc plus adapté), et malgré le fait que la gestion de la notation des élèves ne soient pas assurées. Les développeurs du logiciel sont les fondateurs et plus ardents promoteurs de la théorie du Knowledge Building (Bereiter et al., 1997). Le « scaffold », dont fonctionnalité d'étayage représente la traduction, permet à l'auteur d'une contribution de ranger celle-ci dans une catégorie prédéterminée par le formateur (Figure 20).

The image shows a screenshot of a software interface titled "Add New Idea". It features a text input field with the placeholder text "Type your idea here\*:" and the text "J'ai une idée ...". Below the text field is a "Source\*" dropdown menu with a list of options: "Choose One:", "Choose One:", "Evidence Step", "Visualization or Model", "Movie/Video", "Everyday Observation", "School or Teacher", and "Other". To the right of the dropdown is a radio button labeled "Important" and another radio button labeled "? Not Sure". At the bottom right of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

Figure 20. Deux « scaffolds », ou étayages, du Knowledge Forum, visant à structurer ou catégoriser la production d'un apprenant

Les LMS proposent parfois des systèmes de tags susceptibles de renseigner quant aux thématiques abordées dans une publication ou un devoir, mais ce système de tags se révèle à bien des égards insuffisant pour réaliser le travail de caractérisation des productions nécessaires dans le cadre d'un carnet de laboratoire électronique.

Des logiciels prototypiques dédiés à l'étayage ont été conçus pour de nombreuses tâches, comme la recherche d'information (Quintana, Zhang et Kravic, 2005) ou la rédaction de textes. Ces étayages visent à restreindre la complexité de la tâche permettant à l'apprenant de résoudre des problèmes qu'il ne peut accomplir seul, ils peuvent dès lors prendre bien d'autres formes. Dans le

cas présent, l'apprenant ne part pas d'une page blanche, ce qui peut accélérer considérablement le processus de conception.

Dans une logique de différenciation pédagogique, le formateur peut fournir aux apprenants des étayages personnalisés selon leur niveau d'avancement ou selon la tâche qu'il estime la plus appropriée. C'est probablement l'outil de Microsoft Onenote for Classrooms qui a le plus contribué à démocratiser cette approche d'attribution différentielle d'étayages. Les étayages peuvent prendre de nombreuses formes ; une checklist en amont de la soumission d'un devoir peut constituer un étayage. Les effets de ce type de technologies sur l'apprentissage, et plus particulièrement sur la qualité de la rédaction, ont été démontrés dans de nombreuses disciplines. Il n'y a pas de contrainte théorique à extrapoler la démarche à toute forme de tâche où l'apprenant doit produire un texte structuré, ou un programme informatique par exemple.

## ▸ 2. Rédaction incrémentale

La rédaction incrémentale (Cisel et Barbier, 2021), parfois désignée par le vocable écriture itérative dans la littérature scientifique (Vardi, 2012), implique qu'une production écrite d'un élève, ou d'un groupe d'élèves, effectue des allers-retours avec les pairs, et/ou avec l'enseignant. Elle est notamment utilisée dans les démarches d'investigation du fait de la nature cyclique et itérative que peut revêtir cette forme de démarche (Sandoval, 2014 ; Pedaste et al., 2015). Les travaux qui se sont penchés sur les retours, ou « feedbacks » dans la littérature anglo-saxonne ont permis de dresser des typologies de rétroactions (Kluger et DeNisi, 1996 ; Hattie et Timperley, 2007). Elles ont notamment visé à préciser dans quelles configurations celles-ci pouvaient améliorer les écrits des élèves ou étudiants, ou au contraire se révéler contre-productives.

Avec le développement de l'informatique, des applications ont été développées depuis des décennies pour instrumenter cette approche de la rédaction (Scardamalia, 2004), et plus généralement pour faciliter la formulation de retours par l'enseignant (Tabak et Reiser, 1997). Ainsi, nous disposons d'un certain nombre d'étude de cas (Vardi, 2012 ; Zhao et Chan, 2014) centrées sur une instrumentation numérique de la rédaction incrémentale dans l'enseignement supérieur, visant à démontrer les effets bénéfiques de l'introduction de l'application sur les productions écrites des élèves. Dans une revue de littérature portant sur ces interactions, Van de Pol, Volman, et Beishuizen (2010) recensent les études montrant qu'au-delà de la question du caractère incrémental de la démarche, les retours formulés par les enseignants augmentent généralement les capacités d'autorégulation des élèves en plus de la qualité des écrits.

En pratique, il n'est pas difficile de détourner un LMS pour pratiquer la rédaction incrémentale. Il suffit de proposer un devoir intitulé V1, faire des retours sur celui-ci, puis créer un devoir intitulé V2. Le problème principal auquel sont confrontés les formateurs qui procèdent de la sorte tient à la difficulté que nombre d'apprenants ont à prendre en compte les retours. Nous avons dès lors identifié un certain nombre de besoins spécifiques. En premier lieu, considérer que la V2 est une soumission nouvelle du même devoir, et ne pas la traiter comme un devoir nouveau. La plupart des logiciels de revues scientifiques, basées sur le principe de l'itération, possèdent ce type de fonctionnalité. La deuxième fonctionnalité contraignante serait un outil qui contraindrait l'apprenant à valider, rétroaction par rétroaction, comme les items d'une liste, qu'il a pris en compte les différents items de la liste des retours du formateur. On peut alors imaginer un système de sanctions qui viserait les apprenants affirmant avoir pris en compte le retour, et qui ne l'ont pas

fait en réalité. Le formateur pourrait avoir une échelle graduée permettant d'évaluer à quel point son retour a été pris en considération.

L'un des avantages de la rédaction incrémentale est qu'elle s'inscrit dans la continuité de pratiques existantes : la correction de rendus. On n'impose pas une nouvelle tâche. En revanche, cette approche impose au formateur de changer de regard sur l'évaluation, l'évaluation intermédiaire correspondant à une évaluation formative. En effet, le LMS est pensé pour que les retours de l'enseignant visent à aider les apprenants à améliorer leurs productions présentes, là où dans une évaluation notée, les commentaires ne peuvent servir à améliorer que d'éventuelles productions futures. Il peut être utile de rappeler les réflexions de Favre (1995) sur l'enseignement scientifique et le statut des erreurs : « La diffusion du concept d'évaluation formative ne s'est pas apparemment traduite par des modifications notables d'attitudes dans la façon d'enseigner. Cette conception « nouvelle » de l'évaluation attribue à l'erreur une signification et un statut très différents de ceux qu'elle a lorsqu'elle est confondue avec la notion traditionnelle de faute ». En plus des questions d'acceptabilité liées au rapport à l'évaluation, la mise en place de la rédaction incrémentale suppose de consacrer davantage de temps sur la correction des copies, puisqu'il y a plusieurs itérations du travail d'évaluation, au même titre qu'il y a plus d'itérations du travail de production pour les apprenants. C'est un compromis classique entre qualité et quantité, qui suggère dès lors que ce type de fonctionnalités n'est pertinent que pour des groupes d'apprenants de taille réduite.

### ▸ 3. En quelques points

- Lorsque la focale porte sur le niveau d'exigence des productions, et que le nombre d'apprenants gérés par le formateur est réduit, il est envisageable de développer des technologies visant à accroître la qualité des productions (écrites ou autres) rendues par les apprenants : l'étayage et la production incrémentale ou itérative en sont emblématiques.
- Dans les technologies mobilisant des étayages, l'apprenant dispose d'éléments qui, tout en lui laissant une marge de manœuvre élevée, contraignent sensiblement son action pour l'orienter dans la direction voulue par le formateur. Par exemple, des ouvreurs de phrases peuvent orienter la rédaction d'une production écrite (« la première étape du protocole de sécurité est... »).
- Dans les technologies reposant sur la production incrémentale (ou itérative), la production d'un apprenant fait des allers-retours entre celui-ci et le formateur jusqu'à ce qu'une forme jugée satisfaisante ait été atteinte. Ce type de technologie a par exemple été mobilisé depuis des décennies dans la rédaction incrémentale d'idées ou d'éléments de langage.
- Dans la rédaction itérative, l'une des fonctionnalités principales de l'application correspond à la capacité à suivre si un retour (feedback) particulier a bien été pris en compte par l'apprenant dans la nouvelle version de son travail.

# Innovations en matière d'évaluation

## 4.4

Nous avons évoqué jusqu'à présent deux formes de différenciation pédagogique, la première réalisée automatiquement, via des algorithmes, la seconde par le formateur, au prix d'un investissement temporel parfois conséquent de sa part. Dans cette section, nous allons proposer un troisième axe de développement : des formes d'évaluation permettant à l'apprenant d'identifier plus rapidement ses forces et ses faiblesses. Nous allons parler d'évaluation par compétences en premier lieu, et de banques d'erreur en second lieu. Des technologies numériques existent d'ores et déjà pour ces deux approches, mais elles gagneraient à être mieux implémentées dans les nouveaux LMS.

### ▸ 1. Evaluation par compétences

Comme le souligne Guimard (2010), l'approche par compétences s'est développée en France « à l'image de ce qui se fait dans bien d'autres pays (Canada, États-Unis, Suisse, Pays-Bas, Royaume-Uni, Belgique) et dans une logique que certains n'hésitent pas à soupçonner d'être inspirée par celle qui prévaut dans les entreprises (Hirtt, 2009) ». Mobilisé déjà dans la formation d'adultes depuis plusieurs décennies, le terme « compétence » a concentré un certain nombre de critiques du fait de son caractère protéiforme. Quel que soit le contexte dans lequel elle a lieu, la transition d'une évaluation par notes à une évaluation par compétences s'accompagne d'un certain nombre de problèmes et de mises en question de la part de praticiens et de chercheurs (Hirtt, 2009 ; Coulet, 2010). Certains auteurs y voient cependant une opportunité d'explorer les potentialités offertes par le numérique (Blais et Gilles, 2011).

Une possibilité consiste à intégrer dans l'application ce que l'on nomme un modèle d'expertise partielle, où les



connaissances ou les compétences de l'apprenant sont considérées comme un sous-ensemble des connaissances et de compétences de l'expert (ici l'enseignant), quelle que soit la manière dont on la définit. Les erreurs ne sont considérées que comme un écart à la position de référence, écart qu'il reste à combler. La métaphore que l'on pourrait prendre est celle de la barre de téléchargement, ou, plutôt, des barres de téléchargement, si l'on évalue de multiples dimensions (attitudes, connaissances, etc.) de manière simultanée. Par souci de lisibilité, nous utiliserons le terme savoirs pour regrouper connaissances et compétences à évaluer, indépendamment de leur définition.

Ce modèle induit une vision hiérarchique de la progression. On pourra alors distinguer les modèles selon les degrés de formalisation de cette hiérarchie, en commençant par une formalisation relativement faible. Dans la plupart des LMS qui reposent sur une forme de modèle d'expertise partielle, la hiérarchie concerne des savoirs dont la maîtrise est distinguée en termes d'acquisition, de non acquis à acquis, sans que des critères explicites ne soient fournis pour distinguer les différents niveaux.

On peut néanmoins pousser la formalisation de l'évaluation en proposant une succession de niveaux fondés sur des critères observables, en développant ce que l'on nomme dans la littérature anglo-saxonne les learning progressions. Le bas de l'échelle n'est plus alors composé d'items comme «pas acquis», mais de capacités élémentaires, qui se développent au fil des niveaux. Il existe toute une littérature académique sur les «learning progressions» des élèves en matière de démarche d'investigation. Sur la base de l'exemple des capacités de modélisation en sciences, Schwartz et al. (2009) proposent de définir quatre niveaux hiérarchisés. Dans le premier, l'élève ne voit le modèle que comme un moyen d'illustrer un phénomène ; dans le dernier, ils sont capables de construire des modèles à visée prédictive ou interprétative. L'intérêt d'une telle démarche est notamment de réduire la dimensionnalité de l'évaluation, problème particulièrement prégnant lorsque l'on raisonne en termes de capacités, qui risque de découler vers une explosion combinatoire d'objectifs.

Cette utilisation de progressions induit naturellement la construction d'un système permettant de relier un niveau à un certain nombre d'observables, qui peuvent être rattachés, sur le plan informatique, au niveau de l'élève. On peut «attacher» à un niveau des éléments comme des extraits de portfolio. Il faut alors choisir si l'on attache uniquement des preuves «positives» qu'un apprentissage a été effectué, ou si les échecs doivent également être enregistrés pour montrer qu'un niveau n'a pas été atteints. Les «learning progressions» ont connu peu d'écho dans la littérature francophone. On trouve dans la littérature de la didactique des langues les termes «progression», «progression d'apprentissage», «progression didactique». L'intégration de cette logique de progression d'apprentissage dans le LMS constituerait une innovation simple, mais mais majeure.

## ▸ 2. Approche par banque d'erreurs

Dans cette sous-section, nous venons compléter nos propos sur l'EpC en nous attardant sur l'approche par banque d'erreurs. Une banque correspond à une liste des principales erreurs récurrentes qu'un apprenant peut faire pour une tâche donnée. Le travail du formateur peut s'en trouver facilité, car il n'a plus à détailler la nature de l'erreur en question dans ses retours, ni à pointer vers une ressource de remédiation, des liens vers ce type de ressource pouvant être

attachés à chaque erreur.

Les patrons d'annotation ont été démocratisés dans les LMS à destination de l'enseignement scolaire, comme Pronotes, sans que les concepteurs poussent jusqu'à la logique d'annotation dans la production. L'apprenant reçoit simplement une liste de ses erreurs, prises au sein d'une banque d'items prédéfinis. Là où l'innovation fait généralement défaut, c'est au niveau de leur représentation dans un profil apprenant, permettant de prendre en compte les erreurs dans la modélisation des apprenants et de la classe. Comme pour l'évaluation par compétences, une telle démarche implique que le formateur doit définir de manière précise quels sont les objectifs de la formation, et les attendus pour que soient remplis ces objectifs. Ce peut être un frein si le LMS est utilisé par des formateurs disposant de peu de temps.

### ▸ 3. En quelques points

- L'évaluation par compétences consiste. Dans cette approche de la conception, le LMS intègre des fonctionnalités permettant d'évaluer l'apprenant pour différentes compétences. Des grilles critériées interactives sont généralement fournies dans la plateforme au formateur pour rendre le processus d'évaluation plus objectif.
- Les dimensions de l'évaluation par compétences peuvent être représentées par des progressions d'apprentissage, ensemble de niveaux ordonnancés hiérarchiquement. Des critères sont créés pour séparer les niveaux des uns des autres, fondés sur des performances, ou à l'inverse des contre-performances de l'apprenant. Des référentiels de compétence sont souvent conçus en formation d'adultes pour des tâches standardisés.
- Si l'on veut focaliser l'attention sur la capacité des apprenants à éviter des erreurs (par exemple des erreurs lourdes de conséquences dans un protocole de sécurité), il peut être pertinent de développer des banques d'erreurs et d'inclure la représentation des erreurs commises par l'apprenant dans les tableaux de bord conçus.

# 4.5

## Innovations autour des exercices autocorrectifs



Les tests autocorrectifs (QCM, etc.) constituent un classique du e-learning. Ils sont utilisés depuis plusieurs décennies pour former et tester à grande échelle les apprenants, pour vérifier par exemple s'ils maîtrisent une terminologie importante, ou des protocoles de sécurité constitué de nombreuses étapes. S'agissant des exercices autocorrectifs, les innovations autour de la différenciation pédagogique présentent l'avantage d'être, pour la plupart, faciles à mettre en place, tant sur le plan pédagogique que sur le plan pédagogique. Par ailleurs, à l'exception des formateurs qui refusent toute introduction de logiques behavioristes dans les technologies éducatives, elles s'inscrivent dans la continuité de pratiques courantes, dans la mesure où elles reposent sur des quizz, QCM, etc. Nous ne présentons ici qu'un panel réduit de fonctionnalités. Nous avons exclu les approches qui demandent trop de recherche et développement, ou de temps de la part des formateurs pour la conception d'exercices. Ainsi, les algorithmes comme ceux des systèmes tuteurs intelligents, véritables intelligences artificielles pour la formation, sortent du périmètre de cette note, car ils requièrent des spécialistes du domaine pour être mis en œuvre. Du fait de leur simplicité, la répétition espacée, les tests adaptatifs, en revanche, sont mis en place dans un nombre croissant de LMS, non spécialisés dans ce type d'approche, mais la comportant comme un module parmi d'autres.

### ▸ 1. Répétition espacée

La répétition espacée (Pham et al., 2016) constitue l'une des formes les plus simples de différenciation pédagogique. De facto, ces fonctionnalités correspondent à la transposition de principes mis en œuvre dès les années 1930 par Pressey, puis par Skinner dans les années 1950-60, avec leurs machines à apprendre et le concept d'enseignement programmé. La focale

reste ici la mémorisation d'unités élémentaires de savoir, comme un mot d'une liste de vocabulaire ; les travaux dans le domaine de l'apprentissage des langues ont montré les bénéfices de ce type d'approche dans la mémorisation à long terme.

Des exercices corrigés de manière automatisée, comme des questions à choix multiples ou des textes à trous sont répétés, en général à intervalles croissants, jusqu'à ce que la réponse vienne sans réfléchir, l'information ayant été "ancrée" dans la mémoire à long terme. On se situe dans une logique d'évaluation formative, c'est à dire que l'évaluation sert d'entraînement et constitue la base de l'apprentissage, par contraste avec l'évaluation sommative, où l'objectif est de fournir une note à l'issue d'un cours. Les systèmes basés sur la Répétition Espacée, ou Spaced Repetition Systems (SRS) en anglais se sont développés rapidement au cours des dernières années. Les recherches sur les courbes d'oubli sont généralement mobilisées par les concepteurs de SRS pour légitimer la pertinence de ces fonctionnalités. Au fil des répétitions, les performances de recollection de l'information s'améliorent, et restent plus stables dans le temps (Figure 21).

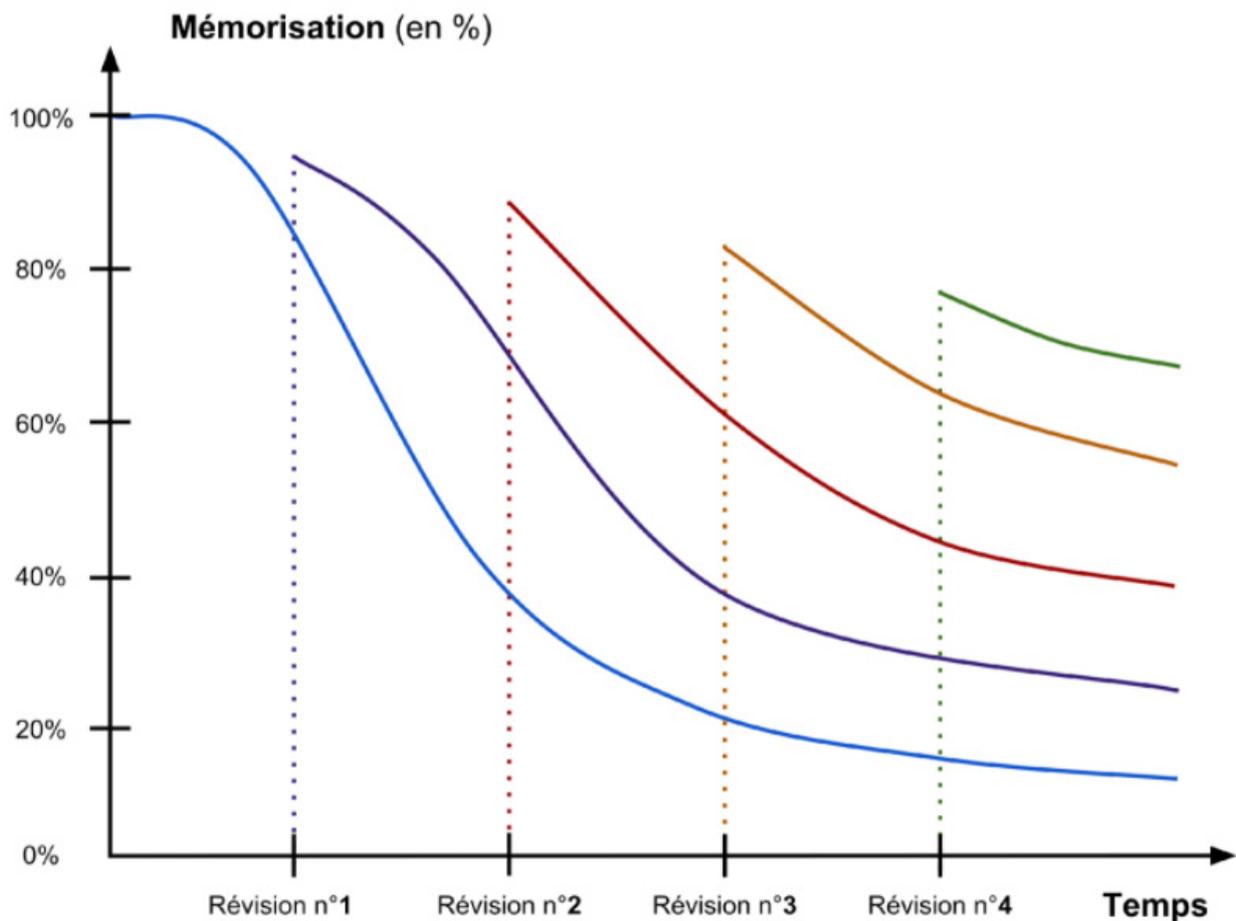


Figure 21. Une modélisation schématique de l'impact de répétitions espacées sur la rétention de l'information (source : Adrien Moyaux - CC-BY SA)

L'un des premiers est Anki, un outil basé sur des flashcards, mais des logiciels plus récents comme Memrise, Lamachineareviser de Domoscio, Brainscape ou Cerego ont fait leur apparition. Un SRS ne constitue pas un système de recommandation à proprement parler, dans la mesure où l'utilisateur est incité à passer en revue l'ensemble des items d'une liste, sans adaptation en fonction des résultats aux questions ; seule la fréquence de révision pour un item donné varie d'un utilisateur à l'autre. Nous présentons dans la Figure 22 le tableau de bord de Cerego, qui permet de suivre une série d'items selon l'intensité estimée de leur ancrage dans la mémoire de l'apprenant. Il est à noter que le terme « ancrage mémoriel » n'est pas utilisé dans la littérature scientifique ; il a été popularisé par l'entreprise Woonoz, qui en revendique la paternité. Elle est à l'origine du Projet Voltaire, dont la fonction est notamment de favoriser la mémorisation de l'orthographe et de règles de grammaire.

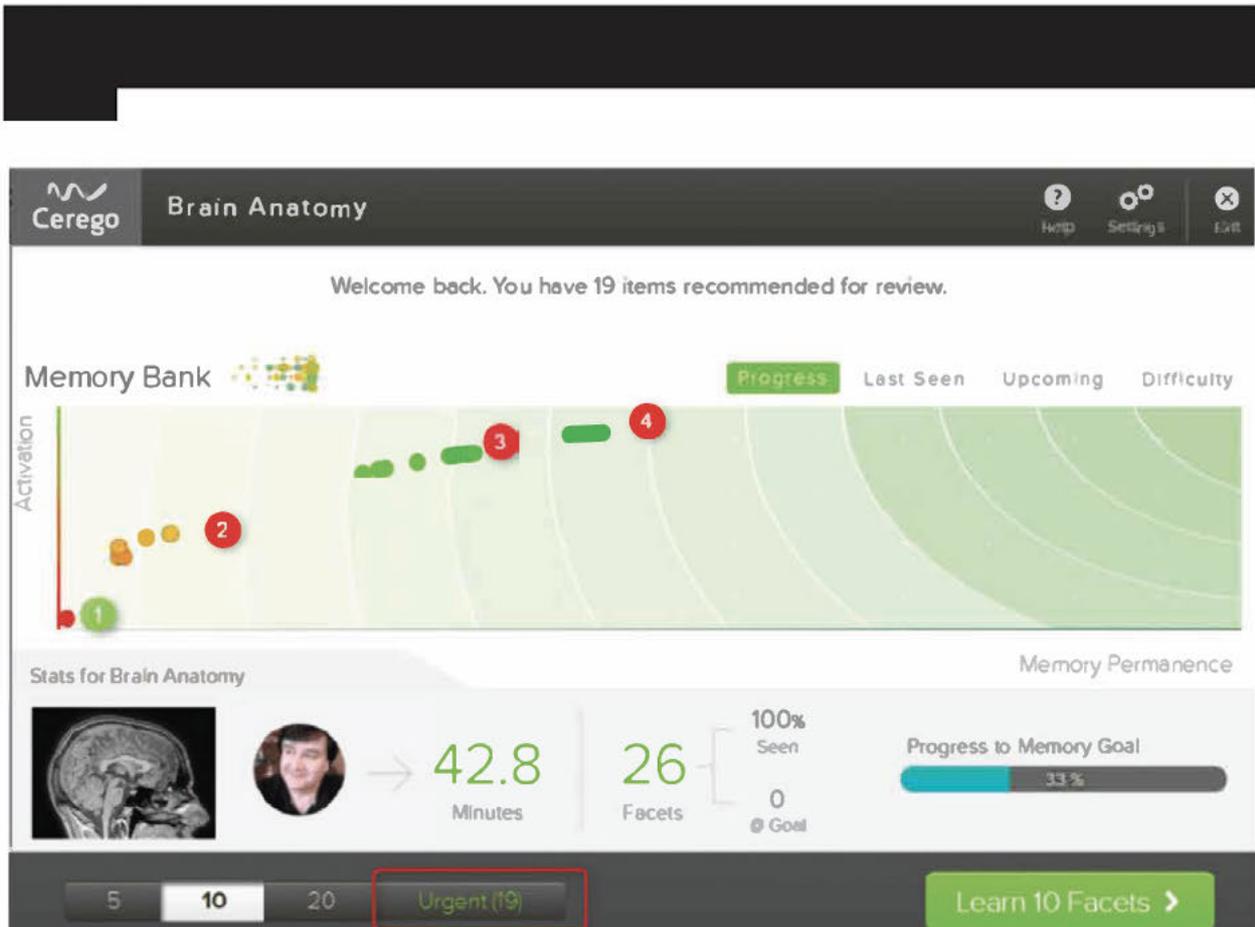


Figure 22. Représentation d'une banque d'item dans le processus de mémorisation de l'apprenant (Source : Cerego)

En termes de conception, l'avantage de cette technologie pour le formateur est la rapidité de mise en place. Une banque d'exercices peut être facilement intégrée à la plupart des technologies de cette nature.

## ▸ 2. Systèmes à embranchement

Les systèmes à embranchement correspondent à l'équivalent numérique des « livres dont vous êtes le héros ». En fonction de l'interaction avec un item donné, l'apprenant se voit proposer de suivre un parcours spécifique à la réponse, qui aura été prédéterminé par l'instructeur, le plus souvent pour servir de remédiation si la réponse correspond à une erreur fréquemment réalisée. Dans l'industrie, Smartsparrow représentait jusqu'à son rachat récent par Pearson l'une des principales entreprises proposant ce type de service (Figure 23). La littérature scientifique abonde en travaux sur l'approche par embranchement, au cœur de l'enseignement programmé tel que proposé dans les années 1960 par Skinner. Bien avant la démocratisation du numérique, ce type de système avait ainsi été conçu de manière mécanique, et avait connu un certain succès aux Etats-Unis, tout en générant en parallèle une levée de boucliers contre une approche jugée par trop behavioriste. L'une des principales difficultés que ce type d'approche engendre est le temps nécessaire aux formateurs pour envisager une série de parcours pertinents pour les apprenants. Si l'on se centre sur des banques d'exercices, il existe des alternatives pour proposer des parcours adaptatifs aux apprenants sans imposer en formateur de penser une grande diversité de parcours.

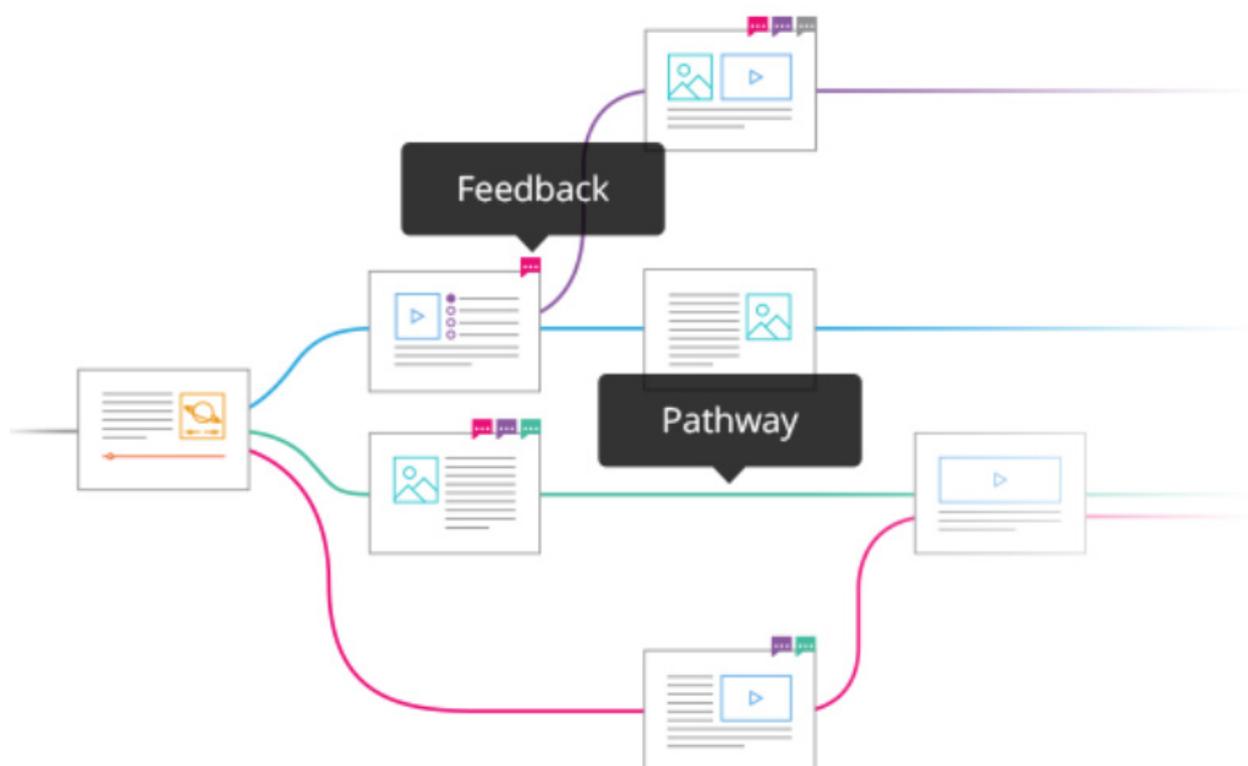


Figure 23. Représentation d'un programme à embranchement par l'entreprise Smartsparrow



**Importing & Cleaning Data with R**

## Test Your Skills



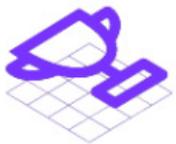
**Timed Challenges**

Solve a series of 15 challenges before the timer runs out.



**Adaptive**

The assessment will automatically adapt to your skill level.



**Results**

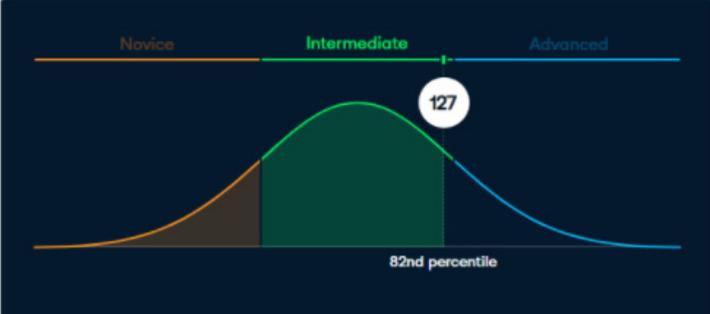
Get personalized recommendations based on your score.

[Start Assessment](#)

Figure 25. Datacamp, une entreprise qui mobilise les tests adaptatifs dans ses évaluations

Dans un LMS comme celui de Datacamp, plateforme qui propose un catalogue de cours Data Science, des sessions d'exercices adaptatives sont ainsi proposées aux utilisateurs (Figure 25), sur des créneaux courts, pour évaluer leur niveau et se positionner par rapport aux autres utilisateurs (Figure 26), et éventuellement proposer des recommandations de cours à suivre en fonction des réponses de l'apprenant.

**Think you can do better?**  
Retake the assessment now to improve your score. [Retake Assessment](#)



You received a score of 127. You performed better than 82% of your peers.

Review Your Answers

**Recommendations**

These personalized recommendations are based on your skill gaps. Start one now to improve your skills.

**Regression and Prediction**

**Correlation and Regression In R**

Learn how to describe relationships between two numerical quantities and characterize these relationships graphically.

 Ben Baumer

**Generalized Linear Models In R**

The Generalized Linear Model course expands your regression toolbox to include logistic and Poisson

Figure 26. Positionnement de l'apprenant après un test sur Datacamp, et suggestions de remédiation

Dans une approche du test adaptatif fondée sur l'embranchement, il n'y a pas besoin de conserver d'information sur le niveau de l'apprenant. En d'autres termes, il n'y a pas de modèle apprenant. Néanmoins, depuis environ deux décennies, une autre approche des tests adaptatifs issue de la psychométrie prend le pas dans de nombreux LMS : la théorie de la réponse à l'item (TRI). La startup Knewton, qui fut un temps fleuron américain de l'IA éducative, reposait apparemment sur ce principe. La plateforme française PIX est fondée sur la TRI également. Le niveau de l'apprenant est calculé en temps réel sur la base d'items calibrés, dont le niveau de difficulté est recalculé de manière régulière, sur la base des réponses des apprenants. Néanmoins, appliquer la TRI soulève un certain nombre d'obstacles en termes de calibration des items. Pour contourner le fait que l'on dispose au début de peu d'informations sur les items, problème connu sous la désignation du démarrage à froid, on commence généralement par une première estimation à la main du niveau de difficulté des exercices, pour ensuite progressivement affiner ces estimations par des méthodes statistiques. Dans un cas comme dans l'autre, il suffit pour le formateur de classer les exercices qu'il fournit selon leur niveau de difficulté, sur une échelle, pour pouvoir mettre en place ce type de pédagogie.

#### ▸ 4. Exercices, compétition et ludification

L'une des tendances remarquables constatées au cours des dernières années réside dans la promotion croissante de l'utilisation de tests autocorrectifs selon une logique ludoéducative, en capitalisant sur les différents ingrédients de la ludification. Ainsi, en France, l'entreprise Coopacademy, pour ne citer qu'elle, s'est illustrée par le succès commercial de son LMS fondé essentiellement sur ce type d'approche. Nous illustrons au travers des figures différents éléments de ludification de la plateforme (badges, vies, classements) (Figure 27), ainsi que la possibilité pour un apprenant de défier un pair. Celui qui obtient le plus grand nombre de points, dans une course aux exercices autocorrectifs, est celui qui remporte la manche. Le fonctionnement de ces compétitions a été décrit dans le détail par Zufferey et al. (2016) dans le cadre d'une analyse des usages de la plateforme.

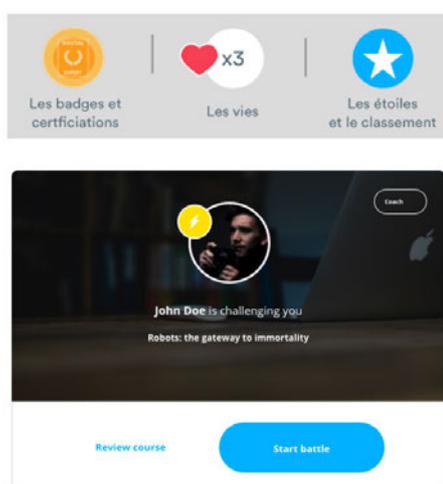
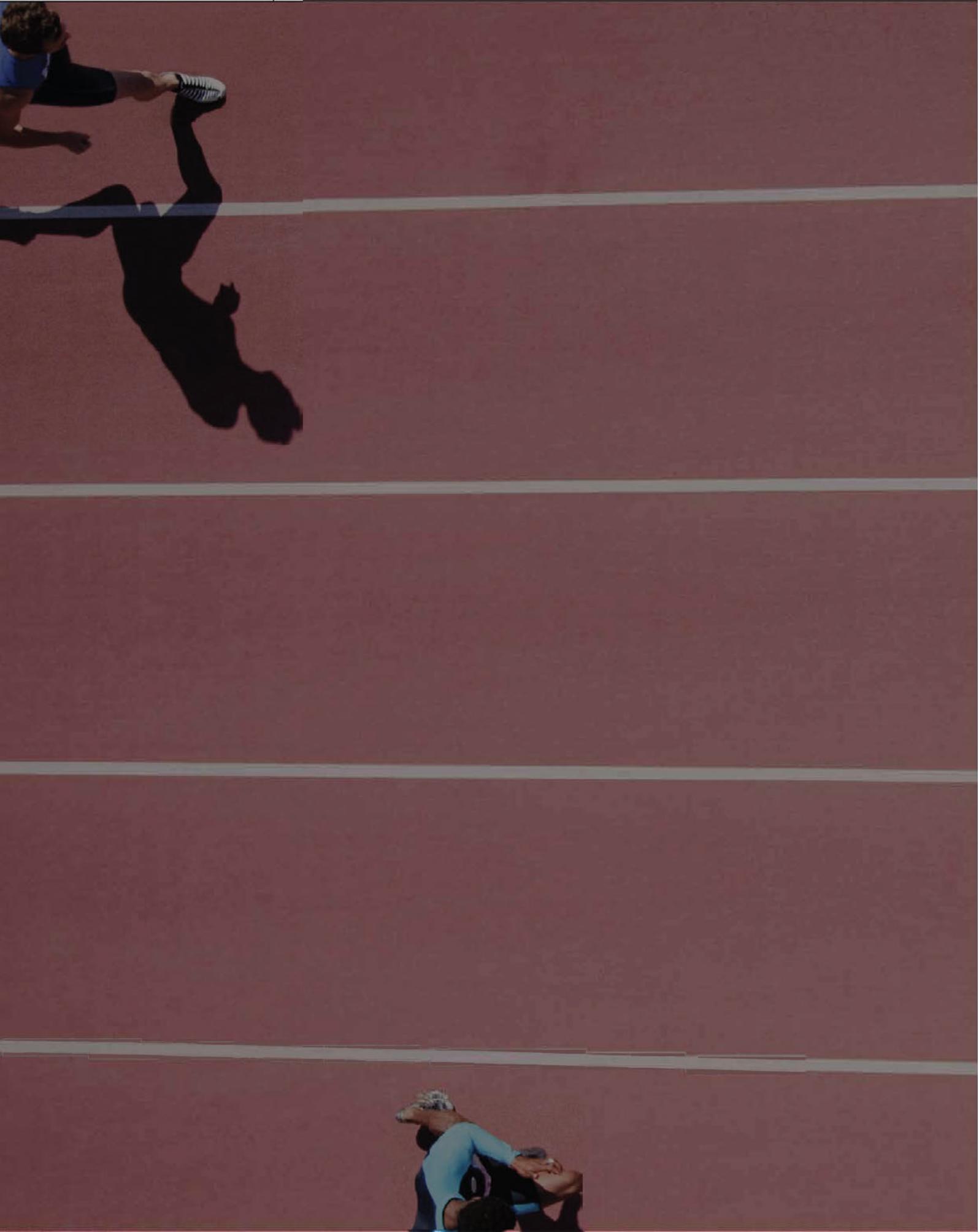


Figure 27. Mécanismes de ludification de la plateforme Coopacademy. Haut : badges, et vies. Bas : possibilité de proposer une "battle" à un de ses pairs.

## ▸ 5. En quelques points

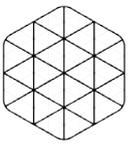
- La répétition espacée est largement utilisée pour vérifier que des connaissances ponctuelles potentiellement nombreuses (listes de consignes de sécurité par exemples) sont bien maîtrisées par un groupe d'apprenants.
- Le principe de la répétition espacée est indissociable de celui de la courbe d'oubli. Dans les technologies d'obédience behavioriste qui s'en réclament, des items (tests autocorrectifs comme les QCM) sont proposés à intervalles croissants aux apprenants, et ce pour optimiser l'ancrage de connaissances dans la mémoire à long terme. Les exercices de cette nature permettent d'estimer le niveau de maîtrise d'un item donné, mais non un niveau global de l'apprenant, comme le font les tests adaptatifs.
- La logique d'embranchement correspond à la transposition informatique du concept du livre dont vous êtes le héros (exemple : si vous choisissez la réponse A, rendez-vous page 327). L'apprenant peut évoluer au sein de parcours diversifiés mais préconstruits. Des tests autocorrectifs permettent à chaque embranchement de déterminer quelle est la nouvelle ressource / activité présentée à l'apprenant; ces ressources peuvent avoir une visée de remédiation si l'on constate qu'une réponse particulière correspond à une réponse erronée. La logique peut être proche de celle des tests adaptatifs si le dispositif ne comporte que des exercices.
- Les tests adaptatifs (en anglais : computerized adaptive testing, ou CAT) permettent à l'apprenant de naviguer au sein d'une banque de questions tout en adaptant le niveau des questions au niveau estimé de l'apprenant, de sorte à permettre la meilleure adéquation possible entre les deux. Ainsi, plus l'apprenant échoue, plus les questions proposées sont faciles, et réciproquement.
- Le principe du test adaptatif peut être mobilisé aussi bien pour des tests de positionnement que dans une logique formative, les exercices servant alors à faire progresser l'apprenant, et non seulement à évoluer son niveau.
- La théorie de la réponse à l'item, issue de la psychométrie, est mobilisée pour estimer le niveau de difficulté des exercices sur la base des réponses des apprenants, et, inversement, pour estimer le niveau des apprenants automatiquement sur la base de leurs réponses aux exercices.
- La logique de ludification (gamification) est utilisée de manière croissante dans les activités reposant sur des exercices autocorrectifs, avec un certain nombre de mécanismes que l'on retrouve dans les jeux vidéos (badges, vies, certificats, etc.). Une dimension sociale peut être rajoutée si les apprenants sont incités à entrer en compétition les uns avec les autres (avec par exemple les battles de Coorpacademy par exemple).



.005



**Conclusion**



Nous avons dressé ici un panorama d'innovations intéressantes dans le cadre du développement d'un LMS fondé sur la différenciation pédagogique. Il est à noter que les travaux en informatique que nous avons cités ici relèvent essentiellement de la description d'interfaces et de leur fonctionnement. Au besoin, on pourra également trouver dans la littérature scientifique des descriptions plus détaillées d'architectures back end – par exemple pour structurer l'évaluation par compétences – ou d'algorithmes mobilisés dans des contextes d'apprentissage adaptatif. Ce type de travaux pourrait se révéler utile dans des phases plus avancées du développement.

Pour conclure, nous nous sommes cantonnés ici à une liste non exhaustive d'innovations possibles. Si les concepteurs font par exemple le choix de favoriser des logiques d'autoformation, il faudra alors effectuer une revue détaillée de la littérature sur les Environnements d'Apprentissage Personnels. Les systèmes de recommandation de ressources à pédagogiques à consulter ont évolué depuis l'époque des hypermédias adaptatifs, et des moteurs de recherche pensés pour l'apprentissage, synthétisant du contenu vidéo de multiples sources, ont par exemple vu le jour. Ils constituent autant de pistes d'innovation qu'il conviendrait d'explorer dans des travaux futurs.







.006

Références

- Ali, L., Hatala, M., Gašević, D. et Jovanović, J. (2012). A qualitative evaluation of evolution of a learning analytics tool. *Computers et Education*, 58(1), 470–489. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.08.030>
- Amiel, T. et Reeves, T. C. (2008). Design-Based Research and Educational Technology: Rethinking Technology and the Research Agenda. *Journal of Educational Technology et Society*, 11(4), 29–40
- Bastien, J. M. C., et Tricot, A. (2015). L'évaluation ergonomique des documents électroniques. Presses Universitaires de France. Retrieved from <http://www.cairn.info/revue-le-travail-humain-puf-2008--p-205.htm>
- Clarà, M., & Barberà, E. (2014). Three problems with the connectivist conception of learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 30(3), 197-206.
- Beaud, S. et Weber, F. (2010). Guide de l'enquête de terrain. Armand Colin.
- Benkada, C., et Moccozet, L. (2017, Juillet). Enriched interactive videos for teaching and learning. Dans 2017 21st International Conference Information Visualisation (IV) (pp. 344-349). IEEE.
- Blais, J.-G. et Gilles, J.-I. (éds) (2011). Évaluation des apprentissages et technologies de l'information et de la communication : Le futur est à notre porte. Québec : Presses de l'université Laval.
- Blanchet, A., et Gotman, A. (2010). L'entretien: L'enquête et ses méthodes (2e édition). Paris: Armand Colin.
- Bouchard, P. (1994). Pourquoi apprendre seul : les déterminants du choix éducatif chez des professionnels autodidactes. Université de Montréal.
- Bower, J. V., et Rutson-Griffiths, A. (2016). The relationship between the use of spaced repetition software with a TOEIC word list and TOEIC score gains. *Computer Assisted Language Learning*, 29(7), 1238-1248.
- Brinton, C. G., Buccapatnam, S., Chiang, M., & Poor, H. V. (2016). Mining MOOC clickstreams: Video-watching behavior vs. in-video quiz performance. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 64(14), 3677-3692.
- Bruillard, E. (1997). Les machines à enseigner. Paris : Hermès.
- Bruillard, É. (2017). Mooc une forme contemporaine de livres éducatifs. De nouveaux genres à explorer ? Distances et médiations des savoirs. *Distance and Mediation of Knowledge*, 18. Réperé à l'adresse : <http://dms.revues.org/1830>
- Burkhardt, J.-M., et Sperandio, J.-C. (2014). 26. Ergonomie et conception informatique. Presses Universitaires de France. Retrieved from <https://www.cairn.info/ergonomie--9782130514046-page-437.htm>

Carré, P. (2002). De la motivation à la formation. L'Harmattan.

Carré, P. (2003). La double dimension de l'apprentissage autodirigé, Contribution à une théorie du sujet social apprenant. *Revue Canadienne pour l'étude de l'éducation des adultes*, 17(1)

Carré, P., Fenouillet, F. (2009). *Traité de psychologie de la motivation*. Paris : Dunod.

Carson, S. (2009). The unwalled garden: growth of the OpenCourseWare Consortium, 2001–2008. *Open learning: the journal of open, distance and e-learning*, 24(1), 23-29.

Cisel, M. et Baron, G.-L. (2018, juin). Conception d'un EIAH à destination du programme Savanturiers : difficultés engendrées par une approche inductiviste de la spécification des besoins. Dans Boulc'h, L, Voulgre, E (Eds.), *Actes de la 3ème conférence Ecole et Technologies de l'Information et de la Communication (ETIC3)*, Paris, France.

Cisel, M., Barbier, C. et Baron G.-L. (2019). Rapport scientifique de synthèse de la recherche Savanturiers du Numérique. Manuscrit non publié. Université Paris-Descartes, laboratoire EDA.

Cisel, M., et Barbier, C. (2021). Instrumentation numérique de la rédaction incrémentale : leçons tirées de la mise à l'épreuve du carnet numérique de l'élève chercheur. *Canadian Journal of Education/Revue canadienne de l'éducation*, 44(2), 277-307.

Conde, J. (2018). Logiques d'utilisation des MOOC en entreprise au prisme des capacités (Manuscrit de thèse). Université Paris-Saclay

Coulet, J.-C. (2010). La « référentialisation » des compétences à l'école, conceptions et mises en œuvre. *Des attendus aux malentendus. Recherche et formation*, 64, 47-62.

Cross, K. P. (1981). *Adults as learners. Increasing participation and facilitating learning*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Dabbebi, I. (2019). Conception de tableaux de bords dynamiques, adaptatifs et contextuels. Manuscrit de thèse non publié. Université du Mans. <http://www.theses.fr/s140053>

Dweck, C. S. (1986). Motivational processes affecting learning. *American psychologist*, 41(10), 1040.

Eick, C. J., et King Jr, D. T. (2012). Nonscience Majors' Perceptions on the Use of YouTube Video to Support Learning in an Integrated Science Lecture. *Journal of College Science Teaching*, 42(1).

Faber, J. M., Luyten, H. et Visscher, A. J. (2017). The effects of a digital formative assessment tool on mathematics achievement and student motivation: Results of a randomized experiment. *Computers & Education*, 106, 83–96.

Favre, D. (1995). Conception de l'erreur et rupture épistémologique. *Revue française de pédagogie*, 111, 85-94.

Garland, M. (1992). Variables affecting persistence in distance education in the natural resource sciences, University of British Columbia, British Columbia, Canada.

Garrison, D. R. (1985). Predicting dropout in adult basic education using interaction effects among school and nonschool variables. *Adult Education Quarterly*, 36(1), 25–38.

Gros, H., Gvozdic, K., Sander, E., et Scheibling-Sève, C. (2018). *Les neurosciences en éducation*. Retz.

Guimard, P. (2010). *L'évaluation des compétences scolaires*. Rennes : Presses Universitaires de Rennes.

Haradji, Y., et Faveaux, L. (2006). Évolution de notre pratique de conception (1985-2005). *Activités*, 3(1). <https://doi.org/10.4000/activites.1852>

Hattie, J., et Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112.

Hirtt, N. (2009). L'approche par compétences: une mystification pédagogique. *L'école démocratique*, 9, p. 1-34.

Hu, Y.-H., Lo, C.-L. et Shih, S.-P. (2014). Developing early warning systems to predict students' online learning performance. *Computers in Human Behavior*, 36, 469-478.

Jamet, E. (2006). Une présentation des principales méthodes d'évaluation des EIAH en psychologie cognitive. *Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation*, 13.

Jézégou, A. (2009). Apprentissage autodirigé et formation à distance. *Distances et savoirs*, 6(3), 343–364.

Kember, D. (1989). A longitudinal-process model of drop-out from distance education. *The Journal of Higher Education*, 60(3), 278-301.

Kemp, W. C. (2002). Persistence of Adult Learners in Distance Education. *American Journal of Distance Education*, 16(2), 65–81. [https://doi.org/10.1207/S15389286AJDE1602\\_2](https://doi.org/10.1207/S15389286AJDE1602_2)

Klamma, R., Chatti, M. A., Duval, E., Hummel, H., Hvannberg, E. T., Kravcik, M., ... & Scott, P. (2007). Social software for life-long learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 10(3), 72-83.

Kluger, A. N., et DeNisi, A. (1996). The effects of feedback interventions on performance: A historical review, a meta-analysis, and a preliminary feedback intervention theory. *Psychological Bulletin*, 119(2), 254-284.

Knowles, M. S. (1975). *Self-directed Learning: A Guide for Learners and Teachers*. Association Press.

Long, H. (1989). *Self-directed learning: emerging theory and practice*. University of Oklahoma : Norman.

Loup-Escande, É., Burkhardt, J.-M. et Richir, S. (2013). Anticiper et évaluer l'utilité dans la conception ergonomique des technologies émergentes: une revue. *Le travail humain*, 76(1), 27–55.

Nicholls, J. G. (1984). Achievement motivation: Conceptions of ability, subjective experience, task choice, and performance. *Psychological Review*, 91(3), 328–346.

Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc.

Nogry, S., Jean-Daubias, S. et Ollagnier-Beldame, M. (2004). Évaluation des EIAH : une nécessaire diversité des méthodes (p. 265–271). *Technologies de l'Information et de la Connaissance dans l'Enseignement Supérieur et l'Industrie*, Université de Technologie de Compiègne. Repéré le 6 décembre 2017 à l'adresse <https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00000729/document>

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T. et Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61.

Pham, X. L., Chen, G. D., Nguyen, T. H., et Hwang, W. Y. (2016). Card-based design combined with spaced repetition: A new interface for displaying learning elements and improving active recall. *Computers et Education*, 98, 142-156.

Potier Watkins, C., Caporal, J., Merville, C., Kouider, S. Dehaene, S. (2020) Accelerating reading acquisition and boosting comprehension with a cognitive science-based tablet training. *Journal of Computers in Education*.

Potier Watkins, C., Dehaene, O., Dehaene, S. (2019). Automatic Construction of a Phonics Curriculum for Reading Education Using the Transformer Neural Network. In *International Conference on Artificial Intelligence in Education*, pages 226–231.

Quintana, C., Zhang, M. et Krajcik, J. (2005). A Framework for Supporting Metacognitive Aspects of Online Inquiry Through Software-Based Scaffolding. *Educational Psychologist*, 40(4), 235–244.

Robertson, S. (2001). Requirements trawling : techniques for discovering requirements. *International Journal of Human-Computer Studies*, 55(4), 405–421. <https://doi.org/10.1006/ijhc.2001.0481>

Rovai, A. P. (2003). In search of higher persistence rates in distance education online programs. *Internet and Higher Education*, 6(1), 1–16. [https://doi.org/10.1016/S1096-7516\(02\)00158-6](https://doi.org/10.1016/S1096-7516(02)00158-6)

Sanchez, É. et Monod-Ansaldi, R. (2015). Recherche collaborative orientée par la conception. *Education et didactique*, 9(2), 73–94.

Sandoval, W. A. (2004). Developing Learning Theory by Refining Conjectures Embodied in Educational Designs. *Educational Psychologist*, 39 (4), 213-223.

Scapin, D. L., et Bastien, J. M. C. (1997). Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems. *Behaviour et Information Technology*, 16(4–5), 220–231. <https://doi.org/10.1080/014492997119806>

Scardamalia, M. (2004). CSILE/Knowledge forum®. *Education and technology: An encyclopedia*. Santa Barbara: ABC-CLIO, p. 183-192.

Scheffel, M., Drachsler, H., Toisoul, C., Ternier, S. et Specht, M. (2017). The Proof of the Pudding: Examining Validity and Reliability of the Evaluation Framework for Learning Analytics. Dans *Data Driven Approaches in Digital Education* (pp. 194–208). Springer, Cham.

Shapiro, M. A. et Park, H. W. (2015). More than entertainment: YouTube and public responses to the science of global warming and climate change. *Social Science Information*, 54(1), 115-145.

Solar, C., Baril, D., Roussel, J. F., et Lauzon, N. (2016). Les obstacles à la formation en entreprise. *Savoirs*, (2), 9-54.

Siemens, G., & Conole, G. (2011). Connectivism: Design and delivery of social networked learning. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 12(3).

Song, L., et Hill, J. R. (2007). A conceptual model for understanding self-directed learning in online environments. *Journal of Interactive Online Learning*, 6(1), 27-42.

Specht, M., Bedek, M., Duval, E., Held, P., Okada, A. et Stefanov, K. (2013, juin). WESPOT: Inquiry based learning meets learning analytics. In *Proceedings of the The Third International Conference on e-Learning* (pp. 15-20). Belgrade.

Stephens-Martinez, K., Hearst, M. A. et Fox, A. (2014). Monitoring MOOCs: Which Information Sources Do Instructors Value? In *Proceedings of the First ACM Conference on Learning @ Scale Conference* (pp. 79–88). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2556325.2566246>

Stephens-Martinez, K., Hearst, M. A., et Fox, A. (2014). Monitoring MOOCs: Which Information Sources Do Instructors Value? In *Proceedings of the First ACM Conference on Learning @ Scale Conference* (pp. 79–88). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2556325.2566246>

Strebelle, A., et Depover, C. (2013). Analyse d'activités collaboratives à distance dans le cadre d'un dispositif d'apprentissage de la modélisation scientifique. *Distances et médiations des savoirs. Distance and Mediation of Knowledge*, 1(3). <https://doi.org/10.4000/dms.324>

Sweet, R. (1986). Student dropout in distance education: An application of Tinto's model. *Distance Education*, 7(2), 201–213. <https://doi.org/10.1080/0158791860070204>

Tabak, I. et Reiser, B. J. (1997, mai). Complementary Roles of Software-based Scaffolding and Teacher-student Interactions in Inquiry Learning. Dans *Proceedings of the 2nd International Conference on Computer Support for Collaborative Learning*.

---

Tchounikine, P., & Tricot, A. (2011). Environnements informatiques et apprentissages humains. *Informatique et Sciences Cognitives: influences ou confluences*, 167-200.

Tinto, V. (1975). Dropout from Higher Education: A Theoretical Synthesis of Recent Research. *Review of Educational Research*, 45(1), 89–125.

Tricot, A., Plégat-Soutjis, F., Camps, J.-F., Amiel, A., Lutz, G. et Morcillo, A. (2003, juin). Utilité, utilisabilité, acceptabilité : interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des EIAH (pp. 391–402). Dans *Actes de la conférence Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain 2003*. Strasbourg, France.

Van de Pol, J., Volman, M. et Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in Teacher–Student Interaction: A Decade of Research. *Educational Psychology Review*, 22(3), 271-296.

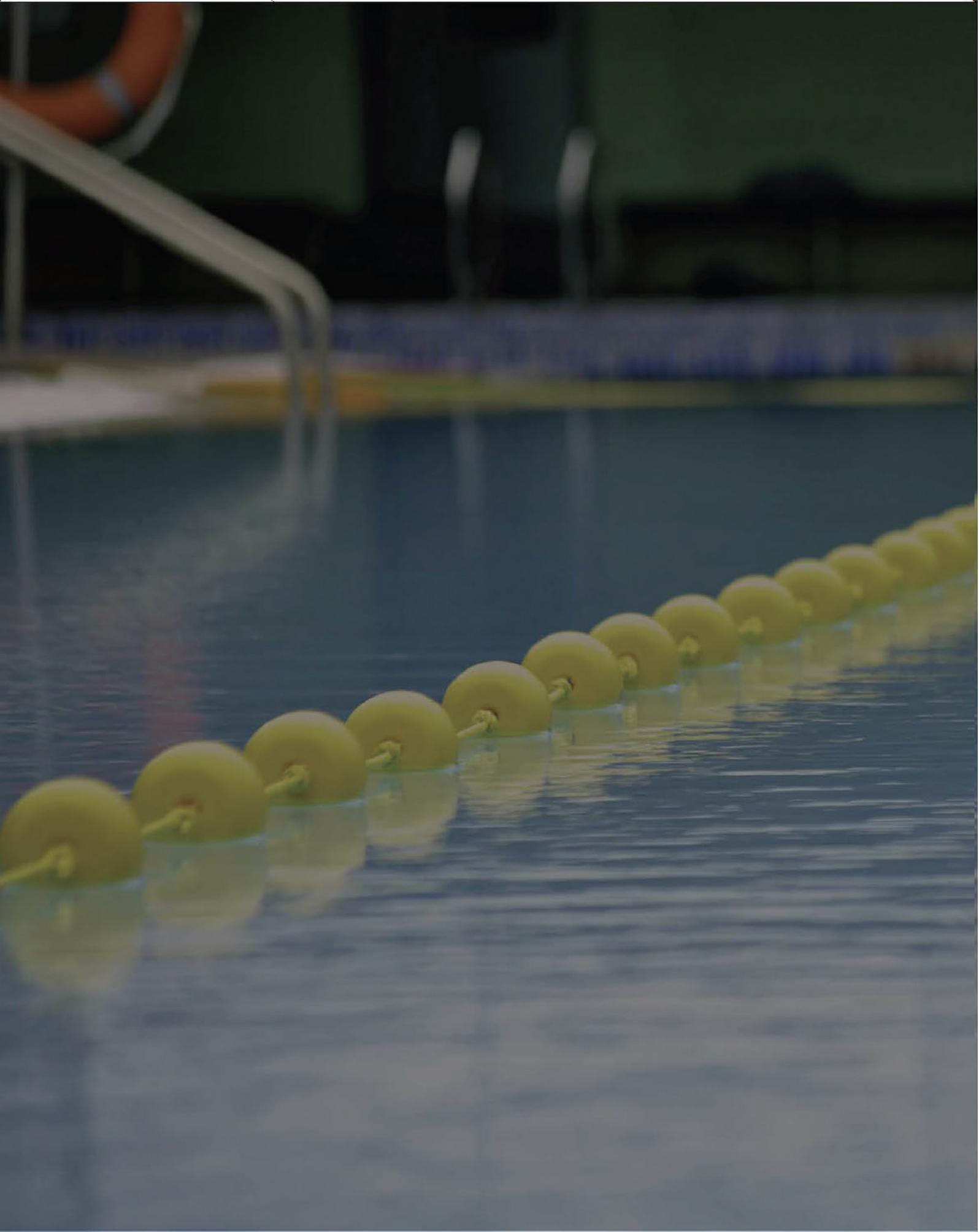
Vardi, I. (2012). The impact of iterative writing and feedback on the characteristics of tertiary students' written texts. *Teaching in higher education*, 17(2), 167-179.

Vrillon, E. (2019). Une nouvelle évaluation de la réussite dans les MOOC à partir de registres d'usages individuels. *Questions Vives. Recherches en éducation*, (31).

Welbourne, D. J. et Grant, W. J. (2016). Science communication on YouTube: Factors that affect channel and video popularity. *Public Understanding of Science*, 25(6), 706-718.

Zhao, K., et Chan, C. K. (2014). Fostering collective and individual learning through knowledge building. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 9(1), 63-95.

Zufferey, j. d., Alavi, h., Kidzinski, ł., et Dillenbourg, P. (2016). Gamified competition features for corporate MOOCs: the battle mode. *EMOOCs 2016*, 223.



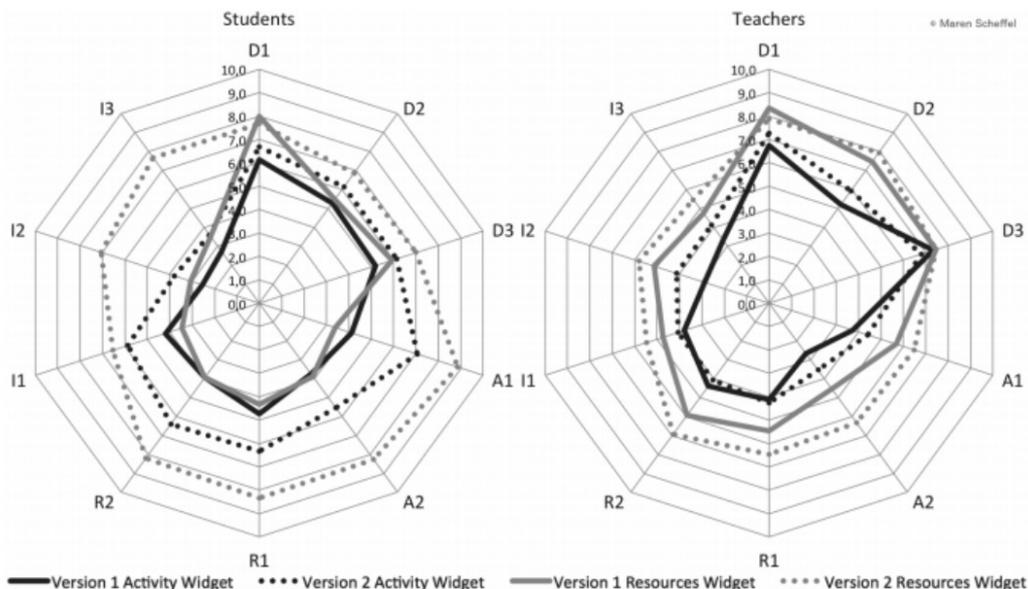
.007

**Annexes**

**Table 1.** Dimensions and items of the learner and the teacher section of the EFLA.

EFLA items for learners/teachers	
<b>Data:</b>	<b>D1</b> For this LA tool it is clear what data is being collected <b>D2</b> For this LA tool it is clear why the data is being collected <b>D3</b> For this LA tool it is clear who has access to the data
<b>Awareness:</b>	<b>A1</b> This LA tool makes me aware of my/my students' current learning situation <b>A2</b> This LA tool makes me forecast my/my students' possible future learning situation given my/their (un)changed behaviour
<b>Reflection:</b>	<b>R1</b> This LA tool stimulates me to reflect on my past learning/teaching behaviour <b>R2</b> This LA tool stimulates me to adapt my learning/teaching behaviour if necessary
<b>Impact:</b>	<b>I1</b> This LA tool increases my motivation to study/teach <b>I2</b> This LA tool stimulates me to study/teach more efficiently <b>I3</b> This LA tool stimulates me to study/teach more effectively

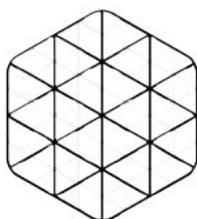
Tableau 3. Un instrument mobilisé pour l'évaluation comparative de l'utilité de deux versions successives d'un tableau de bord dans un MOOC



**Fig. 1.** Average scores of the EFLA items for students (left) and teachers (right) for both versions of both widgets.

Figure 28. Visualisation des résultats de l'évaluation pour deux versions du widget évalué par Scheffel et al. (2017)





**MATRICE**

Fondé en 2016, à la fois organisme de formation, incubateur, centre de recherche, laboratoire d'innovation et lieu de création artistique, Matrice s'affranchit des lignes de partage classiques pour assembler dans une même communauté étudiant-e-s, entrepreneur-e-s, chercheur-se-s et artistes, par-delà les ancrages disciplinaires.

Au quotidien nous construisons des dispositifs qui permettent de former ou d'innover en articulant l'analyse sociale des contextes à grand renfort de sciences humaines, la réalisation de projets avec des méthodes issues de l'entrepreneuriat et une capacité de production de solutions technologiques.

Au centre de notre action est le numérique conçu comme un environnement social qui détermine nos manières de voir le monde, lire, écrire, penser et créer. En ce sens, il est l'enjeu à investiguer comme entrepreneur-se-s, chercheur-se-s, innovateur-ric-e-s ou artistes, afin de dessiner des futurs souhaitables.

**MATRICE opère aujourd'hui cinq types de programmes :**

→ **Des programmes de formation** à l'entrepreneuriat et aux métiers du numérique à destination d'étudiant-e-s, d'entrepreneur-e-s, de professionnel-le-s, de demandeur-se-s d'emploi et de personnes en reconversion.

→ **Des programmes d'innovation** portés par MATRICE Lab, pour accompagner des entreprises et institutions publiques dans leur transformation numérique, organisationnelle, stratégique ou sociale des projets d'innovation sur-mesure.

→ **Des programmes d'incubation de startups** destinés aux entrepreneur-e-s souhaitant déployer un projet innovant, ambitieux mais aussi responsable, dans un cadre collectif.

→ **Des programmes artistiques**, sous la bannière d'Atelier B : le programme artistique et culturel de Matrice consacré aux mutations contemporaines et aux cultures numériques.

→ **Des programmes de recherche et de transfert de technologie** pour permettre à la science de sortir des laboratoires, ainsi qu'une recherche interne qui nourrit chacun de nos dispositifs.

**[www.matrice.io](http://www.matrice.io)**

15 square Vergennes, 75015 PARIS