

Apports et limites des outils numériques pour les apprentissages académiques : le rôle de l'attention

André TRICOT
Laboratoire Epsilon
Université Paul Valéry Montpellier

En éducation, les outils numériques sont souvent parés de vertus ou de vices qui semblent plus relever des convictions de chacun que de données empiriques recueillies et analysées de façon rigoureuse. Dans cet article je vais tenter de confronter quelques affirmations régulièrement entendues à propos des outils numériques en éducation, à l'état actuel des connaissances issues des recherches empiriques. Cela me permettra dans un second temps d'explorer l'idée selon laquelle les effets positifs attestés des outils numériques sont fréquemment liés à une prise en compte des ressources attentionnelles des étudiants. Au contraire, bien des effets négatifs du numérique en éducation peuvent être causés par une surcharge attentionnelle.

Les outils numériques : des technologies de la mémoire et de la communication

Les outils numériques constituent l'étape la plus récente de l'évolution des technologies de la mémoire et de la communication (figure 1). Avec Gilles Sahut et Julie Lemarié, nous avons examiné le rôle paradoxal de ces technologies, censées soulager notre mémoire, voire en augmenter les capacités, pour au bout du compte risquer de l'affaiblir (Tricot, Sahut & Lemarié, 2016). Les débats actuels sur ces questions sont des résurgences de querelles anciennes, notamment à propos de l'invention de l'écriture, puis des bibliothèques ou encore celle de l'imprimerie.

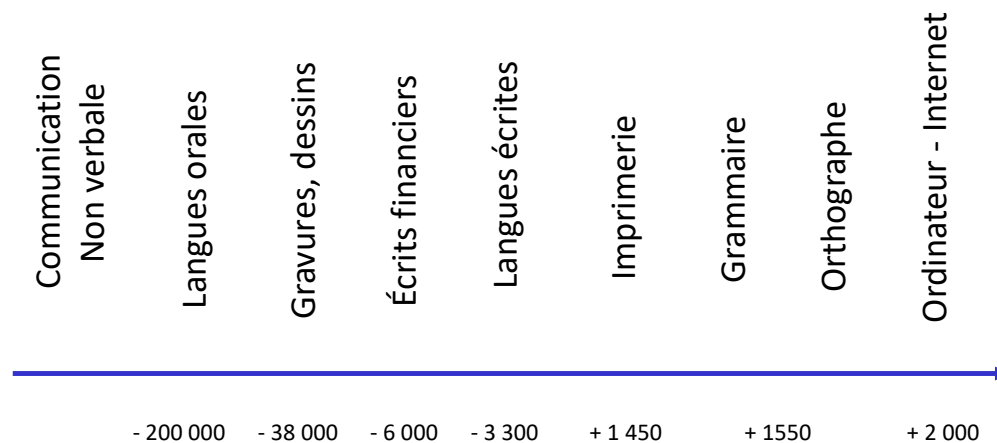


Figure 1. Quelques étapes de l'évolution des technologies de la mémoire et de la communication

À chaque seconde de notre vie, nous utilisons des traces du passé pour comprendre notre environnement et y agir : c'est là le rôle de notre mémoire. Le simple fait de vivre dans un environnement nous conduit à apprendre des centaines de milliers de connaissances. Pour autant, l'accès à la connaissance individuelle ou collective n'est pas nécessairement aisé. Nous pouvons avoir appris quelque chose et ne pas pouvoir y accéder au moment où nous en avons besoin. C'est l'une des faiblesses de la mémoire humaine. Plus encore, l'humanité peut avoir développé une connaissance, vécu un

événement, créé une œuvre, établi une convention, qu'en tant qu'individu, nous n'avons pas appris. Une des fonctions principales des documents est de donner accès aux connaissances que nous n'avons pas acquises et/ou que nous avons oubliées.

Les liens entre nos connaissances et les documents sont donc très étroits. Les documents assument une fonction de suppléance pour répondre aux faiblesses de la mémoire humaine. Le coût de cette fonction de suppléance peut être perçu comme exorbitant : depuis Socrate jusqu'aux actuels pourfendeurs de Wikipédia et de Google, la dénaturation de la mémoire humaine par l'utilisation de l'écriture et des documents est l'objet de préoccupations voire de franches inquiétudes. Face à celles-ci, certains grands penseurs du document, de Giordano Bruno au 16^{ème} siècle jusqu'à Vannevar Bush en 1945, ont fait valoir une conception du document comme imitation de la mémoire humaine, le but étant de ne pas dénaturer cette dernière mais de l'augmenter. D'autres, depuis Callimaque de la bibliothèque d'Alexandrie jusqu'à Paul Otlet, ont entrepris d'organiser la mémoire documentaire afin de favoriser l'accès aux connaissances, espérant que la bibliothèque serait toujours mieux organisée que la tour de Babel.

Le savoir scolaire est un pari sur l'avenir. Si chaque humain évolue au cours de son enfance puis de son adolescence en élaborant des connaissances qui lui permettent de vivre dans son environnement, de nombreuses sociétés humaines créent, à un moment de leur histoire, des écoles. En effet, certaines connaissances ne s'apprennent pas par le simple fait de grandir dans un environnement. Nous apprenons aisément et implicitement des connaissances qui équipent l'espèce humaine depuis les débuts d'*Homo sapiens* : une langue orale, les habiletés de communication, des régularités de notre environnement physique, vivant, affectif, social (Geary, 2008). Mais pour apprendre des connaissances mathématiques, historiques, philosophiques, nous avons souvent besoin d'enseignement, d'apprentissages explicites et coûteux, dont l'utilité perçue peut être faible (Sweller, 2015). Ces connaissances sont enseignées parce qu'elles ne s'apprennent pas par le simple fait de grandir, et parce que nous en avons besoin pour comprendre le monde dans lequel nous vivons quand nous serons adultes. Pour remplir cette fonction, donner accès aux documents ne suffit pas !

Les écoles et les bibliothèques sont des institutions éducatives qui, depuis plusieurs siècles, offrent un possible accès aux savoirs disponibles. La différence majeure avec les « nouveaux » documents accessibles sur le web réside dans le gain de temps. Le fait de rendre les savoirs disponibles avec le numérique ne change pas le fait que c'est de l'information qui est rendue disponible et non de la connaissance.

La révolution numérique que nous vivons n'est donc qu'une énième étape d'une longue évolution des technologies de la mémoire et de la communication, c'est-à-dire des documents. Depuis plus de 4000 ans, ces documents sont utilisés comme support d'enseignement. Constituent-ils, dans ce domaine particulier, une révolution ? Leurs apports sont-ils avérés ? C'est ce que nous allons voir dans la partie suivante.

Les vertus supposées des outils numériques pour les apprentissages académiques

Le numérique en éducation génère beaucoup de mythes, qu'ils prêtent à ces outils des vertus ou des vices. Dans un ouvrage avec Franck Amadiou, nous avons examiné quelques-uns de ces mythes pour les confronter à l'état actuel des connaissances empiriques (Amadiou & Tricot, 2020).

« Les écrans détériorent la lecture »

Aujourd'hui encore, les études empiriques montrent que lire sur écran reste moins confortable et efficace que lire sur papier. Les travaux montrent que cette différence est

surtout vraie dans certaines conditions, en particulier sous contrainte temporelle. Deux hypothèses principales sont actuellement débattues : la lecture numérique entraîne plutôt des traitements de surface des contenus et la lecture numérique est plus exigeante cognitivement. Quelle que soit l'interprétation retenue, les lecteurs ont besoin d'incitation, de guides et de temps pour mettre en place des stratégies adaptées à des traitements profonds des contenus. Si le simple fait d'être exposé aux technologies numériques suffisait pour acquérir les compétences nécessaires à la lecture sur écran (stratégies de lecture, recherche d'information, gestion de l'attention entre les différentes sources d'information à l'écran), on pourrait s'attendre à ce que la lecture numérique soit aussi performante que la lecture papier. Or les travaux montrent clairement que les générations actuelles, grandes utilisatrices de numérique, ont besoin d'être accompagnées pour un traitement efficace des contenus. La lecture numérique nécessite des stratégies et des compétences issues de la lecture papier mais aussi nouvelles. Il faut voir la lecture numérique et en ligne comme un nouveau type de lecture qui implique de nouvelles compétences (littératies) propres aux traitements des documents et à la navigation dans ces espaces d'informations. Les recherches ont mis clairement en évidence que la lecture numérique est généralement une tâche complexe car l'apprenant doit faire face à de multiples documents issus de sources diverses ; il doit construire ses propres parcours de lecture ; il doit se représenter la tâche à réaliser pour pouvoir réguler sa lecture ; il doit pouvoir se repérer dans les documents et organiser mentalement des informations dispersées.

Du point de vue de l'enseignement, il est important de considérer la lecture en ligne, qui occupe une place de plus en plus grande dans les pratiques des apprenants du primaire, du secondaire comme du supérieur. Au même titre que la lecture papier « traditionnelle », les apprenants doivent développer des compétences et mettre en œuvre des modes de lecture adaptés à leurs objectifs. Ces compétences sont de plus en plus présentes dans les programmes. Par exemple, la question de l'évaluation de la fiabilité des sources sur Internet est devenue une compétence centrale pour une exploitation pertinente des informations et documents issus du Web.

Au final, si la question de la comparaison entre lecture papier et lecture numérique fait sens, il faut aussi garder à l'esprit que les supports ne visent pas toujours les mêmes types de tâches. Les supports numériques restent particulièrement adaptés pour accéder à des sources multiples d'information, pour traiter des formats multimédias (animations, vidéos, sons), pour rechercher de l'information ou encore pour indexer et gérer des documents.

« Il faut enseigner le code »

Après quarante années consacrées (avec des hauts et des bas) à l'enseignement de la programmation dans l'enseignement général, il reste difficile de faire un bilan. Cet enseignement poursuit des finalités différentes (la programmation est parfois un moyen, parfois un but).

Quand elle est un but, la programmation peut concerner tous les élèves, très tôt, ou ceux de certaines filières. Il reste encore à établir l'intérêt pour cette formation pour les citoyens des sociétés actuelles ou futures ; mais rappelons-nous que l'intérêt des formations générales est souvent difficile à établir. Essayez de « prouver » l'utilité de l'enseignement des mathématiques dans une population générale d'adultes trentenaires par exemple ; ce n'est pas facile. Est-ce une raison pour mettre en cause l'enseignement des mathématiques ? La recherche sur la formation des étudiants en informatique est surtout focalisée sur les méthodes et les moyens d'améliorer ce type d'apprentissage, par exemple avec le recours à la réalité virtuelle.

Quand elle est un moyen d'apprendre d'autres connaissances, la programmation peine à montrer une supériorité par rapport à d'autres manières d'enseigner. Mais elle est aujourd'hui un moyen relativement facile à mettre en œuvre, pas moins efficace que d'autres. On peut penser que, quarante ans, c'est très court et que nous manquons encore de recul et d'expérience pour statuer sur ce point.

« Grâce au numérique, on peut apprendre à distance »

La formation à distance nécessite un enseignement extrêmement bien conçu, structuré, qui soutient l'apprentissage des élèves. La situation que nous avons vécue avec le premier confinement lié à la pandémie Covid-19 est unique, l'enseignement à distance y est fortement dégradé. Selon Paul Kirschner, il est à l'enseignement à distance ce que la médecine d'urgence est à la médecine. Apprendre à distance est réputé exigeant pour la simple raison que toute l'aide qu'une enseignante apporte à ses élèves dans la classe et toute la régulation de son enseignement en fonction des difficultés de ses élèves, sont différées, parfois extrêmement différées, ce qui entraîne alors une exigence de grande autonomie de la part des élèves. L'exigence de l'apprentissage à distance ne veut pas dire que celui-ci conduit à l'échec, mais qu'il nécessite de la part des élèves un investissement plus important. Réciproquement, elle implique pour les enseignants de préparer extrêmement bien leurs cours pour anticiper les difficultés des élèves. L'exigence d'un enseignement à distance est aussi à rapporter au coût d'un enseignement en présentiel : si le coût de la présence est trop élevé, absolument hors de portée de l'élève, alors l'exigence de l'enseignement à distance paraîtra, comparativement, raisonnable.

« On apprend mieux en jouant grâce au numérique »

Jouer à des jeux vidéo d'action produit un effet moyen significatif mais modéré à faible sur les apprentissages dans le domaine des processus attentionnels descendants (comme l'attention sélective) et de la cognition spatiale.

L'effet des jeux sérieux sur la motivation des élèves est en moyenne faible ou nul : il y a une certaine naïveté à croire que les élèves comparent seulement le jeu à la situation de classe ; ils comparent aussi le jeu sérieux à un vrai jeu vidéo, et dans ce cas, la comparaison est cruelle pour les jeux sérieux.

L'effet des jeux sérieux sur l'apprentissage est significatif mais faible. Pour être efficace, un jeu sérieux doit remplir un certain nombre de conditions intrinsèques : étapes du jeu au service de l'apprentissage (les mécaniques de jeu et les mécaniques d'apprentissage au sein du jeu doivent être alignées pour éviter une double tâche de jeu et d'apprentissage, Romero & Kalmpourtzis, 2020), présence de *feedbacks*, limitation des exigences attentionnelles dévolues à autre chose qu'à l'apprentissage) mais aussi extrinsèques (présentation de l'objectif d'apprentissage avant, apprentissage avant, *briefing* et explicitation pendant et après le jeu) : voir la synthèse de Mayer (2019).

Les jeux sérieux présentent aussi l'avantage, pour certains domaines, d'offrir des simulations quand la situation réelle est difficile d'accès. Mais nous insistons sur le fait que les jeux sont des dispositifs d'apprentissage parmi d'autres et ne présentent pas une supériorité dans l'efficacité par rapport à d'autres dispositifs qui soutiennent un apprentissage actif.

« Le numérique favorise l'autonomie des apprenants »

Les résultats empiriques semblent montrer que l'autonomie n'est pas la résultante d'un apprentissage avec les technologies mais bien une compétence nécessaire à la conduite d'apprentissages autorégulés. En d'autres termes, les contextes d'apprentissage en ligne exigent plus qu'elles n'en apportent des compétences d'autorégulation chez les

apprenants. Une autorégulation réussie de son apprentissage repose sur plusieurs compétences : les motivations, les compétences métacognitives, les stratégies cognitives.

Concrètement, l'utilisation pédagogique d'outils et de ressources numériques peut soit se faire en tenant compte des compétences des apprenants ciblés afin d'adapter le niveau d'exigence d'autonomie à ceux-ci (notons qu'il existe un outil de mesure de l'autorégulation dans les environnements d'apprentissage en ligne, cf. Barnard, Lan, To, Paton & Lai, 2009), soit en réduisant ces exigences d'autonomie dans le cadre d'un accompagnement structurant et régulateur avec des outils adaptés tels que les prompts. Sur ce dernier point, la présence de l'enseignant ou du formateur reste essentielle. Au final, pour être autonome, il faut parfois être accompagné et guidé...

« Le numérique permet un apprentissage plus actif »

Certains travaux indiquent que l'interactivité pourrait être bénéfique à l'apprentissage, mais pas dans n'importe quelle situation. L'interactivité est utile lorsque le scénario pédagogique implique la nécessité de produire des hypothèses ou de faire des inférences. Un environnement de simulation est par exemple tout à fait approprié dans un contexte pédagogique promouvant l'apprentissage par la découverte. En revanche, le fait de rendre interactifs des contenus n'est pas en soi suffisant pour permettre un apprentissage actif efficace. La lecture d'un texte complexe peut s'avérer plus favorable à l'apprentissage actif qu'un hypertexte qui risque de détourner l'apprenant d'un apprentissage profond.

Rendre l'apprenant actif doit avoir une fonction pour l'apprentissage. Soit cela permet à l'apprenant de réguler certaines exigences qui lui sont imposées dans son apprentissage (comme cela peut être le cas avec les animations), soit cela oriente les traitements de l'apprenant vers certaines informations et l'aide à faire des connections, à élaborer des informations qui sont pertinentes pour son apprentissage. L'interactivité doit être pensée en lien avec les objectifs pédagogiques et les exigences qu'elles imposent aux participants. En fait, il est important de garder à l'esprit que lorsque l'on vise un apprentissage actif pour l'apprenant, cet apprentissage doit concerner un engagement cognitif et pas forcément un engagement moteur de la part de l'apprenant. Cliquer sur des boutons, déplacer des objets sur une interface, ne rend pas forcément actif cognitivement. Il faut donc s'assurer que les activités pédagogiques mises en place favorisent bien un traitement cognitif profond des contenus. Fiorella et Mayer (2015) proposent en ce sens, différents types de tâches d'apprentissage, indépendamment de la question des outils numériques, qui soutiennent un apprentissage génératif, c'est-à-dire qui favorise un traitement profond des contenus à apprendre.

« Les vidéos et informations dynamiques favorisent l'apprentissage »

Les animations peuvent aider les apprenants à mieux se représenter un processus dynamique qu'il est difficile de traduire sous forme d'images statiques. Les animations joueraient le rôle d'une prothèse cognitive en évitant aux apprenants de devoir construire par eux-mêmes la dynamique d'un système ou son processus, ce qui réduirait le coût mental pour l'apprenant.

Néanmoins, l'utilisation d'animations ou de vidéos s'avère utile lorsque les objectifs sont de faire acquérir des savoir-faire, c'est-à-dire des procédures, ou d'exposer une dynamique dont la compréhension à partir d'un texte ou d'images nécessiterait beaucoup trop d'efforts pour l'apprenant.

En outre, proposer une animation pour améliorer l'apprentissage des apprenants n'est pertinent que si certains principes dans leur conception sont respectés. Apprendre à partir d'une animation peut s'avérer difficile au vu des capacités attentionnelles et de

mémoire des individus. Il est exigeant pour des apprenants de sélectionner visuellement les bonnes informations, de comprendre les étapes du processus ou encore de se souvenir des informations qui n'ont été affichées à l'écran que quelques secondes. Attention également : les informations dynamiques captent plus facilement l'attention des apprenants et risquent par conséquent de détourner leur attention d'autres éléments importants du cours.

« Le numérique permet d'évaluer les élèves et d'adapter l'enseignement »

Le mythe des systèmes qui s'adaptent à l'apprentissage des élèves, au fur et à mesure, est fascinant. En soi, il est porteur de grands espoirs. Mais les limites dans ce domaine sont importantes et il ne semble pas possible pour l'instant d'attendre des systèmes informatiques adaptatifs autre chose que des retours relativement sommaires vers les élèves, en fonction de leurs réponses à des questions relativement fermées, dans des domaines de connaissances qui s'y prêtent. Nous devons aussi améliorer les méthodes d'évaluation de ces dispositifs en clarifiant les systèmes des mesures et en faisant davantage de comparaisons avec des systèmes régulés par l'humain afin de pouvoir réellement évaluer les plus-values de ces dispositifs (Mavroudi, Giannakos & Krogstie, 2017).

Cette restriction ne doit pas cacher le grand intérêt des systèmes qui fournissent des retours informatifs, même sommaires, aux élèves. Un retour immédiat quand on apprend est un des plus puissants moteurs de l'apprentissage.

« Le numérique permet de prendre en compte les besoins particuliers des élèves »

Le domaine des technologies adaptées aux particularités des élèves, dans le domaine des handicaps et des troubles, produit des résultats très encourageants. Des effets positifs sont obtenus quelle que soit la stratégie utilisée : compensation, contournement et rééducation. Le plus surprenant dans le domaine est qu'il existe relativement peu d'outils alors que la preuve de leur efficacité est souvent apportée. Mais pour qu'il y ait plus-value, il faut que les acteurs (enseignants et élèves) maîtrisent ces technologies et leurs fonctions pédagogiques.

Ce domaine en est à ses débuts et que d'ici quelques années nous devrions voir l'aide aux apprentissages des élèves à besoins particuliers comme relevant d'autre chose que de l'entraînement : ces élèves sont capables, exactement comme les autres, d'apprendre en comprenant, en conceptualisant, en explorant, en découvrant, en prenant conscience, et pas uniquement en s'entraînant, en répétant.

« La nouvelle génération sait utiliser efficacement le numérique »

Sue Bennett, l'auteure en 2008 de la synthèse la plus référencée et la plus critique à l'égard du concept de *digital natives*, cite Marcel Proust en exergue de son article : « La seule chose qui ne change pas est qu'il semble chaque fois qu'il y ait quelque chose de changé. »

Donc oui, on peut affirmer que les enfants qui ont grandi avec le numérique savent réaliser des tâches avec le numérique. Cet apprentissage est même très important, il permet à la plupart non seulement de s'engager dans de nombreuses activités (de loisir, de communication, d'exploration informationnelle et de relations sociales), mais aussi d'être à l'aise quand on leur propose une activité sur support numérique. Généralement, ils n'ont pas peur de ces objets.

Mais apprendre à l'école repose sur des tâches spécifiques, qui ne sont pas ou peu influencées par la maîtrise des objets numériques. Parfois même, il semble nécessaire de faire prendre conscience aux élèves, et plus tard aux étudiants, que ce qu'on leur demande de faire à l'école avec un ordinateur est différent de ce qu'ils font chez eux,

et nécessite d'autres compétences (voir par exemple Ng, 2012). Savoir utiliser certaines fonctions d'un outil numérique ne signifie pas savoir apprendre avec cet outil. Il est important pédagogiquement de bien distinguer la tâche d'utilisation de la tâche d'apprentissage même si la première est un préalable à la seconde dans un environnement numérique.

« Le numérique va modifier le statut même des savoirs, des enseignants et des élèves »

Au contraire, le numérique illustre très bien qu'il y a une grande différence entre faciliter l'accès à un support et enseigner. L'ensemble des mythes que je viens d'évoquer contribue à ce grand mythe de la révolution numérique. Pour autant, il semble aujourd'hui que le numérique permette surtout de créer des ressources, utilisables pour apprendre. Mais entre les ressources et l'apprentissage par enseignement, il y a une personne importante – l'enseignant –, une institution importante – l'école – et des connaissances très particulières – les savoirs scolaires.

L'école existe pour permettre aux enfants de comprendre le monde dans lequel ils vivront demain, pour qu'ils y soient libres et responsables, pour qu'ils s'y épanouissent, notamment en exerçant un métier. Cet apprentissage est incroyablement exigeant et pourtant, dans nos sociétés démocratiques et de la massification scolaire, il doit être réussi par tous.

Apprendre une connaissance immédiatement utile et intéressante est à la portée de tous les humains, le plus souvent sans avoir besoin d'aide. Apprendre une connaissance pour le futur, dont on ne voit pas nécessairement l'utilité au moment où on l'apprend, est une autre histoire. La plupart d'entre nous avons besoin d'école et d'enseignants pour réussir cela. Croire que rendre les connaissances disponibles suffit est une illusion dramatique et dangereuse.

L'attention des étudiants lors de l'apprentissage avec les outils numériques

Plutôt que de prêter de grandes vertus aux outils numériques, de nombreuses recherches ont essayé de descendre d'un niveau pour répondre à une question plus simple : comment prendre en compte les contraintes du système cognitif humain lorsque l'on conçoit un outil numérique ? La théorie cognitive de l'apprentissage multimédia (Mayer, 2021) est sans doute l'exemple le plus célèbre. Cette théorie est entièrement fondée sur un modèle de la mémoire de travail (Baddeley, 1992) : notre capacité à traiter des informations nouvelles est contrainte par des ressources attentionnelles limitées, ainsi qu'une structure et un fonctionnement spécifiques. Chaque fois que nous ignorons ces contraintes cognitives, nous prenons le risque de limiter l'apprentissage. Réciproquement, pour permettre aux élèves d'apprendre, il est utile de prendre en compte cette capacité limitée à traiter des informations nouvelles. La théorie de Mayer est fondée sur trois grandes hypothèses :

1. Deux canaux de traitement : les humains disposent de deux canaux pour traiter séparément le matériel visuel (images fixes ou animées, mots écrits) et audio (discours oraux, sons), comme dans le modèle de la mémoire de travail de Baddeley (1992). L'élève sélectionnera les mots pertinents à traiter avec la boucle phonologique et les images pertinentes à traiter avec le calepin visuo-spatial.

2. Une capacité limitée : il y a une limite à la quantité d'informations que les humains peuvent traiter simultanément. Cette seconde hypothèse correspond explicitement au fonctionnement et aux contraintes de l'administrateur central du modèle de Baddeley.

3. Le traitement actif : les humains sont capables de sélectionner les informations qu'ils traitent dans leur environnement (c'est le rôle de l'attention). Ils sont capables d'organiser ces informations de façon signifiante pour eux (c'est le *chunking*, qui peut

correspondre à des activités comme la comparaison, la généralisation, l'énumération, la classification, le calcul). Enfin, ils peuvent intégrer ces informations à leurs connaissances préalables en mémoire à long terme.

Plusieurs milliers de travaux empiriques publiés dans le cadre de cette théorie ont mis à jour des « principes de conception » (ces principes étant souvent communs avec ceux de la théorie de la charge cognitive de Sweller et ses collaborateurs, 2011). Certains de ces principes de conception concernent directement les outils numériques (pour une présentation complète, voir la synthèse récente coordonnée par Mayer, 2021 ; en français, voir Puma & Tricot, 2021).

| Principe | Explication |
|------------------------|---|
| Multimédia | Présenter un texte illustré par une image pertinente plutôt qu'un texte seul |
| Contiguïté | Quand deux sources d'information doivent être présentées à un élève, intégrer les deux sources, dans l'espace et dans le temps |
| Modalité | Utiliser les modalités visuelle et auditive plutôt qu'une seule pour présenter deux informations complémentaires |
| Segmentation | Si l'information à présenter est complexe (beaucoup d'éléments et de relations), alors la présenter progressivement, partie par partie |
| Signalement | Guider l'attention des élèves vers l'endroit pertinent au moment pertinent ; synchroniser ce que l'on dit et ce que l'on montre |
| Rythme de présentation | Ralentir le rythme de présentation ou mieux encore introduire des pauses ; réserver le contrôle du défilement aux élèves les plus avancés |
| Mouvement humain | Pour apprendre un geste, ne pas montrer des images statiques ou irréalistes ; présenter plutôt des vidéos montrant des mouvements humains |

Tableau 1. Des principes de conception d'outils numériques pour l'apprentissage, prenant en compte les ressources attentionnelles des étudiants.

Mais avec le numérique le risque de surcharge attentionnelle est plus élevé si on oublie...

| Principe | Explication |
|-------------------------------|---|
| Cohérence | Une des meilleures façons de détériorer l'apprentissage est d'inclure informations inutiles ou décoratives dans l'outil |
| Information transitoire | Une autre façon de détériorer l'apprentissage consiste à présenter de long supports transitoires (fichier son ou vidéo sans pause), alors qu'un support statique (texte écrit, image fixes) est possible |
| Animation | Pour apprendre une notion, même dynamique, l'animation n'est pas toujours plus efficace que la succession d'images fixes |
| Mémoire de travail collective | Si le travail peut être réalisé par l'élève seul, alors il doit être réalisé seul ; sinon proposer du travail en groupe, selon un scénario précis. Travailler en groupe via un ordinateur est toujours plus exigeant que travailler en groupe dans la même pièce. |

Tableau 2. Des erreurs de conception d'outils numériques pour l'apprentissage, quand on ignore les ressources attentionnelles des étudiants.

Conclusion

Les outils numériques ont envahi nos vies. Ils facilitent de façon extraordinaire notre accès aux supports de connaissances et de tâches. Pour autant, ils ne sont pas porteurs de qualités intrinsèques telles qu'ils permettraient de mieux enseigner ou de mieux apprendre. Ils permettent de concevoir des supports plus riches, plus complexes, plus dynamiques, parfois au détriment des apprentissages. Ils requièrent de nouvelles compétences, mais ne modifient fondamentalement ni les tâches, ni les apprentissages académiques.

Références bibliographiques

- Amadiou, F. & Tricot, A. (2020), *Apprendre avec le numérique*, Paris, Retz.
- Baddeley, A. (1992), "Working memory", *Science*, 255, 556-559.
- Barnard, L., Lan, W.Y., To, Y.M., Paton, V.O. & Lai, S. -L. (2009), "Measuring self-regulation in online and blended learning environments", *The Internet and Higher Education*, 12, 1-6.
- Bennett, S., Maton, K. & Kervin, L. (2008), "The 'digital natives' debate: A critical review of the evidence", *British Journal of Educational Technology*, 39, 775-786.
- Fiorella, L. & Mayer, R. E. (2015), *Learning as a generative activity: Eight learning strategies that promote understanding*, Cambridge University Press.
- Geary, D. C. (2008), "An evolutionarily informed education science", *Educational Psychologist*, 43, 279-295.
- Mavroudi, A., Giannakos, M. & Krogstie, J. (2017), "Supporting adaptive learning pathways through the use of learning analytics: developments, challenges and future opportunities", *Interactive Learning Environments*, 26, 206-220.
- Mayer, R.E. (2019), "Computer games in education", *Annual review of psychology*, 70, 531-549.
- Mayer, R. E. (Ed.) (2021), *The Cambridge handbook of multimedia learning*, Cambridge University Press.
- Ng, W. (2012), "Can we teach digital natives digital literacy?", *Computers and Education*, 59, 1065-1078.
- Puma, S. & Tricot, A. (2021), « Prendre en compte la mémoire de travail lors de la conception de situations d'apprentissage scolaire », *Analyse Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, 171, 217-225.

- Romero, M. & Kalmpourtzis, G. (2020), "Constructive alignment in game design for learning activities in higher education", *Information*, 11(3), 126.
- Sweller, J., Ayres, P. & Kalyuga, S. (2011), "*Cognitive load theory*", New York, Springer.
- Sweller, J. (2015), "In academe, what is learned, and how is it learned?", *Current Directions in Psychological Science*, 24(3), 190-194.
- Tricot, A., Sahut, G. & Lemarié, J. (2016), *Le document : communication et mémoire*. Louvain-La-Neuve, De Boeck.