

Pourquoi les enseignants (n') utilisent (pas) les outils numériques en classe ?¹

André Tricot

Laboratoire de psychologie – Epsilon

Université Paul Valéry Montpellier 3

Route de Mende - 34199 Montpellier cedex 5, France

andre.tricot@univ-montp3.fr

Résumé

Les discours convenus déplorent que la révolution numérique n'ait pas eu lieu à l'école, ou regrettent au contraire l'envahissement numérique. Pourtant, quand on analyse la littérature empirique à propos des usages des outils numériques en classe, on constate surtout une extrême hétérogénéité. Les enseignants utilisent des outils numériques dans leur classe, mais pas tout le temps, pas pour toutes les tâches, pas de la même manière selon les disciplines, ni selon l'âge des élèves. Dans cet article, c'est la diversité des fonctions pédagogiques du numérique qui est examinée. Trois fonctions pédagogiques sont analysées plus précisément. La littérature semble montrer ce que l'analyse rationnelle en psychologie montre depuis des dizaines d'années : quand un outil permet aux humains de mieux faire ce qu'ils ont à faire, alors il est utilisé, sous condition que cette utilisation ne soit pas trop coûteuse et que la décision d'utilisation soit bien informée.

Mots-clés

numérique, apprentissage, enseignement, pédagogie, motivation, exercices, évaluation

Why do teachers (not) use digital tools in the classroom?

Abstract

Standard discourses lament the fact that the digital revolution has not occurred in schools, or on the opposite, regret the digital invasion in education. However, a review of the empirical literature on the use of digital tools in the school classroom reveals extreme diversity. Teachers use digital tools in their classrooms, but not all the time, not for all tasks, not in the same way depending on the discipline, nor according to the age of the pupils. In this article, the diversity of the pedagogical functions of digital technology is examined. Three pedagogical functions are analysed in more detail. The literature seems to show what rational analysis in psychology has been showing for decades: when a tool enables humans to do what they have to do better, then it is used, as long as this use is not too costly and the decision to use it is well informed.

Keywords

digital, learning, teaching, pedagogy, motivation, exercises, assessment

¹ Pour la recherche présentée ici, l'auteur a reçu le soutien financier du centre national d'étude des systèmes scolaires (CNESCO - CNAM).

Introduction : pourquoi la révolution numérique n'a pas eu lieu à l'école ?

La révolution numérique a profondément bouleversé des pans entiers de notre vie professionnelle, culturelle, sociale, de loisirs, etc. Pourtant, comparativement, à l'école, au collège et au lycée, les salles de classe et les pratiques des enseignants semblent avoir été beaucoup moins impactées. La période de confinement due à la pandémie de Covid-19 a montré à quel point il est difficile de se passer des interactions directes entre des élèves et leurs professeurs. Pour enseigner et apprendre à l'école, il faut se voir et se parler, être dans le même lieu au même moment.

Cette vision générale est bien entendu caricaturale. En réalité les enseignants utilisent des outils numériques dans leur classe, mais pas tout le temps, pas pour toutes les tâches, pas de la même manière selon les disciplines, ni selon l'âge des élèves. L'utilisation en classe est beaucoup moins massive que l'utilisation des outils numériques pour préparer les cours. Il est donc faux aujourd'hui d'affirmer que « les enseignants » ou « de nombreux enseignants » sont réfractaires au numérique. Dans cet article je vais examiner les raisons pour lesquelles les enseignants utilisent ou n'utilisent pas les outils numériques en classe. Dans la discussion, je vais utiliser des concepts et des démarches issus de la psychologie et de l'ergonomie, qui ont largement contribué à ces explications depuis une quarantaine d'années.

Dans un rapport récent du CNETESCO (Tricot, 2020), j'ai repris une proposition d'Erica de Vries (2001) : considérer les fonctions pédagogiques comme « entrées » pour comprendre des apports et des usages du numérique en classe. Certaines grandes familles d'outils numériques (les exercices par exemple) correspondent à une fonction pédagogique (dispenser des exercices) et à un type de tâche (faire des exercices) : il est alors possible d'examiner la littérature spécifique aux apports de ce type d'outil pour cette fonction pédagogique et ce type de tâche. Les fondements théoriques qui ont conduit les enseignants, les chercheurs, les développeurs à concevoir ce type d'outil pour ce type de fonction pédagogique étant souvent spécifiques à ce triplet outil – fonction – tâche, il est possible d'examiner une littérature qui est non seulement spécifique mais assez cohérente.

Cette approche m'a permis d'identifier 24 fonctions pédagogiques du numérique (tableau 1). Je vais maintenant examiner la littérature sur trois de ces fonctions pédagogiques afin d'illustrer à quel point la pertinence et les usages en classe des outils numériques dépendent de ces fonctions. Pour l'analyse d'autres fonctions pédagogiques, voir Tricot (2020, 2021).

1. Présenter de l'information	13. Coopérer
2. Lire et comprendre un texte, apprendre à lire	14. Apprendre à distance
3. Écouter un document sonore, écouter un texte sonorisé	15. <i>Évaluer, s'autoévaluer, suivre les progrès et les difficultés des élèves</i>
4. Regarder / lire un document multimédia	16. Faciliter l'accès à l'école et à l'apprentissage pour les élèves à besoins éducatifs particuliers
5. Regarder une vidéo, une animation	17. Créer un objet technique, une œuvre picturale ou sonore
6. Prendre des notes	18. Produire un texte, un document, seul ou à plusieurs
7. Poser des questions, demander de l'aide	19. Programmer
8. Rechercher de l'information	20. Découvrir des concepts abstraits
9. Résoudre des problèmes et calculer	21. Faire émerger des idées, développer sa créativité
10. <i>S'entraîner</i>	22. Expérimenter
11. Jouer	23. Apprendre à faire sur simulateur ou en réalité virtuelle
12. <i>Motiver</i>	24. Mémoriser, apprendre par cœur

Tableau 1. 24 fonctions pédagogiques du numérique, d'après Tricot (2020). Les trois fonctions indiquées en italiques sont analysées dans cet article.

S'entraîner

La recherche sur les exercices démarre dès les années 1920. S'entraîner concerne surtout les connaissances procédurales (les savoir-faire, démarches, automatismes) que l'on met en œuvre de façon répétée, pour les renforcer :

- soit pour que les différentes composantes de la procédure (la séquence d'actions ou d'opérations) s'associent entre elles, pour former un tout ;
- soit pour que le domaine d'application du savoir-faire soit mieux connu, mieux défini, voire étendu ; dit autrement, le but est que l'élève sache dans quelles conditions il ou elle peut mettre en œuvre ce savoir-faire ;
- soit pour transformer progressivement le savoir-faire en automatisme, qui sera alors déclenché et mis en œuvre sans contrôle conscient de la part de l'élève, rapidement et avec un coût cognitif extrêmement réduit.

Refaire ce que l'on sait faire produit un effet puissant sur les apprentissages.

Exemples d'activités et d'outils numériques

S'entraîner est mis en œuvre à travers des exercices. Ces derniers sont différents des problèmes où l'élève ne sait pas comment faire, doit raisonner, tâtonner, découvrir, etc. Avec les exercices les élèves savent déjà faire, il s'agit bien de renforcer un savoir-faire existant :

- les exercices d'application consistent à transformer une connaissance déclarative (ce que l'élève a compris) en connaissance procédurale (savoir-faire) ; le guidage direct (étude d'un

ou plusieurs exercices résolus) et le feed-back informatif (qui indique l'erreur et explique comment faire - aide procédurale -, voire la connaissance qu'il fallait mobiliser - aide notionnelle -) constituent des éléments cruciaux de la réussite de l'apprentissage ;

- les exercices d'entraînement consistent à renforcer un savoir-faire existant par la répétition, en faisant varier les conditions d'application ; le feed-back immédiat et informatif est alors un élément crucial de la réussite de l'apprentissage ;
- les exercices d'automatisation consistent à transformer un savoir-faire existant par la répétition à l'identique ; le feed-back immédiat est là encore un élément crucial de la réussite de l'apprentissage.

Les exercices sont les outils numériques qui correspondent à cette fonction pédagogique. Les exercices numériques sont largement développés à partir de la fin des années 1960 au sein de l'enseignement programmé d'inspiration behavioriste. Si, à la fin des années 1980 et pendant les années 1990, les exercices étaient diffusés sur disquettes puis cédéroms, omniprésents notamment dans les environnements ludo-éducatifs, ils sont aujourd'hui surtout accessibles sur des bases d'exercices en ligne, dans de très nombreuses disciplines scolaires, ainsi qu'en formation professionnelle.

Plus-values et limites

La plus-value des exercices numériques est attestée par de nombreuses synthèses des études empiriques, dont la première est, à ma connaissance, publiée par Vinsonhaler et Bass en 1972 : par rapport aux mêmes exercices présentés sur papier, les exercices présentés sur ordinateur améliorent l'apprentissage. Les auteurs de cette première synthèse mettent en exergue le fait que ces résultats sont obtenus dans différentes disciplines (scientifiques, linguistiques, artistiques). L'explication de ce résultat positif est généralement liée à l'effet du feedback immédiat informatisé et à la possibilité d'optimiser la série d'exercices en fonction du niveau initial des apprenants et/ou de leurs réussites au cours de la série (Pavlik, Bolster, Wu, Koedinger & Macwhinney, 2008). Quand les exercices numériques sont utilisés en classe, les élèves demandent moins d'aide à l'enseignant que quand les mêmes exercices sont présentés sur papier (Lemercier et al., 2001).

Les limites des exercices numériques sont celles des exercices :

- ils ne concernent que les apprentissages visant à renforcer un savoir-faire, ils ne permettent pas d'apprendre quelque chose de nouveau ;
- ils ne concernent que des apprentissages relativement simples ; dès que les apprentissages sont complexes, les exercices ont un effet plus limité voire nul (voir par exemple la méta-analyse de Torgerson et Elbourne, 2002, à propos de l'apprentissage de l'orthographe) ;
- ils ne concernent que des apprentissages bien définis, i.e. ceux pour lesquels il est possible de concevoir des exercices avec une (ou plusieurs) réponses correctes bien définies.

Motiver

Un des arguments les plus entendus à propos des outils numériques est qu'ils favorisent la motivation des élèves, soit parce que « c'est de leur génération », soit parce que « c'est amusant, décontracté, cool, etc. », soit enfin parce que le numérique a des qualités intrinsèques qui favorisent la motivation (interactivité, multimodalité, images dynamiques, adaptation aux caractéristiques ou aux intérêts particuliers de tel ou tel élève). Ces arguments, qui relèvent globalement de l'effet de mode, sont tenus par des personnes naïves à propos de l'enseignement et/ou qui ont quelque chose à vendre. Mais ils rencontrent aussi le point de vue des professionnels. Par exemple, dans l'étude de Potocki et Billottet (2020), plus de 90 % des enseignants interrogés sont d'accord avec l'affirmation selon laquelle « les élèves sont plus motivés » avec les outils

numériques. Améliorer la motivation des élèves en utilisant des outils numériques, relève de différentes stratégies :

- la tâche proposée aux élèves est strictement la même (par exemple « lire un texte »), seul le support change, typiquement le support papier vs l'écran d'ordinateur ;
- la tâche proposée aux élèves est modifiée par l'outil numérique, car non seulement le support change, mais le mode opératoire de la tâche est profondément modifié : par exemple « écrire un texte » avec un ordinateur correspond non seulement à un changement de support, au passage du stylo au clavier, de la feuille de papier à l'écran, mais aussi à la présence de fonctions dans les logiciels de traitement de texte qui sont absentes du papier (comme la correction d'erreurs d'orthographe lexicale, ou la mise en gras d'un mot) ;
- la tâche proposée aux élèves n'existe pas sans le support numérique, comme de nombreux jeux vidéo qui n'ont pas d'équivalents dans le monde physique.

Plus-values et limites

Établir les plus-values des outils numériques sur la motivation scolaire n'est pas aisé, pour plusieurs raisons.

Certaines études confondent la motivation scolaire avec la satisfaction ou l'envie des élèves. Le fait qu'un outil plaise ou donne envie aux élèves n'entraîne pas nécessairement une amélioration de la motivation, de l'engagement réel, soutenu, de l'élève dans l'activité scolaire proposée. Pour être motivé, il faut en effet croire que l'on est capable d'apprendre et de mettre en œuvre l'activité proposée ; il faut aussi que l'apprentissage proposé ait une valeur, de l'importance pour l'élève.

L'adéquation tâche / outils est aussi un paramètre très important. Par exemple, Amadiou et Tricot (2020) ont recensé des études qui montrent des attitudes positives envers les tablettes et leur utilisation pour l'apprentissage chez les élèves, mais aussi chez les enseignants. Les utilisateurs perçoivent ces outils comme engageants pour les tâches d'apprentissage ; ils contribueraient à l'acquisition de compétences et de connaissances. Pecoste (2014) a mis en évidence l'influence de la nature de la tâche d'apprentissage sur l'intention à utiliser l'outil. L'étude a comparé deux tâches à effectuer avec une tablette tactile : une tâche de lecture-compréhension d'un document hypermédia et une tâche de production-révision d'écrit. Les résultats ont clairement montré que pour des utilisateurs novices dans l'utilisation de tablettes, réaliser une tâche de lecture-compréhension améliore la perception de l'utilité et l'intention d'usage des tablettes, alors qu'à l'inverse une tâche de production-révision les diminue. Ainsi, l'adéquation des tâches à l'outil ou au dispositif utilisé participe directement à la perception de l'utilité de l'outil et donc à la motivation de l'apprenant à utiliser l'outil. Ces travaux nous apprennent que la motivation à utiliser une technologie pour apprendre dépend du contexte d'utilisation et du type de tâche qui est réalisé avec cette technologie.

Le paradoxe préférence/performance : Amadiou et Tricot (2020) ont aussi recensé des expériences menées sur les ordinateurs portables qui montrent l'absence de plus-value de ces outils pour l'apprentissage, alors que les enseignants comme les élèves jugeaient l'introduction de ces ordinateurs portables dans la classe bénéfique pour l'apprentissage et la réussite. Ainsi, même si les apprenants ont une expérience dans l'utilisation des ordinateurs, ils ne possèdent pas nécessairement un jugement précis ou une conscience sur les façons plus efficaces d'utiliser ces supports d'apprentissage. On parle alors de paradoxe préférence / performance. Ce paradoxe est très bien illustré par une étude de Sung et Mayer (2013) dans laquelle les chercheurs comparent deux méthodes pédagogiques également délivrées sur deux dispositifs (iPad vs iMac). Le dispositif se révèle sans effet sur les performances d'apprentissage. En revanche, les étudiants se déclarent davantage prêts à poursuivre l'apprentissage lors de l'utilisation de la

tablette, quelle que soit la méthode pédagogique. Une méta-analyse récente de la littérature empirique sur ce sujet a montré une absence totale de lien entre la satisfaction des étudiants et la qualité de l'enseignement, si celle-ci est définie comme la capacité à faire progresser les étudiants dans l'apprentissage des connaissances visées par la formation ! (Uttl, White, & Gonzalez, 2017).

En résumé, si l'effet positif des outils numériques correspond à une conviction forte et générale, il n'est pas du tout sûr que cet effet n'aille au-delà d'une préférence des élèves pour ces outils, préférence qui ne prédirait pas grand-chose des apprentissages réalisés.

Évaluer, s'autoévaluer, suivre les progrès et les difficultés des élèves

L'apport des outils numériques dans le domaine de l'évaluation des apprentissages a été perçu très tôt et a donné lieu à des travaux importants dans différentes disciplines (éducation, psychologie, intelligence artificielle, etc.) dès les années 1970, rejointes ensuite par des spécialistes de la fouille de données et des statistiques pour créer au début des années 2000 le domaine des *learning analytics* ou de l'*educational data mining*.

Par ailleurs, certaines évaluations certificatives sont administrées sur un support numérique, malgré les limites qui vont être présentées ci-dessous, ce qui peut être considéré comme franchement préoccupant. Pendant quelques années, plusieurs publications ont cherché à estimer les biais spécifiquement liés à la passation de ces évaluations sur ordinateur : est-ce que le fait même que l'ordinateur, l'écran (tactile ou non), la souris, le clavier soient utilisés comme outils de saisie des réponses des élèves a un effet sur ces réponses ?

Exemples d'activités et d'outils numériques

Le fait que ce qui est attendu soit plus ou moins bien défini, fermé, unique est ici décisif. En effet, quand la réponse attendue est bien définie et unique (par ex. $5 + 3 = ?$), il est facile de programmer un retour immédiat vers l'élève (si la réponse = 8, alors c'est correct ; si la réponse est différente de 8, alors c'est incorrect). Cependant, même dans ce cas, si le constat est extrêmement simple à réaliser, le diagnostic n'est pas forcément aisé. Si un élève répond « 10 » au lieu de « 8 », comment identifier la cause de cette erreur ? Les enseignants, dans leur classe, connaissent leurs élèves et c'est cette connaissance qui leur permet de faire une hypothèse sur les causes des erreurs qu'ils commettent. Deux élèves différents qui font la même erreur pourront appeler deux diagnostics différents. Si on veut qu'une machine soit capable de faire ce type de diagnostic, il faut pouvoir lui fournir une connaissance de l'élève ou lui permettre de la construire. Donc, typiquement, les évaluations produites par des ordinateurs, dès les années 1970, étaient des évaluations d'attendus bien définis (questions ou problèmes fermés, QCM, etc.) et le retour donné à l'élève relevait uniquement du constat. On trouve encore cela aujourd'hui, dans de très nombreux outils, car aller au-delà du constat pour des attendus bien définis représente une difficulté majeure.

L'évaluation d'attendus moins bien définis a connu un développement majeur au cours de ces 20 dernières années, notamment avec l'évaluation automatisée de rédactions (*automated essay evaluation*, voir par exemple Dessus & Lemaire, 2004). Les travaux dans le domaine ont permis de concevoir des logiciels capables d'évaluer : le contenu lexical ; la complexité lexicale ; les erreurs de grammaire ; les erreurs d'usage ; les erreurs mécaniques ; le style ; l'organisation et de développement des idées (thèmes) ; la phraséologie idiomatique. Les travaux en analyse sémantique latente (*latent semantic analysis*) qui permettent de rendre compte du sens d'un texte, sont aussi mis à contribution, car ils permettent d'évaluer la proximité sémantique entre deux rédactions (l'une pouvant être un modèle, l'autre la rédaction à évaluer – par exemple). Ces travaux ne prétendent pas évaluer aussi bien qu'un humain mais ils peuvent être utilisés

par les élèves / les étudiants avant de rendre leur rédaction : ils bénéficient ainsi d'un premier retour et d'une indication des points à améliorer. Dans une étude où des élèves porteurs de troubles de l'apprentissage étaient comparés à des élèves ordinaires (1 196 élèves au total), les deux groupes bénéficiant d'un logiciel de correction de rédaction, Wilson (2017) a montré que si les élèves porteurs de troubles étaient moins performants au départ, leurs progrès étaient plus importants que ceux des élèves ordinaires, pour atteindre un niveau comparable après cinq révisions de leur texte.

Ainsi, de l'évaluation la plus fermée à la plus ouverte, la contribution de l'informatique a fait l'objet de nombreux travaux et a conduit au développement d'innombrables outils. Je vais maintenant en recenser les principaux effets.

Plus-values et limites

Le feedback fourni par un ordinateur est perçu comme non menaçant. Les élèves qui se perçoivent comme faibles scolairement ont tendance à se sentir moins menacés par un feedback fourni par un ordinateur, tandis que les élèves les plus performants apprécient plus un feedback fourni par un enseignant. Cet effet est malheureusement assez peu documenté, si l'on considère que les premières études datent du milieu des années 1980. Pourtant, cet effet positif de la neutralité attribuée à un ordinateur devrait être mieux connu et répondre aux questions du contenu du feedback fourni par un humain vs par un ordinateur, ainsi qu'à la façon de le présenter (Nikou & Economides, 2016).

L'ordinateur permet de fournir un feedback immédiat. Les recherches sont nombreuses sur cette plus-value *a priori* évidente des outils numériques à l'évaluation. La méta-analyse de Van der Kleij, Feskens et Eggen (2015) porte sur 40 études. Les résultats montrent l'efficacité du feedback immédiat sur l'apprentissage, mais surtout quand l'évaluation est « élaborée », par exemple quand elle fournit une explication ($d = 0,49$). Le feedback concernant l'exactitude de la réponse a un effet nul ($d = 0,05$) tandis que celui qui indique la bonne réponse a un effet assez faible ($d = 0,32$). L'évaluation élaborée, qui fournit une explication, est particulièrement plus efficace pour l'apprentissage de connaissances de haut niveau. L'effet positif est atténué quand le feedback est différé dans le temps. Dans cette méta-analyse, les auteurs ne retrouvent pas l'effet d'interaction connu dans la littérature générale : l'effet positif du feedback immédiat pour les apprentissages de connaissances de bas niveau et l'effet positif du feedback différé pour les apprentissages de connaissances de haut niveau (Hattie & Timperley, 2007). Une littérature importante sur le contenu des feedbacks élaborés (qui peuvent concerner « comment faire », mais aussi « pourquoi faire comme ça », « quelle connaissance permet de faire ça » et sur « la compréhension de la connaissance à mettre en œuvre ») ainsi que sur la quantité de feedback, a été produite au cours des vingt dernières années pour éclairer le domaine du feedback immédiat produit par ordinateur.

La difficulté à élaborer un modèle de l'élève. Depuis les premiers tuteurs intelligents dans les années 1980, les chercheurs en intelligence artificielle, collaborant parfois avec des spécialistes de psychologie cognitive, ont buté sur l'élaboration du modèle de l'élève. Pourtant, on a absolument besoin d'un modèle de l'élève si on veut concevoir un système qui non seulement constate une erreur, mais peut élaborer un diagnostic, i.e. identifier la cause de l'erreur. Pour concevoir un modèle de l'élève qui soutienne un mécanisme d'interprétation des erreurs, il faut en effet pouvoir modéliser toutes les connaissances d'un élève dans un domaine, donc pouvoir extraire ces connaissances et les représenter, mais il faut ensuite être capable de faire évoluer dynamiquement le modèle en fonction de problèmes résolus par cet élève et des erreurs produites par lui. Ce n'est pas impossible à faire, mais c'est un très gros travail, peu souvent à la portée des équipes qui conçoivent ces systèmes (voir cependant les très beaux travaux de Graesser et al. 2018). Ces projets, qui ont donné de bons résultats, étaient systématiquement

portés par de grosses équipes, disposant de moyens considérables et de temps (Kulik et Fletcher, 2016).

Discussion : l'analyse rationnelle et l'ergonomie pour comprendre les usages en classe

Dans les rapports du Cnesco à propos du numérique à l'école, j'ai demandé à plusieurs chercheurs de faire le point sur les usages du numérique dans cinq domaines scolaires : le français (Potocki & Billottet, 2020), le calcul et l'algèbre (Grugeon Allys & Grapin, 2020), la géométrie (Soury-Lavergne, 2020), les langues vivantes étrangères (Roussel, 2020) et la géographie (Genevois, 2020). Les auteurs montrent que, selon les domaines, les usages du numérique en classe sont plus ou moins fréquents et extrêmement différents. On n'utilise pas une calculatrice en classe de mathématiques pour les mêmes raisons qu'un logiciel de géométrie dynamique. Ce qui n'a d'ailleurs rien à voir avec l'utilisation d'un lecteur MP3 en classe de langue vivante. C'est encore pour des raisons extrêmement différentes que l'on va faire une recherche d'information sur le Web ou une production écrite collective avec un logiciel de traitement de texte en classe de français. En géographie, le numérique est en train de modifier le contenu même de la discipline.

L'entrée par les fonctions pédagogiques, montre que (Tricot, 2020) :

- Certaines fonctions pédagogiques bénéficient (en moyenne) fortement du numérique : la compensation, le contournement et la rééducation pour les élèves porteurs de troubles ou en situation de handicap, la simulation pour apprendre à faire quelque chose, notamment dans un environnement virtuel, représenter ce qu'on ne savait/pouvait pas représenter auparavant, enrichir les informations présentées, rechercher de l'information, résoudre un problème mathématique avec une calculatrice, s'entraîner à faire quelque chose (de simple), apprendre à distance (quand on ne peut pas se déplacer) et encore mieux en apprentissage mixte (quand on peut se déplacer un peu), écrire un texte, seul ou à plusieurs (mais cela n'économise en rien l'enseignement de l'écriture), expérimenter ou simuler en sciences, mémoriser du lexique en langue vivante étrangère.
- Certaines fonctions pédagogiques bénéficient modérément (en moyenne) du numérique : regarder des vidéos et des animations pour comprendre, jouer, recevoir un feedback immédiat élaboré, concevoir de (nouveaux) objets. Ces effets modérés moyens cachent de belles réussites et de cuisants échecs, qui sont probablement liés (entre autres) à un manque de compétences et de moyens chez les concepteurs : nous devons absolument progresser dans la conception de ces outils.
- Pour certaines fonctions pédagogiques, on ne sait pas encore quelles sont les éventuelles plus-values : c'est le cas de la programmation et du développement de la créativité.
- Les outils numériques n'ont pas d'effet, en moyenne, sur la motivation scolaire.
- Ils ont tendance à détériorer la lecture – compréhension de textes ; la prise de notes, notamment quand l'ordinateur est connecté à Internet, quand d'autres applications que le traitement de texte sont disponibles ; la demande d'aide ; la découverte de concepts abstraits ; la compréhension de phénomènes dynamiques complexes ou de discours complexes quand les supports présentent une information transitoire, sans pause.

L'entrée par les fonctions pédagogiques comme celle par les disciplines scolaires permet d'envisager une hypothèse issue de l'analyse rationnelle, que le psychologue John Anderson formulait à peu près ainsi : pour comprendre ce que fait un humain, demandez-vous quel est son but. En fonction de ce but, essayez de décrire l'activité qui permettra le mieux d'atteindre ce but en dépensant le moins de ressources (temporelles par exemple) possible, et surtout en ne dépensant pas plus de ressources que la valeur du but. Analysez ensuite en quoi ce que fait cet humain diffère de ce que prédit l'analyse rationnelle. Si vous observez une différence, alors

vous pouvez vous demander si l'information dont disposait cet humain était suffisante (etc. ici commencent les approches dites de la rationalité limitée). Dans la grande majorité des cas, l'analyse rationnelle fournit une première approche qui permet de comprendre ce que font les humains.

Une hypothèse issue de l'analyse rationnelle dans le domaine du numérique à l'école consisterait donc à simplement envisager ceci : quand les outils numériques permettent aux enseignants de mieux enseigner et aux élèves de mieux apprendre, alors ils sont utilisés, sous condition que cette utilisation ne soit pas trop coûteuse (matériel trop onéreux, temps perdu, etc.). L'hypothèse rationnelle dans ce domaine rejoint exactement l'approche ergonomique. Pour qu'un outil numérique soit utilisé en classe, il faut qu'il soit :

- utile : il améliore l'apprentissage,
- utilisable : sa prise en main et son utilisation ne doivent pas être trop coûteuses, difficiles,
- acceptable : il est compatible avec l'organisation du temps, de l'espace, des outils disponibles dans la classe, mais aussi avec les valeurs de l'enseignant.

L'analyse de la littérature sur la motivation des élèves quand ils utilisent des outils numériques en classe illustre que même les enseignants ne sont pas complètement informés, ils ignorent majoritairement que les effets positifs du numérique sur cette variable sont très limités.

Références

- AMADIEU, F. & TRICOT, A. (2020). *Apprendre avec le numérique* (2nde édition). Retz.
- DE VRIES, E. (2001). Les logiciels d'apprentissage : panoplie ou éventail ? *Revue Française de Pédagogie*, 137, 105-116.
- DESSUS, P. & LEMAIRE, B. (2004). Assistance informatique à la correction de copies. In E. GENTAZ & P. DESSUS (Eds.), *Comprendre les apprentissages, Sciences cognitives et éducation* (pp. 205-220). Paris, Dunod.
- GENEVOIS, S. (2020). *Le numérique dans l'enseignement-apprentissage de la géographie. Quels apports ? Quels enjeux ?* Cnesco-Cnam.
- GRAESSER, A. C., HU, X., NYE, B. D., VAN LEHN, K., KUMAR, R., HEFFERNAN, C., ... & ANDRASIK, F. (2018). ElectronixTutor: an intelligent tutoring system with multiple learning resources for electronics. *International journal of STEM education*, 5(1), 15.
- GRUGEON-ALLYS, B. & GRAPIN, N. (2020). *Apport du numérique dans l'enseignement et l'apprentissage des nombres, du calcul et de l'algèbre*. Cnesco-Cnam.
- HATTIE, J. & TIMPERLEY, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112.
- KULIK, J. A., & FLETCHER, J. D. (2016). Effectiveness of intelligent tutoring systems: a meta-analytic review. *Review of Educational Research*, 86(1), 42-78.
- LEMERCIER, C., TRICOT, A., CHÉNERIE, I., MARTY DESSUS, D., MORANCHO, F. & SOKOLOFF, J. (2001). *Quels apprentissages sont-ils possibles avec des exercices multimédia en classe ? Réflexions théoriques et compte rendu d'une expérience*. Contribution au rapport du Programme de Numérisation de l'Enseignement et de la Recherche « Usages éducatifs des exercices ».

- NIKOU, S. A. & ECONOMIDES, A. A. (2016). The impact of paper-based, computer-based and mobile-based self-assessment on students' science motivation and achievement. *Computers in Human Behavior*, 55, 1241-1248.
- PAVLIK, P., BOLSTER, T., WU, S. M., KOEDINGER, K., & MACWHINNEY, B. (2008). Using optimally selected drill practice to train basic facts. In *International Conference on Intelligent Tutoring Systems* (pp. 593-602). Springer.
- PECOSTE, C. (2014). *Interaction entre tâches, supports et acceptation des nouvelles technologies*. Mémoire de recherche, Université Toulouse-2.
- POTOCKI, A. & BILLOTTET, E. (2020). *Incidence du numérique sur l'apprentissage du lire, dire, écrire*. Cnesco-Cnam.
- ROUSSEL, S. (2020). *Apport du numérique à l'enseignement-apprentissage des langues*. Cnesco-Cnam.
- SOURY-LAVERGNE, S. (2020). *La géométrie dynamique pour l'apprentissage et l'enseignement de mathématiques*. Cnesco-Cnam.
- SUNG, E., & MAYER, R. E. (2013). Online multimedia learning with mobile devices and desktop computers: An experimental test of Clark's methods-not-media hypothesis. *Computers in Human Behavior*, 29(3), 639-647.
- TORGERSON, C. J., & ELBOURNE, D. (2002). A systematic review and meta-analysis of the effectiveness of information and communication technology (ICT) on the teaching of spelling. *Journal of Research in Reading*, 25(2), 129-143.
- TRICOT, A. (2020). *Quelles fonctions pédagogiques bénéficient des apports du numérique ?* Cnesco-Cnam.
- TRICOT, A. (2021). Le numérique permet-il des apprentissages scolaires moins contraints ? Une revue de la littérature. *Éducation & Sociétés*, 45, 37-56.
- UTTL, B., WHITE, C. A., & GONZALEZ, D. W. (2017). Meta-analysis of faculty's teaching effectiveness: Student evaluation of teaching ratings and student learning are not related. *Studies in Educational Evaluation*, 54, 22-42.
- VAN DER KLEIJ, F. M., FESKENS, R. C. & EGGEN, T. J. (2015). Effects of feedback in a computer-based learning environment on students' learning outcomes: A meta-analysis. *Review of educational research*, 85(4), 475-511.
- VINSONHALER, J. F. & BASS, R. K. (1972). A summary of ten major studies on CAI drill and practice. *Educational Technology*, 12(7), 29-32.
- WILSON, J. (2017). Associated effects of automated essay evaluation software on growth in writing quality for students with and without disabilities. *Reading and Writing*, 30(4), 691-718.