

DES OUTILS MULTIMÉDIAS EN LIGNE POUR APPRENDRE DES CONCEPTS EN MATHÉMATIQUES

NICOLE RACETTE et LOUISE SAUVÉ *Université du Québec (TÉLUQ)*

STÉPHANIE BÉGIN *Cégep Limoilou*

RÉSUMÉ. SAMI-Persévérance est un dispositif d'aide en ligne qui offre, entre autres, des outils d'aide en mathématiques au niveau postsecondaire. Les étudiants peuvent accéder aux outils d'aide par les moyens suivants : par mots-clés, par carte conceptuelle ou par l'outil de dépistage des difficultés en mathématiques. Les données recueillies dans le dispositif révèlent que 4 773 choix d'outils d'aide ont été faits (par l'outil de dépistage dans 72 % des cas), 2 873 énoncés de difficultés ont été cochés, et deux questionnaires sur la dyscalculie ont présenté un résultat positif. Ces données laissent supposer que les étudiants ont apprécié ces outils qui leur ont permis de connaître leurs faiblesses et de mieux comprendre les notions de base en mathématiques.

ONLINE MULTIMEDIA TOOLS FOR LEARNING CONCEPTS IN MATHEMATICS

ABSTRACT. SAMI-Persévérance is an online device that offers help in postsecondary mathematics. Students can access help through the following tools: a keyword search, a concept map, or the math difficulties screening tool. Data collected from the device revealed that 4,773 tool selections were made (72% of the cases were proposed by the screening tool), 2,873 statements of difficulties were checked, and 2 dyscalculia questionnaires showed a positive result. These data suggest that students enjoyed these tools, which allowed them to identify their weaknesses and to understand basic concepts in mathematics.

La persévérance aux études postsecondaires constitue un enjeu majeur pour les établissements d'enseignement, particulièrement au cours de la première année d'études où l'abandon est beaucoup plus important que pour les années subséquentes (King, 2005). Sauvé et coll. (2007) et Wagner, Newman, Cameto, Garza et Levine (2005) s'accordent pour affirmer que les principales catégories de difficultés éprouvées par les étudiants aux études postsecondaires, et qui mènent à l'abandon, portent sur des problèmes personnels (stress, gestion du

temps, etc.), sur des déficiences dans les stratégies d'apprentissage (stratégies d'autorégulation et stratégies cognitives) et sur des faiblesses dans les préalables à l'entrée aux études postsecondaires (à l'oral, à l'écrit et en mathématiques). Les établissements d'enseignement offrent différentes formes d'aide aux étudiants pour les aider à surmonter ces difficultés : soutien personnalisé, documentation et soutien en ligne.

Comme les étudiants sont de plus en plus habiles avec les outils du Web 2.0 et que le soutien en ligne a l'avantage d'offrir de l'aide sans contrainte de temps et d'espace, nos recherches portent plus particulièrement sur cette forme d'aide. Peu d'études canadiennes ont examiné les difficultés éprouvées par les étudiants en lien avec les dispositifs d'aide en ligne pour favoriser la persévérance aux études postsecondaires (Coulon, 2005 ; Sauvé et coll., 2012 ; Schmitz, Frenay, Wouters, Galand et Boudrenghien, 2006). C'est dans ce contexte que nous avons mis en place, en 2005, un programme de recherche pour réduire l'abandon et augmenter la diplomation à l'aide du soutien en ligne. Le dernier programme a été financé par le Fonds de recherche du Québec – Société et culture, et le ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS).

Le présent article porte sur l'aide offerte en mathématiques à partir du dispositif SAMI-Persévérance, constituant le dernier domaine d'étude intégré à ce dispositif. Notre question de recherche est la suivante : dans quelle mesure l'outil de dépistage des difficultés en mathématiques, l'outil de dépistage du trouble de la dyscalculie et les outils d'aide en mathématiques offerts dans le dispositif en ligne SAMI-Persévérance répondent-ils à un besoin chez les étudiants du niveau postsecondaire ?

Nous présentons tout d'abord les aspects de l'apprentissage propres aux étudiants en mathématiques et le dispositif d'aide en ligne SAMI-Persévérance développé pour venir en aide aux étudiants en difficulté. La méthodologie utilisée dans cette recherche est ensuite présentée ainsi que les résultats, et l'article se termine par une discussion sur ces résultats.

L'APPRENTISSAGE DES MATHÉMATIQUES

Certains apprentissages en mathématiques reposent sur des savoirs intuitifs. Par exemple, avant même d'apprendre les mathématiques, l'étudiant apprend les nombres pour lesquels des règles combinatoires permettent une infinité de formulations complexes, telles que dans le nombre *dix-neuf millions quatre cent trois mille deux*. Ainsi, ce nombre suppose des combinaisons de chiffres de types additif (*cent + trois*) et multiplicatif (*quatre × cent*), ce que nous faisons sans vraiment y penser. La majorité d'entre nous le sait d'une manière intuitive, par un apprentissage par cœur (Institut national de la santé et de la recherche médicale [INSERM], 2007). Ces règles combinatoires n'iraient pourtant pas de soi pour certains. Il s'agit là d'un exemple simple de la complexité que peuvent représenter les nombres.

Bien que l'apprentissage de la lecture et des mathématiques soient souvent mis sur le même pied, ils ne sont pas comparables sur le plan cognitif (INSERM, 2007). Le traitement numérique recouvre une grande variété d'activités « allant de la quantification rapide de petites collections à la résolution de problèmes à énoncés verbaux impliquant la planification de solutions...la compréhension de la notation en base 10, celle des nombres décimaux, des fractions, la manipulation d'algorithmes complexes » (INSERM, 2007). De plus, il importe que les connaissances numériques se fassent selon un certain ordre puisque des apprentissages sont préalables à d'autres. Étant donné toutes les compétences qu'exige l'apprentissage des mathématiques, pour certains, il s'agit d'un domaine complètement incompréhensible. En outre, les déficiences en mathématiques ont des conséquences importantes pour les individus en cause ainsi que pour la société, comme nous le décrirons plus loin. Il est donc essentiel de permettre à un maximum de personnes de développer les compétences particulières à ce domaine d'étude, et ce, autant pour les étudiants diagnostiqués comme souffrant d'un trouble de dyscalculie que pour ceux qui n'éprouvent que des difficultés.

L'importance des déficiences en mathématiques

Une grande partie de la population souffre de déficiences en mathématiques. Selon le rapport du Every Child a Chance Trust (2009), il a été estimé que 15 millions d'adultes en Angleterre auraient des habiletés mathématiques égales ou inférieures à celles habituellement trouvées chez un enfant de 11 ans. Parmi ceux-ci, 6,8 millions d'adultes auraient les habiletés attendues d'un enfant de neuf ans. Ces déficiences ont de nombreuses conséquences négatives à long terme, notamment le renvoi des études, des emplois moins payants, un plus haut taux de chômage, des comportements antisociaux, un taux de criminalité plus élevé et un état de santé plus fragile, ce qui impliquerait donc des dépenses plus importantes pour l'État et un PIB plus faible (Butterworth, Varma, et Laurillard, 2011 ; Every Child a Chance Trust, 2009 ; Geary, 2011 ; Henik, Rubinstein et Ashkenazi, 2011).

Ces problèmes en mathématiques résultent souvent de mauvaises méthodes d'étude (Cyrenne, Larose, Garceau, Deschênes et Guay, 2008 ; Dorais, 2003 ; Duval, 2006 ; Montague, 2008 ; Racette, 2012), d'anxiété suscitée par les mathématiques (Blouin, 1986a ; Lafortune, 1990 ; Lafortune et Pons, 2004), de mauvaises attitudes face aux mathématiques (Blouin, 1986a, 1986b ; Duval, 2006 ; Lafortune, 1990 ; Racette, 2012) ou de mauvaises perceptions par rapport aux compétences nécessaires pour réussir (Blouin, 1986b ; Lafortune et Pons, 2004). Qu'il s'agisse de corriger les façons d'aborder les études ou les incompréhensions en mathématiques, il nous semble primordial d'offrir à ces étudiants l'aide dont ils ont besoin.

Il demeure toutefois difficile de déceler exactement pourquoi un étudiant n'arrive pas à comprendre un concept mathématique, puisque cette incompréhension peut résulter d'une variété de concepts préalables mal compris. Les déficiences

en mathématiques qui ont été cumulées au secondaire contribuent à l'abandon des études au niveau postsecondaire (Doré-Côté, 2007 ; Groux, 2008) puisque, dans ce domaine, les connaissances s'appuient sur celles acquises antérieurement de façon plus importante que dans la plupart des autres domaines.

Bien que Martorell et McFarlin Jr. (2011) avancent que la mise à niveau en mathématiques est inefficace et constitue un gaspillage de fonds publics, certains auteurs (Bahr, 2009; Bettinger et Long, 2009) concluent plutôt que les étudiants qui font une mise à niveau en mathématiques sont plus susceptibles de persister dans leurs études. Melguizo, Bos et Prather (2011) relèvent notamment les problèmes méthodologiques pour expliquer ces résultats contradictoires. Il nous semble toutefois essentiel d'outiller les étudiants pour leur donner la possibilité de corriger leurs lacunes en mathématiques et mieux réussir, voire persévérer dans un domaine qu'ils n'auraient peut-être pas choisi autrement.

Les compétences particulières aux mathématiques

Comme les mathématiques impliquent de décrire une situation en langage symbolique, l'étudiant doit d'abord comprendre les liens entre les symboles qu'on lui enseigne et les liens entre ces symboles et la situation en cause. Les mathématiques ne constituent qu'une représentation d'une situation, elles ne sont pas la situation. Ainsi, pour réussir en mathématiques, les étudiants doivent développer la compétence d'explication (savoir dire), nécessaire au développement de la compétence d'évaluation (savoir situer), puis la compétence d'intervention (savoir réutiliser) (Caron, 2004). Sans une habileté à expliquer les notions qui leur ont été enseignées, les étudiants ont de la difficulté à assimiler la nouvelle matière qui repose normalement sur un cumulatif de notions apprises antérieurement (Reese, 2007). Ils éprouvent ainsi de la difficulté à déterminer les problèmes ainsi que les sous-problèmes liés à une situation et ne savent pas comment s'y prendre pour les analyser et trouver des solutions. Conséquemment, ils commettent des erreurs d'évaluation (savoir situer) en ce qui a trait à l'identification des concepts mathématiques sous-jacents et à l'identification des méthodes applicables (Caron, 2004). Finalement, ils n'arrivent pas à appliquer ces concepts à d'autres situations de la vie ou dans des disciplines connexes (savoir réutiliser).

La compétence d'explication, première compétence essentielle à acquérir, est liée aux langages naturel, symbolique et graphique (Terssac, 1996, cité par Caron, 2004 ; Wadlington et Wadlington, 2008). Cette compétence d'explication ne peut être acquise qu'en partie si les quatre sous-compétences suivantes : l'association, présentées par ordre d'acquisition, ne sont pas toutes développées : l'association, la compréhension, la structuration et la reformulation (Caron, 2004). La compétence d'association implique que l'étudiant arrive à associer certains éléments entre eux ; dans les pires cas, l'étudiant ne fait que répéter mécaniquement ce que son enseignant a fait. L'étudiant a acquis la compétence supérieure de compréhension lorsqu'il arrive à bien comprendre les concepts

de façon séparée, mais sans nécessairement parvenir à les structurer entre eux. Lorsqu'il arrive à faire des liens et à hiérarchiser les concepts, il a atteint la compétence de structuration. Enfin, lorsqu'il est en mesure d'expliquer les concepts dans ses propres mots, il a alors acquis la compétence de reformulation. Ces compétences, difficiles à développer chez de nombreux étudiants, sont presque inexistantes chez les étudiants ayant le trouble de la dyscalculie.

La dyscalculie

Les étudiants atteints de dyscalculie ont de la difficulté à comprendre les concepts numériques simples et affichent une absence de compréhension intuitive des nombres. Lorsqu'ils réussissent un problème, ce serait de façon mécanique et sans confiance en eux (INSERM, 2007). Les connaissances des étudiants dyscalculiques se limiteraient donc à la première sous-composante de la compétence d'explication : l'association.

La recherche sur la dyscalculie est beaucoup moins avancée que celle sur la dyslexie (INSERM, 2007). La diversité de ses formes est grande : « absence de mémorisation des faits numériques, procédures de calcul immatures, erreur de transcodage » (Roux, 2009, p. 497). Bien que le trouble de dyscalculie ne se corrige pas, l'étudiant peut toutefois recourir à des moyens pour atteindre les compétences les plus élevées possibles. Mais celui qui est atteint de ce trouble doit d'abord en être conscient. Pour être diagnostiqué, il peut s'adresser aux services offerts par son établissement.

Que ce soit pour de l'aide à l'apprentissage des mathématiques ou de l'aide dans le dépistage de la dyscalculie, l'étudiant peut avoir recours au dispositif en ligne : SAMI-Persévérance.

SAMI-PERSÉVÉRANCE POUR VENIR EN AIDE AUX ÉTUDIANTS

SAMI-Persévérance (<http://taperseverance.savie.ca>) est un système d'aide multimedia interactif offert en ligne aux étudiants désirant approfondir certaines notions ainsi qu'à ceux ayant un trouble d'apprentissage. Ce dispositif vise à les aider à persévérer dans leurs études postsecondaires. Selon Audet (2010), les étudiants souhaitent avoir davantage accès à des ressources en ligne, qu'ils peuvent utiliser de manière autonome. Le Web 2.0 permet ainsi le passage d'un paradigme d'enseignement à un paradigme d'apprentissage, puisque l'étudiant se responsabilise par rapport aux outils qu'il choisit de consulter (Endrizzi, 2012). C'est dans cette optique que SAMI-Persévérance offre aux étudiants des moyens pour identifier leurs faiblesses ainsi que plus de 540 outils d'aide pour les surmonter.

Nous présentons les catégories d'outils d'aide qu'offre le dispositif SAMI-Persévérance et, notamment, la catégorie de la mise à niveau en mathématiques (outil de dépistage des difficultés et outils d'aide) ainsi que l'outil de dépistage de la dyscalculie.

Les catégories d'outils d'aide

Comme on peut le voir à la Figure 1, afin de mieux guider l'utilisateur dans sa recherche d'outils d'aide ou d'outils de dépistage, les catégories d'outils proposés se divisent en huit parties regroupées sous les appellations : stratégies d'apprentissage, mise à niveau et dépistage des troubles d'apprentissage (TA).



FIGURE 1. *Les catégories d'outils d'aide proposés aux étudiants*

La catégorie des troubles d'apprentissage regroupe trois questionnaires de dépistage : troubles déficitaires de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH), dyslexie et dyscalculie.

Pour que l'étudiant puisse trouver facilement les outils qui lui conviennent, la Figure 2 présente les trois cheminements possibles pour chaque catégorie de difficulté éprouvée. Les deux premiers lui permettent d'accéder directement à l'outil d'aide qu'il désire : la recherche par l'utilisation de mots-clés et la recherche par l'utilisation d'une carte conceptuelle. Dans ce dernier cas, les outils d'aide sont présentés selon un certain regroupement. Le dernier cheminement de recherche est un outil de dépistage des difficultés dans lequel l'étudiant précise ses besoins à partir d'une grille d'énoncés. En fonction des énoncés cochés, des outils sont proposés.

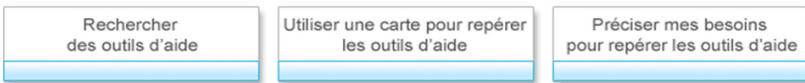


FIGURE 2. *Cheminements proposés dans la recherche d'outils d'aide*

La recherche d'outils d'aide par mots-clés ou par la carte conceptuelle peut convenir à l'étudiant qui connaît bien ses besoins. Toutefois, s'il ne connaît pas bien ses faiblesses, il peut préciser ses besoins en cochant les énoncés de difficultés qui le concernent à partir de l'outil de dépistage des difficultés. Le système lui présentera alors les outils qui pourront l'aider.

Chaque outil d'aide porte sur un concept et nécessite environ 15 à 30 minutes de consultation. Ces outils peuvent se présenter sous différents formats (vidéo, diaporama commenté, texte illustré). On les retrouve le plus souvent en format multimédia et interactif, comme l'outil vidéo sur les nombres rationnels présenté à la Figure 3.

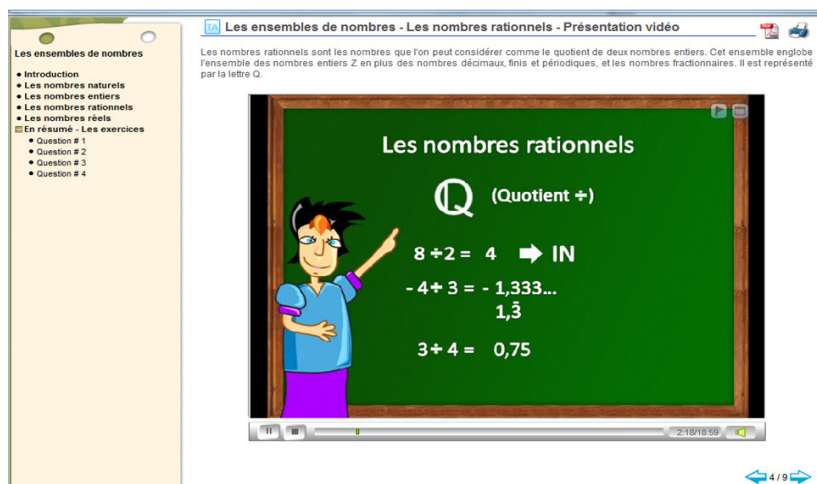


FIGURE 3. Outil d'aide en format vidéo : les ensembles de nombres – les nombres rationnels

La mise à niveau en mathématiques

Les outils de mise à niveau en mathématiques, au nombre de 62, portent sur l'algèbre, les statistiques, les finances et la comptabilité. Ces outils visent à rendre l'étudiant apte à comprendre les notions préalables à des concepts plus complexes abordés aux études postsecondaires. Comme pour les autres types d'outils qu'on trouve dans SAMI-Persévérance, l'étudiant peut accéder à ces outils de trois façons : par mots-clés, par la carte conceptuelle ou par l'outil de dépistage des difficultés en mathématiques (présenté sous forme d'une grille d'énoncés).










Par exemple, la recherche avec le mot-clé « exposant » génère trois outils à consulter : « exposants », « la priorité des opérations » et « les lois des exposants ». La recherche à l'aide de la carte conceptuelle présente les outils d'aide regroupés sous six thèmes, soit les exposants, les équations et inéquations, les fonctions, les polynômes, les calculs de distance et les systèmes de nombres. À titre d'exemple, la Figure 4 présente les six outils que comporte le regroupement « systèmes de nombres ». L'étudiant peut repérer lui-même les outils dont il estime avoir besoin.

Dans sa recherche d'aide à partir d'une grille d'énoncés, l'étudiant coche les énoncés qui s'appliquent à sa situation, puis sauvegarde ses choix. Il se voit ensuite proposer des outils pour l'aider à surmonter ses difficultés. Par exemple, l'énoncé « J'aimerais convertir des exposants sous une autre forme mathématique » génère les outils suivants : « Allô prof – L'exponentiation » et « Les lois des exposants ».

Mise à niveau en mathématiques - Systèmes de nombres

Le ? te permet de lire une brève description de l'outil. Il suffit de cliquer sur le titre de l'outil pour qu'il s'affiche afin d'en faire un survol.

Les cases à cocher dans la colonne « Choisir » te permettent de regrouper dans ton dossier personnel les objets que tu désires conserver pour consultation ultérieure. Tu pourras, en tout temps, consulter les objets choisis en cliquant sur le bouton « Tableau des outils sélectionnés » au bas de la Cartographie des outils.

Outils	Format(s)	Choisir
1. ? Allô prof - L'exponentiation	 	<input type="checkbox"/>
2. ? Les bases de nombres	 	<input type="checkbox"/>
3. ? Les ensembles de nombres	 	<input type="checkbox"/>
4. ? L'ordre ou priorité des opérations		<input type="checkbox"/>
5. ? Nombres relatifs (soustraction, addition, division, multiplication)		<input type="checkbox"/>
6. ? Priorité des opérations (Quiz)		<input type="checkbox"/>

Enregistrer

FIGURE 4. L'un des regroupements de la carte conceptuelle de la mise à niveau en mathématiques : systèmes de nombres

L'outil de dépistage de la dyscalculie

L'outil de dépistage du trouble de la dyscalculie,¹ offert en ligne, offre l'avantage de l'anonymat, de s'autoévaluer sans risque d'être jugé, sans menace pour l'estime de soi.

Lorsque l'étudiant reçoit un résultat négatif à partir de cet outil (c'est-à-dire qu'il n'a pas été dépisté avoir ce trouble), il est dirigé vers la mise à niveau en mathématiques. Toutefois, puisqu'un tel outil en ligne ne permet pas de nuancer la situation particulière de chaque étudiant, s'il reçoit un résultat positif, il est dirigé vers le centre d'aide de son établissement ainsi que vers un outil de gestion des symptômes de la dyscalculie. Ainsi, seul un professionnel qui possède les compétences nécessaires peut diagnostiquer le trouble de la dyscalculie.

LA MÉTHODOLOGIE

Les outils offerts dans SAMI-Persévérance relativement aux mathématiques ont été expérimentés de janvier 2011 à septembre 2013. La population visée par cette recherche concerne les étudiants des 14 établissements d'enseignement francophone suivants : Cégep de Sherbrooke, Cégep Édouard-Montpetit, Cité collégiale, Collège de Maisonneuve, Collège Lionel-Groulx, Collège Montmorency, Télé-Université, Université de Windsor ainsi que les établissements de l'Université du Québec situés à Chicoutimi, Montréal, Trois-Rivières, Rimouski, Abitibi-Témiscamingue et en Outaouais. Ce sont 847 étudiants qui se sont inscrits et de ce nombre, la moitié ($n = 425$) a utilisé l'outil de dépistage des difficultés en mathématiques et 57 étudiants ont complété l'outil de dépistage de la dyscalculie.

Cet échantillon a été obtenu grâce à différents mécanismes de sollicitation invitant les étudiants à s'inscrire à SAMI-Persévérance. Ces mécanismes ont été choisis en fonction du contexte particulier de chacun des établissements et ont été mis en place à différents moments, selon les établissements, de l'automne 2010 à l'automne 2011. Les courriels d'invitation ont été privilégiés pour joindre les étudiants, bien qu'une quinzaine d'autres mécanismes a aussi été utilisée : la publicité via les sites Internet institutionnels, les kiosques d'information, les dépliants, les signets et les affiches promotionnelles. Certains professeurs ont même fait la présentation de SAMI-Persévérance en classe. Mais, en aucun temps, les étudiants n'étaient dans l'obligation de s'y inscrire.

Pour mesurer l'implication des étudiants à cette expérimentation, nous avons utilisé les données recueillies dans leur portfolio, qui se composent, entre autres, des informations tirées de leur fiche d'inscription, des outils d'aide qu'ils ont choisis et ceux qu'ils ont consultés, de leurs résultats au test de dépistage de la dyscalculie et de leur profil d'apprenant créé par la complétude de différents questionnaires. Le générateur de statistiques compris dans le dispositif SAMI-Persévérance nous a permis de recueillir les statistiques que nous présentons ici.

LES RÉSULTATS

Nous présentons les résultats obtenus à partir de l'outil de dépistage des difficultés, de l'outil de dépistage de la dyscalculie ainsi que les choix qui ont été faits relativement aux outils d'aide à l'apprentissage en mathématiques.

L'outil de dépistage des difficultés en mathématiques

Les données laissées dans le dispositif en ligne SAMI-Persévérance par les 425 étudiants, et ce, dans la catégorie de la mise à niveau en mathématiques, révèlent qu'il y a eu 2 873 énoncés choisis à partir des 26 énoncés que comprend l'outil, pour une moyenne de 111 choix par énoncé et 6,8 choix par étudiant. Le tableau 1 présente les 10 énoncés les plus souvent cochés par les étudiants.

Ainsi, 6 % des énoncés sur les mathématiques qui ont été cochés portent sur comment capitaliser des montants d'argent, 6 % sur ce qu'est une matrice et 6 % sur ce qu'il est possible de faire avec les fonctions exponentielles, logarithmiques ou trigonométriques. Pour la plupart de ces énoncés, il s'agit de notions essentielles à connaître pour cheminer dans des cours à contenu chiffré au niveau postsecondaire.

TABLEAU 1. Les 10 énoncés en mathématiques les plus souvent cochés par les étudiants

	Énoncés (n = 26)	Nombre de fois choisi (n = 2 873)	%
1	J'aimerais savoir comment capitaliser des montants d'argent.	179	6,2
2	J'aimerais savoir ce qu'est une matrice en mathématiques.	168	5,8
3	J'aimerais savoir quoi faire avec les fonctions exponentielles, logarithmiques ou trigonométriques.	163	5,7
4	J'aimerais savoir comment éviter les pièges sur les polynômes.	152	5,3
5	J'aimerais savoir ce qu'est un rapport trigonométrique.	148	5,2
6	J'aimerais comprendre les bases de nombres (binaires, octo et hexadécimaux).	143	5,0
7	J'aimerais savoir comment résoudre une équation quadratique.	141	4,9
8	J'aimerais savoir comment travailler avec les polynômes.	133	4,6
9	J'aimerais savoir comment intégrer les règles d'opérations de polynômes.	128	4,5
10	J'aimerais convertir des exposants sous une autre forme mathématique.	111	3,9

L'outil de dépistage de la dyscalculie

Beaucoup moins d'étudiants ont été interpellés par l'outil de dépistage de la dyscalculie. Seulement 57 questionnaires sur la dyscalculie ont été remplis et, de ce nombre, seulement deux questionnaires (3,5 %) ont présenté un résultat positif.

Les outils d'aide utilisés

Les étudiants qui ont utilisé l'outil de dépistage des difficultés ont sélectionné 4 773 fois l'un des 62 outils en mathématiques qui leur était offert, pour une moyenne de 77 fois par outil et de 8 outils d'aide par étudiant. C'est à partir de la grille d'énoncés que ces outils ont surtout été choisis, représentant 72 % des choix, contre 19 % par mots-clés et 9 % par la carte conceptuelle. Les 10 outils d'aide les plus fréquemment choisis dans la mise à niveau en mathématiques, que ceux-ci aient été choisis par une recherche par mots-clés, par la carte conceptuelle ou par l'outil de dépistage des difficultés, sont présentés au Tableau 2.

Les outils les plus souvent choisis ont été « Comment actualiser des montants d'argent ? » (13 %) et « Comment capitaliser des montants d'argent ? » (11 %), ce qui est très supérieur au 3^e choix le plus fréquent qui ne représente que 4 % de l'ensemble des choix.

TABLEAU 2. Les 10 outils d'aide en mathématiques les plus fréquemment choisis par les étudiants

Outils (n = 62)	Nombre de fois choisi (n = 4 773)	%
Comment actualiser des montants d'argent ?	615	12,9
Comment capitaliser des montants d'argent ?	531	11,1
Allô prof – Algèbre – La factorisation d'un polynôme	207	4,3
Le bilan de ses finances personnelles	167	3,5
Une étudiante établit le bilan de ses finances personnelles	160	3,4
Équation à une inconnue	141	3,0
Allô prof – Relations et fonctions – Construire le graphique des fonctions linéaires	128	2,7
Une étudiante apprend à faire son budget	125	2,6
L'ordre des opérations dans une équation	121	2,5
La priorité des opérations	117	2,5

DISCUSSION

En réponse à notre question de recherche, nous constatons que l'outil de dépistage des difficultés en mathématiques et les outils d'aide sont de plus en plus utilisés. La fréquence d'utilisation de l'outil de dépistage des difficultés pour accéder aux outils d'aide, soit dans 72 % des cas, démontre un grand besoin chez ces étudiants de connaître leurs faiblesses en mathématiques avant d'accéder à des outils d'aide. Doré-Côté (2007) et Giroux (2008) parlent des faiblesses en mathématiques qui résultent souvent de préalables déficients, ce qui nécessite d'identifier, puis de comprendre les concepts préalables avant d'aller plus loin. Comme il peut y avoir plus d'un outil d'aide à l'apprentissage suggéré par énoncé de difficultés, il y a donc eu plus d'outils d'aide choisis que d'énoncés de difficulté cochés, pour une moyenne de 1,2 outil d'aide choisi par énoncé de difficulté coché (soit 4 773 outils d'aide \times 72 % / 2 873 énoncés).

Bien que la grande majorité des outils d'aide ait été sélectionnée à partir de l'outil de dépistage des difficultés, certains outils ont été plus fréquemment sélectionnés à partir de mots-clés ou de la carte conceptuelle. Il en est ainsi pour l'outil « Comment actualiser des montants d'argent ? » qui a été le plus fréquemment choisi alors qu'il n'apparaît même pas dans la liste des 10 difficultés les plus fréquemment cochées. Ce choix marqué peut s'expliquer du fait, qu'à titre d'exemple, lorsque nous présentions ces outils aux professeurs et étudiants en administration, certains s'empressaient à aller les consulter, et ce, probablement parce qu'il s'agit de notions considérées très difficiles pour les étudiants. Puisque les étudiants accédaient directement à plusieurs de

ces outils, nous émettons l'hypothèse que des professeurs, du personnel des Bureaux de réussite et d'autres intervenants auprès des étudiants ou, encore, le bouche-à-oreille, les incitaient à aller les consulter.

Selon les écrits scientifiques, l'étudiant peut difficilement développer les compétences d'évaluation et d'intervention (deuxième et troisième niveaux) si la compétence d'explication (premier niveau) n'est pas acquise (Caron, 2004). Nous croyons que ces outils, multimédia et de courte durée de consultation, permettent de développer cette compétence d'explication, puisque les concepts sont expliqués de façon détaillée et commentés par des étudiants avant d'être mis en ligne. Ils sont d'une grande qualité. De plus, ils peuvent être consultés librement autant de fois que désiré.

Étant donné qu'en mathématiques, les étudiants en difficulté ont souvent de mauvaises perceptions par rapport à leur capacité de réussir, il nous semble important qu'ils soient dirigés vers de bons outils, et ce, plus particulièrement au moment où ils rencontrent des difficultés (lors de la réalisation de travaux notés ou juste avant un examen) selon Sauvé et coll. (2012). Bien que la consultation de ces outils demeurerait volontaire, les professeurs ne connaissant pas encore tout le potentiel du dispositif, certains professeurs nous ont tout de même confié qu'ils présélectionnaient des outils pour leurs étudiants, facilitant le repérage des outils qui leur semblaient pertinents et intéressants. Ainsi, nous avons relevé le nombre appréciable de 4 773 choix d'outils d'aide, soit une moyenne de 77 fois par outil, ce qui semble démontrer un réel besoin d'explication pour ces concepts de base en mathématiques.

Finalement, même s'il est possible pour les étudiants peu habiles avec les nombres de s'inscrire dans des programmes d'études postsecondaires qui ne contiennent pas de cours chiffré, il y a quand même eu 57 questionnaires sur la dyscalculie qui ont été remplis. Ce constat suggère que certains étudiants persévèrent dans ces contenus chiffrés, même sans habiletés apparentes, ce qui démontre l'utilité d'offrir un tel outil de dépistage de la dyscalculie.

CONCLUSION

Dans cet article, nous avons présenté le dispositif en ligne SAMI-Persévérance qui traite des stratégies d'apprentissage, de la mise à niveau en mathématiques et en français ainsi que du dépistage des troubles déficitaires de l'attention, avec ou sans hyperactivité (TDAH), de la dyslexie et du trouble de la dyscalculie. À partir de cette présentation, nous avons fait état de l'utilisation des outils offerts aux étudiants relativement à la mise à niveau en mathématiques et du trouble de la dyscalculie qui lui est associé. Nos données montrent un intérêt à obtenir de l'aide en mathématiques par l'entremise d'un dispositif en ligne. En effet, 4 773 choix d'outils d'aide ont été faits, 2 873 énoncés de difficultés ont été cochés et 57 questionnaires ont été remplis sur la dyscalculie, alors que deux résultats positifs ont été présentés.

Cette étude rencontre certaines limites, dont le manque de données sur la façon dont ces outils sont utilisés dans les établissements. Comme l'offre de ce dispositif est relativement récente, nous n'en connaissons pas encore toute la portée. Éventuellement, nous croyons qu'il serait possible d'intégrer ces outils dans des cours, particulièrement pour les cours offerts à distance où la vulgarisation des concepts ne peut pas se faire par un professeur en face à face. De plus, les données dont nous disposons ne nous permettent pas de présenter l'appréciation des étudiants par rapport à ces outils. Mais, nous estimons que leur utilisation démontre une appréciation de plus en plus importante de cette forme d'aide offerte en ligne.

Étant donné l'intérêt important des étudiants pour les outils en mathématiques financières, qu'on retrouve particulièrement de façon importante dans les programmes en sciences comptables, nous avons décidé de déposer un projet qui vise à concevoir 65 outils d'aide à l'apprentissage dans le domaine de la comptabilité. Le ministère de l'Éducation a accepté de financer ce projet. Ces outils seront offerts aux étudiants à compter de l'hiver 2015.

Comme les mathématiques constituent un sujet moins transversal que les stratégies d'étude ou le français, ces notions sont donc faciles à oublier. En plus de permettre de mieux comprendre ces notions, le système d'aide en ligne SAMI-Persévérance constitue un aide-mémoire pouvant accompagner les étudiants dans leur cheminement scolaire.

Cette première expérience a donc permis aux étudiants de mieux se connaître grâce aux outils de dépistage des difficultés en mathématiques et de dépistage de la dyscalculie. Nous espérons que ce dispositif sera davantage connu pour que plus d'étudiants y trouvent des solutions à leurs incompréhensions en mathématiques. Mieux encore, qu'ils y voient un aide-mémoire qui pourra les suivre tout au long de leur formation et peut-être même...tout au long de leur vie.

NOTES

1. Le questionnaire a été mis au point par Tony Attwood (version originale du test : <http://www.dyscalculia.me.uk>) et traduit pour ce projet.

RÉFÉRENCES

- Audet, L. (2010). *Wikis, blogues et Web 2.0 : opportunités et impacts pour la formation à distance*. Montréal, QC : Réseau d'enseignement francophone à distance du Canada (REFAD).
- Bahr, P. R. (2009). Does mathematics remediation work? A comparative analysis of academic attainment among community college students. *Research in Higher Education*, 49(5), 420-450.
- Bettinger, E. P. et Long, B. T. (2009). Addressing the needs of underprepared students in higher education: Does college remediation work? *The Journal of Human Resources*, 44(3), 736-771.

- Blouin, Y. (1986a). Réadapter les handicapés des mathématiques. *Prospectives*, 22(3), 115-121.
- Blouin, Y. (1986b). Stimuler la réussite en mathématique. *Bulletin AMQ*, 25(2), 8-16.
- Butterworth, B., Varma, S. et Laurillard, D. (2011). Dyscalculia: From brain to education. *Science*, 332(6033), 1049-1053.
- Caron, F. (2004). Niveaux d'explicitation en mathématiques chez des étudiants universitaires. *Revue des sciences de l'éducation*, 30(2), 279-301.
- Coulon, A. (2005). *Le métier d'étudiant : l'entrée dans la vie universitaire*. Paris, France : Economica-Anthropos.
- Cyrenne, D., Larose, S., Garceau, O., Deschênes, C. et Guay, F. (2008). Avoir les étudiants de sciences de la nature dans notre MIREs. *Pédagogie collégiale*, 21(3), 4-8.
- Dorais, S. (2003). La persistance aux études, défi premier en formation à distance. *Pédagogie collégiale*, 16(4), 9-15.
- Doré-Côté, A. (2007). *Relation entre le style de communication interpersonnelle de l'enseignant, la relation bienveillante, l'engagement de l'élève et le décrochage scolaire chez les élèves de la troisième secondaire* (Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal). Repéré à <http://www.archipel.uqam.ca/1245/>
- Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61(1-2), 103-131.
- Endrizzi, L. (2012). Les technologies numériques dans l'enseignement supérieur, entre défis et opportunités. *Dossier d'actualité Veille et Analyses*, 78. Repéré à <http://ife.ens-lyon.fr/vst/DA/detail-Dossier.php?parent=accueil&dossier=78&lang=fr>
- Every Child a Chance Trust. (2009). *The long term costs of numeracy difficulties*. Londres, Royaume-Uni : Every Child a Chance Trust.
- Geary, D. C. (2011). Consequences, characteristics, and causes of mathematical learning disabilities and persistent low achievement in mathematics. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, 32(3), 250-263.
- Groux, D. (2008). *L'effet des antécédents familiaux, du revenu et des résultats de tests sur la participation aux études postsecondaires. Résultats pour les jeunes de 18 à 21 ans de l'ELNEJ* (Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal). Repéré à <http://www.rdc-cdr.ca/leffet-des-ant%C3%A9%C3%A9s-familiaux-du-revenu-et-des-r%C3%A9sultats-de-tests-sur-la-participation-aux-%C3%A9tudes>
- Henik, A., Rubinstein, O. et Ashkenazi, S. (2011). The “where” and “what” in developmental dyscalculia. *The Clinical Neuropsychologist*, 25(6), 989-1008.
- Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM). (2007). *Dyslexie, dysorthographe, dyscalculie : bilan des données scientifiques*. Paris, France : Inserm.
- King, C. (2005). *Factors related to the persistence of first year college students at four-year colleges and universities: A paradigm shift*. Weeling, WV : Wheeling Jesuit University.
- Lafortune, L. (1990). *Démystification de la mathématique : matériel didactique*. Québec, QC : Ministère de l'Éducation, direction générale de l'enseignement collégial.
- Lafortune, L. et Pons, F. (2004). Le rôle de l'anxiété dans la métacognition. Dans L. Lafortune, P.-A. Doudin, F. Pons et D. R. Hancock (dir.), *Les émotions à l'école* (pp. 145-169). Québec, QC : Presses de l'Université du Québec.
- Martorell, P. et McFarlin Jr., I. (2011). Help or hindrance? The effects of college remediation on academic and labor market outcomes. *The Review of Economics and Statistics*, 93(2), 436-454.
- Melguizo, T., Bos, J. et Prather, G. (2011). Is developmental education helping community college students persist? A critical review of the literature. *American Behavioral Scientist*, 55(2), 173-184.
- Montague, M. (2008). Self-regulation strategies to improve mathematical problem solving for students with learning disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 31(1), 37-44.
- Racette, N. (2012). *Augmenter la motivation dans un cours à distance : expérimentation d'un modèle*. Sarrebruck, Allemagne : Éditions universitaires européennes.

Reese, M. S. (2007). *What's so hard about algebra? A grounded theory study of adult algebra learners* (Thèse de doctorat inédite). University of San Diego, San Diego, CA.

Roux, M. O. (2009). À propos de la dyscalculie spatiale : une contribution clinique. *Psychiatrie de l'enfant*, 52(2), 495-516.

Sauvé, L., Debeurme, G., Martel, V., Wright, A., Hanca, G. et Castonguay, M. (2007). *SAMI-Persévérance. L'abandon et la persévérance aux études postsecondaires, Rapport final*. Québec, QC : FQRSC.

Sauvé, L., Racette, N., Debeurme, G., Ruph, F., Roy, M.-M., Berthiaume, D., ... Moisan, D. (2012). *Les difficultés en lien avec les stratégies d'apprentissage, la mise à niveau en mathématiques et en français des étudiants ayant ou non des troubles d'apprentissage et de déficit d'attention en première année d'études au collège et à l'université et l'apport des outils d'aide pour résoudre ces difficultés*. Québec, QC : FQRSC.

Schmitz, J., Frenay, M., Wouters, P., Galand, B. et Boudrenghien, G. (2006). *Rôle des dispositifs pédagogiques dans le soutien, l'intégration (académique et sociale) et la persistance des étudiants de premier baccalauréat*. Communication présentée au 23^e Congrès de l'Association internationale de pédagogie universitaire (AIPU), Monastir, Tunisie.

Wadlington, E. et Wadlington, P. L. (2008). Helping students with mathematical disabilities to succeed. *Preventing School Failure*, 53(1), 2-7.

Wagner, M., Newman, L., Cameto, R., Garza, N. et Levine, P. (2005). *After high school: A report from the National Longitudinal Transition Study-2 (NLTS-2)*. Menlo Park, CA : SRI International.

NICOLE RACETTE, CA, CPA, M.Sc finance, Ph.D. en psychopédagogie, est professeure titulaire de comptabilité à la Télé-université. Ses recherches portent sur la persévérance aux études postsecondaires, les compétences en calculs, les outils du Web 2.0, la coopération et la rétroaction en formation à distance. Elle a aussi conçu de nombreux outils, offerts en ligne, pour aider les étudiants dans des contenus disciplinaire ou, encore, pour les aider à gérer leurs études. En plus d'avoir participé à plusieurs colloques de portée internationale, de nombreuses publications d'articles et de volumes figurent à son actif. racette.nicole@teluq.ca

LOUISE SAUVÉ, PhD., est professeure en technologie éducative au département éducation à la TÉLUQ et directrice du centre d'expertise et de recherche sur l'apprentissage à vie (SAVIE). Auteure de nombreuses publications scientifiques et membre de plusieurs groupes de recherche, ses champs d'intérêts portent notamment sur les technologies et le design pédagogique en formation à distance et en ligne, les jeux éducatifs et les simulations, les profils d'apprentissage, la persévérance aux études et la personnalisation de l'apprentissage. Louisesauve25@gmail.com

STÉPHANIE BÉGIN est conseillère pédagogique au Cégep Limoilou. Elle détient un baccalauréat en anthropologie de l'Université Laval et termine un D.E.S.S en technologie éducative à la TÉLUQ. Ses champs d'intérêt portent sur les technologies et le design pédagogique en téléenseignement ainsi que sur la persévérance aux études postsecondaires. Stephanie.begin@cegeplimoilou.ca

NICOLE RACETTE, CA, CPA, MSc Finance, PhD in Educational Psychology, is a full professor of accounting at the Télé-université. Her research focuses on perseverance in postsecondary education, calculation skills, Web 2.0 tools, and cooperation and feedback in distance learning. She also designed multiple tools, available online to help students with disciplinary content or to help them manage their studies. In addition to having participated in several international symposia, she has had numerous articles and books published. racette.nicole@teluq.ca

LOUISE SAUVÉ, PhD, is a professor of educational technology in the Education department at TÉLUQ and the director of the *Centre d'expertise et de recherche sur l'apprentissage à vie* (SAVIE). Author of numerous academic publications and member of several research groups, her interests focus on technologies and pedagogical designs in distance and online education, educational games and simulations, learning profiles, perseverance in education, and the individualization of learning. Louisesauve25@gmail.com

STÉPHANIE BÉGIN is a pedagogical advisor at the Limoilou Cegep. She holds a baccalauréat in anthropology from Université Laval and is completing a D.E.S.S. in Educational Technology at TÉLUQ. Her research interests focus on technologies and pedagogical design in distance education as well as the perseverance in postsecondary studies. Stephanie.begin@cegeplimoilou.ca