

Netmath

**MENTALITÉ DE CROISSANCE -
BOUCLE DE RÉTROACTION AUX ÉLÈVES**



Favoriser la persistance des élèves par l'amélioration des boucles de rétroaction dans Netmath

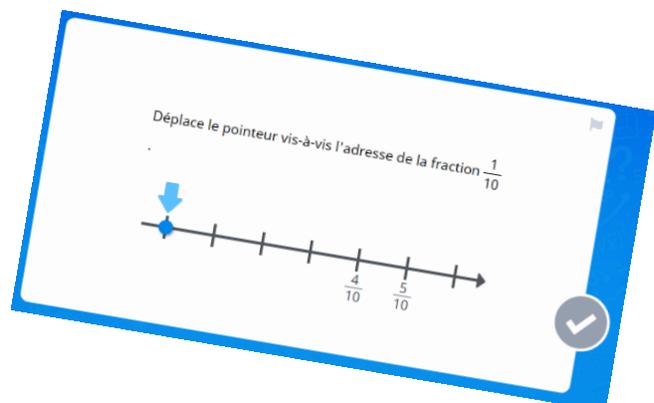
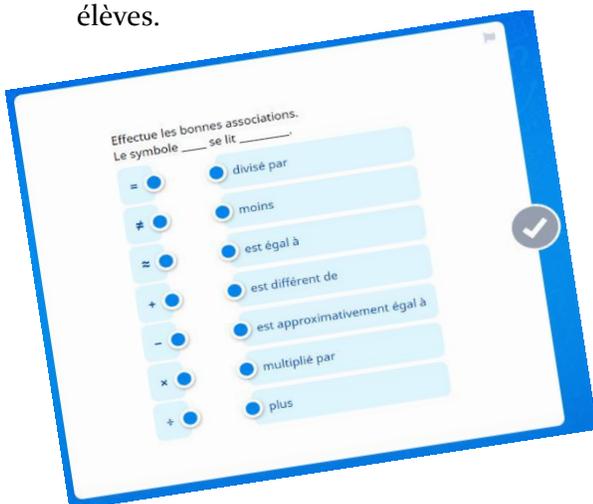
Contexte de la recherche

Peu importe la méthode d'enseignement, les rétroactions reçues par les élèves jouent un rôle crucial sur leur persistance, le développement de leur intérêt et leurs apprentissages (Hattie et Temperley, 2007). Ces rétroactions proviennent de sources multiples, par exemple leurs enseignants, leurs pairs, les conséquences physiques qu'ils observent lors de leurs manipulations, etc. Par ailleurs, les environnements numériques d'apprentissage, dont Netmath, trouvent une valeur ajoutée dans les rétroactions qu'ils fournissent aux élèves, étant donné leur potentiel à joindre un vaste auditoire de façon instantanée et individualisée (Liu, 2016). Les rétroactions fournies par les environnements numériques d'apprentissage peuvent prendre plusieurs formes, et avoir des impacts variables sur les élèves. Par exemple, dans un problème complexe, une rétroaction de type vrai-faux fournit à l'élève moins de pistes d'amélioration que de lui montrer directement les éléments qui ne sont pas encore maîtrisés (Gresalfi et Barnes, 2016).

Le contexte:

- Les rétroactions sont au cœur des apprentissages.
- Il existe différents types de rétroactions ayant des impacts différents sur les élèves.
- Scolab a développé une nouvelle boucle de rétroaction pour les élèves, et désire observer ses impacts sur leur persistance dans la tâche.

Dans une optique de bonification générale de sa plateforme, Netmath a récemment développé une nouvelle boucle de rétroaction applicable à plusieurs problèmes. Initialement d'une nature de type vrai-faux, la nouvelle boucle de rétroaction propose à l'élève de reprendre uniquement les éléments nécessitant amélioration, sans avoir à reprendre ce qui avait déjà été préalablement réussi (voir exemple de rétroaction initiale et de rétroaction augmentée). Afin de valider l'impact sur les élèves de ce changement dans la plateforme, une étude a été menée en collaboration avec des chercheurs de l'UQAM. Celle-ci vise à déterminer si la boucle de rétroaction détaillée entraîne une meilleure persistance dans la tâche pour des élèves de 5^e année. L'hypothèse liée au projet est que la rétroaction plus précise entraînera une augmentation de la persistance des élèves.



La méthode

Les participants

Soixante-quinze (75) élèves en provenance de quatre classes de 5^e année ont été invités à participer à l'étude. La collecte de données ayant eu lieu à la fin de l'année, les élèves possédaient un niveau en mathématiques comparable à celui d'élèves de 6^e année. Tous les élèves étaient âgés de 10 à 11 ans, et étaient familiers avec la plateforme Netmath.

Devis expérimental

En vue de vérifier l'impact de la nouvelle boucle de rétroaction sur la persistance dans la tâche des élèves, le devis expérimental illustré à la figure 1 fut utilisé. Après un court questionnaire portant sur leur intérêt en mathématiques, les élèves étaient amenés à naviguer dans les deux différentes versions de Netmath, pour une durée totale de 30 minutes (2 x 15 minutes). Chacune des deux versions comportait 14 problèmes homologues, dont la moitié comprenait des problèmes avec changement de boucle de rétroaction, et l'autre moitié dont la rétroaction n'était pas affectée. Le choix des problèmes fut effectué en vue de maintenir un niveau de difficulté constant entre les 2 tâches, à présenter des problèmes aussi variés que possible, et étant de niveau 6^e année. Tous les problèmes étaient représentés à la fois dans la version initiale et dans la nouvelle version, pour éviter des erreurs liées à des détails mineurs. Les problèmes retenus étaient similaires à ceux fournis en exemple dans la section contexte.

La méthode:

- 4 classes de 5^e année ont participé à l'étude.
- Tous les élèves ont résolu des problèmes dans les deux versions de Netmath.
- Certains problèmes recevaient une augmentation de rétroaction, d'autres non.
- La persistance fut mesurée par le nombre de validations d'un problème et le temps d'engagement dans la tâche.

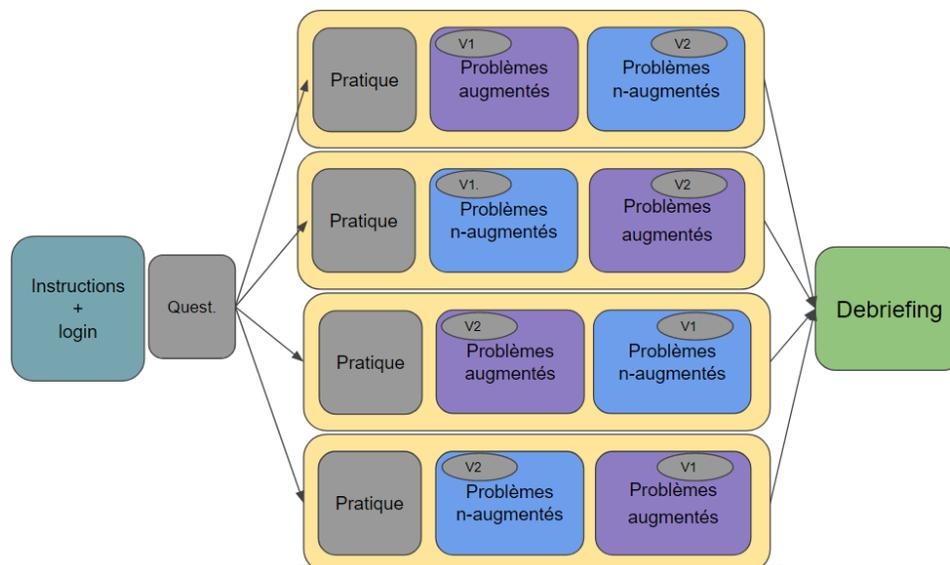


Figure 1. Devis expérimental retenu

Les mesures

Afin de mesurer la persistance des élèves dans la tâche, des mesures comportementales classiques de la persistance furent retenues. À un taux de succès équivalent, la persistance se mesure par le nombre de validations avant de réussir une tâche ou de l'abandonner, et par le temps lui étant consacré avant le succès ou l'abandon (Teubner-Rhodes et al., 2017). Le nombre de validations pour chacun des problèmes fut donc mesuré durant l'expérimentation, ainsi que le temps passé sur chaque problème. Puisque la persistance est influencée par le niveau d'intérêt des élèves (Tulis et Fulmer, 2013; Dweck et Sorich, 1999), nous avons intégré un questionnaire d'intérêt pour les mathématiques, adapté de Preckel et al. (2008) pour contrôler l'impact de cette variable.

Les résultats

Problèmes retenus pour l'analyse

La tâche ayant été créée pour que les élèves aient suffisamment de problèmes à résoudre et ne terminent pas à l'avance, seuls les problèmes ayant été abordés par au moins 50% des élèves furent retenus pour les analyses subséquentes. Au final, 6 des 7 problèmes pour chacune des conditions furent retenus. Le tableau 1 illustre le pourcentage de l'échantillon ayant soumis au moins une réponse pour chacun des problèmes.

Les résultats:

- L'intérêt (variable de contrôle) n'a pas eu d'impact sur les deux mesures de la persistance
- Le nombre de tentatives s'est avéré faiblement supérieur pour les problèmes n'ayant pas eu d'augmentation de la boucle de rétroaction. Quoique non significative, la tendance est similaire pour les problèmes ayant une rétroaction augmentée.
- Le temps d'engagement dans la tâche est fortement supérieur pour les problèmes ayant été augmentés, comparativement à leurs homologues non augmentés.

Tableau 1. Pourcentage des problèmes ayant été validé au moins une fois par les élèves

problèmes...		1	2	3	4	5	6	7
Ancienne version (flash)	Augmentable	100.0	100.0	90.7	97.3	77.3	85.3	65.3
Ancienne version (flash)	Non augmentable	94.7	100.0	93.3	80.0	78.7	65.3	52.0
Nouvelle version (HTML)	Augmenté	100.0	98.7	98.7	96.0	80.0	72.0	45.3
Nouvelle version (HTML)	Non augmenté	94.7	100.0	89.3	81.3	74.7	58.7	34.7

Variable de contrôle

L'échelle d'intérêt, composée de 6 items, s'est avérée avoir une cohérence interne élevée ($\alpha=0.85$). Ceci signifie qu'elle mesure effectivement un construit unique, soit l'intérêt pour les mathématiques. Afin de s'assurer que les 4 groupes ayant été attribués à une des conditions expérimentales ne diffèrent pas quant à leur niveau d'intérêt en

mathématiques, la technique de l'analyse de variance (ANOVA) fut préconisée. Aucune différence significative entre les groupes pour leur niveau d'intérêt en mathématiques ne fut détectée ($F(3,71)=2.09$, $p=.11$). De plus, aucune corrélation significative entre le niveau d'intérêt ne fut relevée pour les deux variables dépendantes (nombre de validations et temps d'engagement dans la tâche).

Taux de succès

Deux tests-t ont été menés pour comparer les taux de succès aux différents problèmes. Le premier fut mené pour les problèmes homologues n'ayant pas reçu d'amélioration à la boucle de rétroaction entre les versions précédente et actuelle, et le second fut effectué entre les problèmes ayant reçu une modification dans la boucle. Le tableau 2 rapporte ces résultats. Aucune différence ne fut détectée entre les paires de problèmes homologues.

Tableau 2. Comparaison du taux de succès pour les problèmes ayant reçu ou non une augmentation de la boucle de rétroaction

	Ancienne version		Nouvelle version		t	p	d
	M	ET	M	ET			
Sans augmentation de la boucle de rétroaction	0.90	0.16	0.85	0.20	1.91	.06	-
Avec augmentation de la boucle de rétroaction	0.94	0.11	0.96	0.08	1.51	.14	-

Nombre de tentatives

Deux tests-t ont été menés pour comparer le nombre d'essais entre les versions ayant reçu une augmentation de la boucle de rétroaction, et pour ceux n'y ayant pas été exposés. Le tableau et la figure 3 rapportent les résultats pour ces deux comparaisons. Une différence significative fut détectée pour les problèmes n'ayant pas reçu d'augmentation de la boucle de rétroaction ($t(74)=2.13$; $p=.04$), pour une petite taille d'effet ($d=0.35$). Bien que cette différence ne fut pas significativement significative pour les problèmes ayant reçu une augmentation de la boucle de rétroaction ($t(74)=1.73$; $p=.09$), nous observons une tendance allant dans le même sens que la comparaison précédente.

Tableau 3. Comparaison du nombre de tentatives pour les problèmes ayant reçu ou non une augmentation de la boucle de rétroaction

	Ancienne version		Nouvelle version		t	p	d
	M	ET	M	ET			
Sans augmentation de la boucle de rétroaction	1.23	0.90	1.56	0.98	2.13	.04	0.35
Avec augmentation de la boucle de rétroaction	0.55	0.46	0.68	0.54	1.73	.09	-

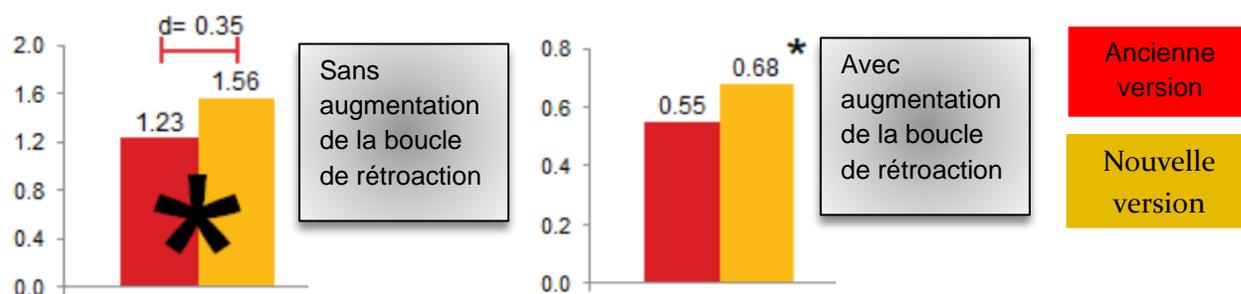


Figure 3. Comparaison du nombre de tentatives pour les problèmes ayant reçu ou non une augmentation de la boucle de rétroaction

Temps d'engagement dans la tâche

Deux tests-t ont été menés pour comparer le temps d'engagement dans la tâche entre les versions ayant reçu une augmentation de la boucle de rétroaction, et pour ceux n'y ayant pas été exposés. Le tableau et la figure 4 rapportent les résultats pour ces deux comparaisons. Alors que le temps d'engagement dans la tâche ne diffère pas pour les problèmes n'ayant pas reçu d'augmentation de la boucle de rétroaction ($t(74)=0.44$; $p=0.66$), une différence importante fut mesurée pour les problèmes ayant reçu l'augmentation ($t(74)=5.08$; $p<.001$; $d=0.78$). En moyenne, les élèves passaient plus de 30 secondes de plus à travailler sur les problèmes ayant reçu l'augmentation de la boucle de rétroaction ($M=93.40$, $ET=49.14$), en comparaison des problèmes non modifiés ($M=62.50$; $ET=27.25$).

Tableau 4. Comparaison du temps d'engagement pour les problèmes ayant reçu ou non une augmentation de la boucle de rétroaction

	Ancienne version		Nouvelle version		t	p	d
	M	ET	M	ET			
Sans augmentation de la boucle de rétroaction	62.69	38.35	65.23	32.31	0.44	.66	-
Avec augmentation de la boucle de rétroaction	62.50	27.25	93.4	49.14	5.08	.00	0.78

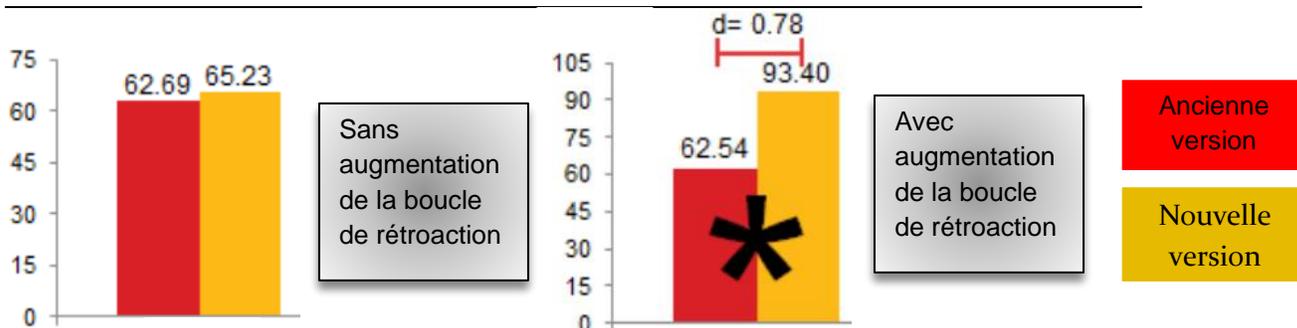


Figure 4. Comparaison du temps d'engagement pour les problèmes ayant reçu ou non une augmentation de la boucle de rétroaction

L'interprétation des résultats

L'objectif de ce projet de recherche était de déterminer si la nouvelle boucle de rétroaction favorisait la persistance dans la tâche chez l'élève. Le temps d'engagement dans la tâche corrobore l'hypothèse de départ, montrant que les problèmes offrant une rétroaction plus précise sur le comportement entraînent une meilleure persistance dans la tâche. En effet, pour un taux de succès identique, les problèmes ayant reçu une augmentation de la rétroaction ont généré en moyenne 30 secondes de temps d'engagement supplémentaire par rapport aux problèmes identiques initiaux. Cette différence n'a pas été constatée pour les problèmes ayant changé de version sans modification du système de rétroaction. Cette différence a par ailleurs une grande taille d'effet, c'est-à-dire que la nouvelle boucle de rétroaction influence grandement la persistance de l'élève dans la tâche. Il est à noter que ce résultat est en accord avec la littérature existante sur les systèmes de rétroaction liés aux environnements numériques d'apprentissage (Gresalfi et Barnes, 2016).

Quant au nombre de tentatives soumises avant le succès ou l'abandon, nous constatons qu'à taux de succès égal, les problèmes de la nouvelle version avaient tendance à générer davantage de tentatives, indépendamment de la présence ou de l'absence de l'augmentation du niveau de rétroaction. Pour le changement de version n'impliquant pas d'augmentation de la boucle de rétroaction, cette différence est significative, mais de faible taille. Pour la version comprenant l'augmentation du niveau de rétroaction, cet effet n'est que marginalement significatif, mais suit la tendance de la condition précédente. Bien que contraire à ce que semble indiquer la littérature, cet effet est de bien plus petite taille que celui du temps d'engagement. Cette différence contradictoire à l'hypothèse de départ pourrait être due à l'effet de nouveauté (Annetta et al., 2009). En effet, bien que le changement de version de Netmath portait tout particulièrement sur le niveau de rétroaction accordé à l'élève, certaines différences mineures ont également été intégrées (forme des boutons, couleur de l'écran de fond...). Les élèves participants étant tous habitués à l'univers de Netmath, ces petites différences ont rapidement été remarquées. Par ailleurs, l'excitation des élèves a été constatée par les chercheurs de façon informelle lors de l'ouverture de la nouvelle version de Netmath, et pourrait expliquer cette petite augmentation de la persistance indépendamment du nouveau système de rétroaction.

En conclusion, nous estimons que la nouvelle boucle de rétroaction de Netmath favorise effectivement la persistance des élèves dans la tâche. En effet, les élèves ont manifesté un plus grand temps d'engagement dans la tâche pour les problèmes ayant subi une augmentation du niveau de rétroaction.

L'interprétation:

- Le temps d'engagement dans la tâche corrobore que la nouvelle boucle de rétroaction favorise la persistance des élèves, et à un fort niveau.
- Le nombre d'essais va à l'encontre de l'hypothèse de départ. Cela est probablement dû à un effet de nouveauté lié à des mises à jour d'éléments mineurs.
- La nouvelle boucle de rétroaction favorise la persistance de l'élève dans Netmath.

Limites et suites potentielles

La présente recherche comporte certaines limites dont il faut tenir compte. Une première limite concerne l'impossibilité d'effectuer des comparaisons entre les problèmes ayant reçu une modification du niveau de rétroaction et ceux n'en ayant pas bénéficié. Cette impossibilité est liée au fait que ces problèmes n'étaient de prime abord pas de même nature. Par exemple, les jeux d'associations multiples pouvaient facilement intégrer la rétroaction pointant uniquement les éléments encore incompris, alors qu'une question factuelle simple ne comportait qu'une seule étape. La nouvelle rétroaction ayant déjà été appliquée à tous les problèmes pouvant en bénéficier, il n'était pas possible de choisir uniquement des problèmes similaires.

La recherche démontre que la rétroaction augmentée semble liée à une plus grande persistance de la part de l'élève. Toutefois, il serait d'autant plus intéressant de lier l'augmentation du niveau de la rétroaction à l'apprentissage. Cependant, la mesure directe de l'apprentissage n'était pas réalisable dans le cas d'une étude pilote, étant donné les ressources supplémentaires requises, notamment le nombre de visites en classe. Une prochaine itération de l'étude pourrait toutefois s'y intéresser.

Bien que le niveau de la boucle de rétroaction fût effectivement augmenté entre la version précédente et actuelle de Netmath, il aurait été possible de la bonifier davantage. Effectivement, une valeur ajoutée des environnements numériques d'apprentissage est leur capacité à tenir non seulement compte de la réponse de l'élève, mais à considérer les conceptions sous-jacentes dans la rétroaction à lui faire parvenir (Liu, 2016). Une conception inexacte peut provenir de multiples sources, et chacune de ces sources pourrait être traitée avec une rétroaction spécifique. Ce type de rétroaction spécifique aux conceptions de l'élève pourrait être considéré dans une future bonification du système de rétroaction de Netmath.

Finalement, il est à noter que toutes les données collectées l'ont été par l'entremise des serveurs de Netmath. Alors que ces données sont déjà disponibles, rares sont les compagnies qui utilisent ces outils pour le développement de leur produit (Moshontz, 2017). Bien que la présente étude ait eu lieu directement en classe, il serait possible d'effectuer différents tests de design à distance et en ligne en utilisant la même méthodologie, et ce auprès d'un grand nombre d'élèves. Ces tests pourraient facilement s'appliquer à toute modification visant l'augmentation de la persistance des élèves dans Netmath.

Références

- Alvarez, A. L., et Booth, A. E. (2014). Motivated by meaning: Testing the effect of knowledge-infused rewards on preschoolers' persistence. *Child development*, 85(2), 783-791.
- Dweck, C., et Molden, D. C. (2000). Self theories. *Handbook of competence and motivation*, 122-140.
- Dweck, C. S., et Sorich, L. (1999). Mastery-oriented thinking. *Coping*, 11, 232-251.
- Gresalfi, M. S., et Barnes, J. (2016). Designing feedback in an immersive videogame: supporting student mathematical engagement. *Educational Technology Research and Development*, 64(1), 65-86.
- Hall, A., et Miro, D. (2016). A Study of Student Engagement in Project-Based Learning Across Multiple Approaches to STEM Education Programs. *School Science and Mathematics*, 116(6), 310-319.
- Hattie, J., et Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of educational research*, 77(1), 81-112.
- Hautala, J., Baker, D. L., Keurulainen, A., Ronimus, M., Richardson, U., et Cole, R. (2018). Early science learning with a virtual tutor through multimedia explanations and feedback on spoken questions. *Educational Technology Research and Development*, 66(2), 403-428.
- Higgins, R., Hartley, P., et Skelton, A. (2002). The conscientious consumer: Reconsidering the role of assessment feedback in student learning. *Studies in higher education*, 27(1), 53-64.
- Liu, T. Y. (2016). Using educational games and simulation software in a computer science course: learning achievements and student flow experiences. *Interactive Learning Environments*, 24(4), 724-744.
- Moshontz, H. (2017). Persistence as Returning: An Integrative Review of Theory and Research on Continued Goal Pursuit.
- Preckel, F., Goetz, T., Pekrun, R., et Kleine, M. (2008). Gender differences in gifted and average-ability students: Comparing girls' and boys' achievement, self-concept, interest, and motivation in mathematics. *Gifted Child Quarterly*, 52(2), 146-159.
- Teubner-Rhodes, S., Vaden Jr, K. I., Dubno, J. R., et Eckert, M. A. (2017). Cognitive persistence: Development and validation of a novel measure from the Wisconsin Card Sorting Test. *Neuropsychologia*, 102, 95-108.
- Ventura, M., Shute, V., et Zhao, W. (2013). The relationship between video game use and a performance-based measure of persistence. *Computers et Education*, 60(1), 52-58.