

# Comment les enseignants peuvent-ils exploiter l'attitude positive des élèves face aux TIC pour favoriser un meilleur apprentissage des mathématiques ?

Note de recherche 12

Préparé par le Centre pour la Technologie dans l'apprentissage, SRI International 7 Décembre 2007

# Comment les enseignants peuvent-ils exploiter l'attitude positive des élèves face aux TIC pour favoriser un meilleur apprentissage des mathématiques ?

*Les élèves d'aujourd'hui apprécient la technologie. Mais aimer la technologie ne se traduit pas forcément par un meilleur apprentissage. Pour faire le lien, les enseignants peuvent davantage confier aux élèves la responsabilité de leur propre apprentissage et leur demander de relever des défis en leur donnant des problèmes mathématiques substantiels.*

## **Des outils puissants peuvent améliorer l'attitude des élèves**

La technologie en général et les calculatrices graphiques en particulier ont un fort potentiel pour améliorer la réaction affective des élèves face aux exercices d'apprentissage des mathématiques (Kaput, 1989). Une méta-analyse récente de 18 expériences réalisées en classe sur les comportements des élèves a révélé que les élèves utilisant des calculatrices pendant les cours affichaient une attitude nettement plus positive face aux mathématiques que ceux qui n'en utilisaient pas (Ellington, 2003). Les chercheurs ont mesuré l'impact de l'utilisation des calculatrices sur les comportements et concluent en faveur de leur recommandation dans les pratiques d'enseignement.

Néanmoins, des attitudes plus favorables ne se traduisent pas forcément par un apprentissage plus intense. Des enseignants astucieux tirent profit des attitudes positives pour développer les attentes de leurs élèves. Il existe bien sûr de nombreuses façons pour les enseignants de développer les attentes, mais toutes ne fonctionnent pas. Après avoir discuté de la relation entre l'attitude positive et la persistance en mathématiques, nous avons souligné deux approches basées sur la recherche, permettant de développer les attentes et d'améliorer l'apprentissage.

## **Une attitude positive entraîne la persistance en mathématiques**

Générer une attitude positive des élèves vis-à-vis des mathématiques représente un objectif important de l'enseignement de la discipline. Des recherches menées au cours des deux dernières décennies ont démontré qu'une attitude positive peut avoir un impact sur l'envie des élèves à poursuivre de plus longues études et à embrasser des carrières dans des secteurs liés aux mathématiques (Haladyna et al, 1983 ; Maple et Stage, 1991 ; Trusty, 2002). Par exemple, une étude récente ayant recours aux données de la troisième étude internationale sur les mathématiques et les sciences (TIMSS) menée au Canada, en Norvège et aux Etats-Unis a montré que les attitudes face aux mathématiques constituent le plus fort indicateur prévisionnel de la participation de l'élève aux cours de mathématiques avancées (Ercikan, et al, 2005).

Aborder la disposition de l'élève vis-à-vis des mathématiques, ce qui inclut la confiance, l'intérêt, la persévérance et la curiosité de l'élève pour l'apprentissage des mathématiques, est particulièrement important dans le secondaire. Des chercheurs ont observé que c'est au début du secondaire que le plaisir que prennent les élèves à apprendre les mathématiques tend à diminuer considérablement et que la différence entre les genres s'accroît, pour ce qui est de la confiance, les garçons prenant le pas sur les filles (Dossey et al, 1988 ; Strutchens et al., 2004 ; Seegers & Boekaerts, 1996).

Pour que les élèves persistent sur la voie des mathématiques avancées, les enseignants doivent développer l'attitude positive des élèves et non pas seulement leurs connaissances et compétences. Le développement d'une attitude positive crée un terrain favorable, dans lequel les enseignants sèment les graines d'un apprentissage plus approfondi des mathématiques et cultive l'autonomie des élèves en mathématiques avancées.

### **Davantage confier aux élèves la responsabilité de leur propre apprentissage**

En donnant aux élèves une calculatrice graphique, les enseignants leur confient également davantage la responsabilité de leur propre apprentissage. Les élèves peuvent examiner des représentations multiples de manière interactive et en étudier le sens et les relations. Ils peuvent travailler sur des explorations interactives, sur le recueil de données réelles et sur des investigations. En outre, ils peuvent évaluer leur travail et découvrir leurs erreurs par eux-mêmes.

Une importante théorie sur l'élève responsable de son apprentissage est appelée « l'auto-réglementation ». Les élèves capables d'auto-réglementation font preuve d'une plus grande capacité à contrôler leurs pensées, leurs sentiments et leurs actions en faveur de l'apprentissage (Zimmerman, 1998 ; 2000). Les élèves auto-réglementés pensent que l'apprentissage dépend de leur propres procédés émotionnels, cognitifs et réflexifs (et sont plus à même d'apprendre sans que l'enseignant ne soit à leurs côtés) (Zimmerman, 1998). Dans le cadre de la résolution d'un problème de mathématiques, les élèves auto-réglementés analysent soigneusement un problème donné, font leur choix dans un répertoire de stratégies et gèrent le processus de résolution du problème, ce qui leur permet de produire un retour interne, afin d'évaluer le succès de leurs efforts (Page & Smith, 2002). En outre, les élèves autodirigés savent gérer la frustration et rester concentrés sur un exercice en cas de difficulté (Corno, 1993). En résumé, les élèves auto-réglementés ont à la fois la « volonté » et les « compétences » pour apprendre (Pintrich & DeGroot, 1990) et leur comportement lors de la résolution d'un problème est semblable à celui des experts (Schoenfeld, 1989). Plus les élèves assument la responsabilité de leur propre apprentissage, plus ils pourront attribuer la réussite à leurs propres efforts, ce qui à son tour, pourra augmenter les niveaux d'efforts et de persévérance (Hagen & Weinstein, 1995 ; Pintrich, 1994).

Des preuves issues de recherches menées en classe montrent que l'auto-réglementation peut être enseignée de manière explicite et que les élèves en profitent (De Corte et al., 2000 ; Pape, Bell, & Yetkin, 2003). Par exemple, une expérience menée en classe, en Israël a étudié les effets de l'apprentissage auto-réglementé associé à l'utilisation de logiciels de calcul formel disponibles sur certaines calculatrices graphiques (Kramarski & Hirsch, 2003). De manière aléatoire, les élèves étaient affectés dans le groupe des Logiciels de calcul formel seuls ou dans le groupe des Logiciels de calcul formel associés à l'apprentissage auto-réglementé. Le groupe des logiciels de calcul formel associés à l'apprentissage auto-réglementé a reçu une formation explicite sur la manière de se poser des questions (ex : questions pour appréhender un problème, pour développer des liens entre ce que l'on sait et ce que l'on ignore, pour évaluer des stratégies et réfléchir au processus ou à la solution). Si le nombre d'élèves participant à l'étude était réduit (43 élèves), l'étude a cependant démontré la réelle efficacité de l'association entre logiciels de calcul formel et apprentissage auto-réglementé : les élèves ayant recours aux logiciels de calcul formel et à l'apprentissage auto-réglementé ont obtenu de bien meilleurs résultats que les élèves qui n'utilisaient les logiciels de calcul formel que pour une activité algébrique. En outre, les élèves ayant recours aux logiciels de calcul formel et à l'apprentissage auto-réglementé ont pu faire appel plus efficacement à leurs compétences d'auto-réglementation pour résoudre un problème nouveau que les élèves qui n'utilisaient que les logiciels de calcul formel.

## **Inciter les élèves à relever des défis en leur posant des problèmes, des dilemmes et des questions difficiles**

Lorsque les élèves sont très motivés (comme c'est le cas lorsqu'ils ont recours à la technologie en mathématiques), ils sont plus susceptibles de vouloir relever des défis plus difficiles en mathématiques. L'apprentissage basé sur le problème constitue une stratégie d'enseignement qui organise l'apprentissage autour d'une question clé et donne aux élèves la possibilité de concevoir des activités relatives à la résolution de problèmes, à la prise de décisions et aux investigations, ce qui donne souvent des produits ou des présentations (Thomas, 2000). Les chercheurs ont identifié des facteurs clés qui favorisent la réussite de l'apprentissage basé sur le problème (Erickson, 1999 ; Roh, 2003 ; Thomas, 2000). Une approche de l'apprentissage basé sur le problème a spécifiquement proposé que l'enseignement des mathématiques « rende les mathématiques problématiques » — en commençant l'enseignement par des problèmes, des dilemmes ou des questions pour lesquels il n'existe aucune routine ou procédure bien connue, exigeant donc que les élèves explorent les problèmes, génèrent des conjectures, recherchent des solutions et résolvent les incongruités grâce à la réflexion mathématique et au raisonnement (Hiebert et al., 1996).

D'importantes preuves viennent d'une étude dans le temps utilisant les résultats des tests antérieurs et postérieurs de quelques 300 élèves britanniques (âgés de 11 à 13 ans) de deux établissements très comparables (Boaler, 1998, 1999). L'étude a examiné l'apprentissage des élèves soumis à deux approches opposées dans deux écoles — une école centrait son apprentissage sur le problème et se concentrait sur l'utilisation des connaissances et des compétences mathématiques alors que l'autre école suivait un enseignement traditionnel centré sur les manuels, assorti d'une série d'exercices brefs et fermés. Les résultats de l'étude ont montré que les élèves ayant suivi l'apprentissage centré sur le problème ont obtenu de bien meilleurs résultats que les élèves de l'école traditionnelle lors de l'examen national, particulièrement aux questions conceptuelles. L'étude a également révélé que les élèves suivant l'apprentissage basé sur le problème développaient des connaissances plus flexibles qui leur permettaient de résoudre avec succès de nouveaux exercices. En outre, la majeure partie des élèves interrogés, ayant suivi l'apprentissage basé sur le problème n'a constaté aucune frontière entre les mathématiques scolaires et les mathématiques appliquées, alors qu'aucun des élèves ayant reçu un enseignement traditionnel n'a réagi ainsi. En outre, les recherches ont démontré que diverses populations d'élèves – les filles, les élèves ayant l'anglais comme deuxième langue et les élèves rencontrant des difficultés scolaires— profitent de l'apprentissage basé sur le problème et atteignent en moyenne de meilleurs résultats que dans les classes de mathématiques traditionnelles (Boaler 1998 ; Mevarech & Kramarski, 1997 ; NCES 1996).

## Références :

- Boaler, J. (1998). Open and closed mathematics approaches: student experiences and understandings. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29, 41–62.
- Boaler, J. (1999). Participation, Knowledge and Beliefs: A Community Perspective on Mathematics learning. *Educational Studies in Mathematics*, 40, 259–281.
- Corno, L. (1993). The best-laid plans: Modern conceptions of volition and educational research. *Educational Researcher*, 22(2), 14–22.
- De Corte, E., Verschaffel, L. and Op't Eynde, P., 2000. Self-regulation: a characteristic and a goal of mathematics education. In: Boekaerts, M., Pintrich, P.R. and Zeidner, M., Editors, 2000. Handbook of self-regulation, Academic Press, San Diego, CA, pp. 687–726.
- Dossey, J. A., Mullis, I. V. S., Lindquist, M. M., & Chambers, D. L. (1988). *The mathematics report card. Are we measuring up? Trends and achievement based on the 1986 national assessment*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Ellington, A. J. (2003). A meta-analysis of the effects of calculators on students' achievement and attitude levels in precollege mathematics classes. *Journal for Research in Mathematics Education*. 34(5), 433–463.
- Ercikan, K., McCreith, T., & Lapointe, V. (2005). Factors associated with mathematics achievement and participation in advanced mathematics courses: An examination of gender differences from an international perspective. *School Science and Mathematics*, 105(1), 5–14.
- Erickson, D. K. (1999). A problem-based approach to mathematics instruction. *Mathematics Teacher*, 92(6), 516–21.
- Hagen, S. and Weinstein, C. E. (1995). Achievement goals, self-regulated learning, and the role of classroom context. In: P. R. Pintrich, *Editor, New directions for teaching and learning* (pp. 43–55). San Francisco: Jossey-Bass.
- Haladyna, T., Shaughnessy, J., and Shaughnessy, J. M. (1983). A causal analysis of attitude toward mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 14(1), 19–29.
- Hiebert, J., Carpenter, T.P., Fennema, E., Fuson, K., Human, P., Murray, H., Olivier, A., & Wearne, D. (1996). Problem solving as a basis for reform in curriculum and instruction.: The case of mathematics. *Educational Researcher* 25(4), 12–18.
- Kaput, JJ (1989). Information technologies and affect in mathematical experiences. In DB McLeod & VM Adams (Eds.), *Affect and Mathematical Problem Solving* (pp. 89–103). New York: Springer-Verlag.
- Kramarski, C. Hirsch (2003) Using computer algebra systems in mathematical classrooms. *Journal of Computer Assisted Learning* 19(1), 35–45.
- Maple, S. A., and Stage, F. K. (1991). Influences on the choice of math/science major by gender and ethnicity. *American Educational Research Journal*, 28(1), 37–60.
- Mevarech, Z. R., & Kramarsky., B. (1997). From verbal descriptions to graphic representations: stability and change in students' alternative conceptions. *Educational Studies in Mathematics*, 32(3), 229–262.
- National Center for Education Statistics. (1996). *Pursuing Excellence: A Study of U.S. Eighth-Grade Mathematics and Science Teaching, Learning, Curriculum, and Achievement in International Context* (NCES 97–198). Washington D.C.: NCES.
- Page, S. and Smith, C. (2002). Self-regulating mathematics skills. *Theory Into Practice*, 41(2), 93–101.
- Pape, S., C. Bell, et al. (2003). "Developing Mathematical Thinking and Self-regulated Learning: A teaching experiment in a seventh grade mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics* 53, 179–202.
- Pintrich, P.R. (1994). Student motivation in the college classroom. In K.W. Prichard & R. McLaren Sawyer (Eds.), *Handbook of college teaching: Theory and applications* (pp. 23–44). Westport, CT: Greenwood.
- Pintrich, P. R., & DeGroot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 33–40.
- Roh, K. H. (2003). Problem-based learning in Mathematics. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 472 725). Available at: <http://www.ericdigests.org/2004-3/math.html>.
- Seegers, G., & Boekaerts, M. (1996). Gender-related differences in self-referenced cognitions in relation to mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27, 215–240.
- Schoenfeld, A.H. (1989). Teaching mathematical thinking and problem solving. In L.B. Resnick & L.E. Klopfer (Eds.), *Toward the thinking curriculum: Current cognitive research* (pp. 83–103). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Strutchens, M. E., Lubienski, S. T., McGraw, R., and Westbrook, S. K. (2004). NAEP findings regarding race and ethnicity: Students' performance, school experiences, attitudes and beliefs, and family influences. In P. Kloosterman and F. K. Lester, Jr. (Eds.), *Results and interpretations of the 1990 through 2000 mathematics assessments of the National Assessment of Educational Progress* (pp. 269–304). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. San Rafael, CA: Autodesk.
- Trusty, J. (2002). Effects of high school course-taking and other variables on choices of science and mathematics college majors. *Journal of Counseling and Development*, 80(4), 464–474.
- Zimmerman, B. J. (1998). Developing self-fulfilling cycles of academic regulation: An analysis of exemplary instructional models. In D. H. Schunk & B. J. Zimmerman (Eds.), *Self-regulated learning: From teaching to self-reflective practice* (pp. 1–19). New York: Guilford Press.
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 13–39). San Diego: Academic Press.