

## Questions principales

- Comment planifier une leçon en mathématiques pour rendre pertinente la communication chez les élèves, optimisant ainsi l'apprentissage en salle de classe?
- Comment gérer la leçon de façon que les élèves communiquent de façon efficace?
- Comment évaluer la communication?

## Selon la recherche

- À l'ère numérique, nous sommes passés d'une société de production à une société d'information : dans ce contexte, la communication a été identifiée comme l'une des principales compétences à développer chez les élèves.
- Néanmoins, la prise en compte de la communication en salle de classe de mathématiques se heurte encore à plusieurs difficultés. Cela relève entre autres du fait que la plupart (sinon tous) des enseignantes et des enseignants des écoles d'aujourd'hui appartiennent à une longue série de générations où l'enseignement des mathématiques a été conçu d'après le modèle de l'élève qui apprenait en solitaire, qui travaillait dans le plus grand silence, pratiquement isolé de ses pairs.
- Malgré les changements récents en éducation, subsumés dans les transformations sociales mentionnées, et l'arrivée des nouvelles technologies, la recherche de situations idéales pour favoriser le développement de la communication continue à poser des problèmes aux enseignantes et aux enseignants.

## AUTEURS de la recherche

**Luis Radford** est professeur titulaire à l'École des sciences de l'éducation de l'Université Laurentienne de Sudbury, Ontario. Subventionnée depuis 1998 par le Conseil de recherches en sciences humaines du Canada (CRSH/SSHRC), sa recherche porte sur le développement de la pensée mathématique des élèves et sur le rapport entre pensée et culture. En 2005, il a reçu le prix d'excellence en recherche de l'Université Laurentienne. Actuellement, il est éditeur associé des revues internationales *Educational Studies in Mathematics* et *Mathesis*.

**Serge Demers** est professeur associé à l'École des sciences de l'éducation de l'Université Laurentienne de Sudbury, Ontario. Il a été directeur de l'École de 2005 à 2008 et encore depuis 2010. Ses domaines de recherche incluent l'analyse statistique ainsi que l'enseignement des mathématiques et des sciences à l'élémentaire et au secondaire.

## Communication et apprentissage - Repères conceptuels et pratiques pour la salle de classe de mathématiques

### DE LA THÉORIE...

Cette recherche vise :

- à dépister les éléments conceptuels et pratiques nécessaires pour encourager et soutenir la communication en salle de classe de mathématiques;
- à déterminer une série d'objectifs à partir du cycle préparatoire jusqu'à la 12<sup>e</sup> année ainsi qu'une liste de stratégies d'enseignement qui visent à favoriser la communication en salle de classe;
- à concevoir un outil concret permettant d'évaluer chez l'élève la maîtrise de la compétence « Communication ».

### Structure méthodologique de la recherche

Le livre *Communication et apprentissage – Repères conceptuels et pratiques pour la salle de classe de mathématiques* (2004), produit d'une initiative du ministère de l'Éducation de l'Ontario qui s'inscrit dans le cadre de la Stratégie visant la réussite des élèves, est aussi le produit d'une recherche-action menée avec des enseignantes et des enseignants de cinq classes couvrant tous les cycles d'études. Avec les auteurs, les enseignantes et les enseignants ont réfléchi aux objectifs relatifs à la compétence « Communication » selon le cycle d'enseignement, aux façons de choisir l'activité mathématique ainsi qu'aux stratégies de gestion de classe qui favorisent le mieux les situations d'argumentation, de preuve et de discussion entre les élèves.

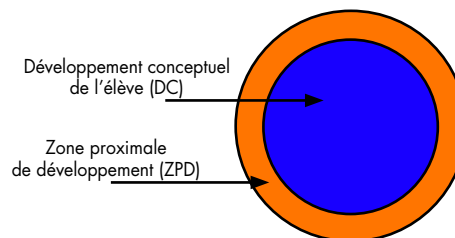
### Résultats de la recherche

En s'inspirant des théories contemporaines en éducation, les auteurs de la recherche expliquent le rôle important de la communication dans l'apprentissage.

### Quel est le lien entre la communication et l'apprentissage?

Les théories contemporaines en éducation mathématique convergent sur le point que « la communication est une forme d'apprentissage ». Alors que certaines approches socioconstructivistes et interactionnistes conçoivent l'apprentissage comme une négociation conceptuelle à laquelle participent élèves et personnel enseignant, les approches inspirées des travaux de Lev Vygotski (Vergnaud, 2000) conçoivent l'apprentissage comme le résultat d'une interaction qui se déploie à l'intérieur d'un projet socioculturel commun. Ces approches mettent l'accent sur la langue et les valeurs culturelles que celle-ci véhicule. À la place de négociation conceptuelle, on parle alors d'« action conjointe », action qui célèbre la diversité, la voix et les idées des autres.

Selon la théorie vygotkienne, l'élève apprend des autres qui l'entourent. De lui-même, l'élève ne peut résoudre qu'un certain nombre de problèmes : c'est ce que l'on appelle la **zone de développement conceptuel (DC)**. On peut, grâce aux interactions, le faire cheminer vers des situations plus complexes qu'elle ou il pourra résoudre avec l'aide de ses pairs, de l'enseignante ou de l'enseignant, ou d'une experte ou d'un expert : c'est la **zone proximale de développement (ZPD)**. Au-delà de cette zone, il est impossible pour l'élève, au moment de son développement actuel, d'acquérir quoi que ce soit – avec ou sans aide.



La collaboration a lieu à l'intérieur d'une activité structurée, souvent décomposée en étapes. L'activité est caractérisée par un but global (en l'occurrence, le contenu d'apprentissage) qui est atteint au moyen d'outils culturels (p. ex., symboles, objets) qui *médient* l'activité (c'est-à-dire qu'ils servent de support et permettent de mener à terme l'activité elle-même).

Comment donc créer des conditions que devraient remplir les stratégies d'enseignement afin d'amener les élèves à s'engager dans l'activité discursive et à produire des arguments mathématiques appropriés?



## La méthodologie de l'évaluation

Au lieu de se limiter à observer un ou une élève ou un groupe d'élèves, on peut également intervenir dans la discussion du groupe en vue d'obtenir des renseignements supplémentaires sur la maîtrise des critères visés.

Un des éléments auxquels on s'intéresse est celui de savoir jusqu'à quel point un élève donne suite aux arguments des autres. Dans ce contexte, l'enseignante ou l'enseignant peut demander à l'élève évalué/e de réagir à une idée qui vient d'être exprimée. Il ou elle peut poser une question comme : « Penses-tu que ce que Chantal a dit est vrai? Explique-nous. ». Si c'est le groupe qui est évalué, la question serait formulée comme suit : « Pensez-vous que ce que Chantal a dit est vrai? ».

Que l'enseignante ou l'enseignant soit observatrice ou observateur ou qu'elle ou il intervienne dans la discussion, il est essentiel que l'élève ou le groupe d'élèves qu'elle ou il évalue soit prévenu. On doit indiquer les critères qui seront visés et ce que l'on attend de lui quant à la performance. Une fois réalisée l'évaluation selon les quatre critères, le profil général d'un ou d'une élève pourrait être présenté comme suit :

Nom de l'élève : <b>Steven</b>	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
Syntaxe et symboles				
Organisation de la présentation				
Engagement au dialogue/ Considération des arguments et des propos des autres				

### Profil de rendement de Steven :

À la lumière de ce tableau, on pourrait attribuer à Steven un **niveau 3**.

(pour en connaître davantage et pour comprendre l'utilité d'un tel outil, voir les pages 124 à 135 dans *Communication et apprentissage – Repères conceptuels et pratiques pour la salle de classe de mathématiques* (2004))

## Recommandations

Pour faciliter la mise en place et la gestion de la communication au sein d'un groupe, les chapitres 4 à 8 du livre cité ci-dessus ciblent un cycle en particulier. À noter que les objectifs proposés doivent être pris à titre indicatif seulement. Ils doivent être adaptés aux particularités des élèves, de l'enseignante ou de l'enseignant. Le développement de l'enfant est en effet beaucoup plus malléable par le contexte, son expérience personnelle, culturelle et sociale, que le supposaient les courants biologiques en éducation (p. ex., énoncés de Piaget) : il faut donc tenir compte de l'histoire de la classe.

### Cycle préparatoire : la syntaxe d'un tableau (pages 38 à 43)

#### Objectifs clés

L'élève doit apprendre :

- quelques conventions mathématiques;
- à tenir des propos mathématiques;
- à écouter les autres élèves.

#### Stratégies d'enseignement

##### Concevoir la dynamique de la communication

1. Travail en petits groupes.
2. Échange entre petits groupes avec interventions de la part de l'enseignante ou de l'enseignant au cours de l'activité pour assurer la participation de tous et de toutes.

**Former les groupes de façon judicieuse** : deux ou trois élèves par groupe.

**Soutenir la communication à l'intérieur du groupe** : encourager les élèves à demander aux autres élèves d'expliquer leurs propos. Les enfants apprennent ainsi à devenir critiques de façon constructive, à soutenir leurs propos, à solliciter des explications, pour ne donner que quelques exemples.

### Cycle primaire : la suite numérique et non numérique (pages 51 à 60)

#### Objectifs clés

L'élève poursuit les objectifs du cycle préparatoire et commence :

- à élaborer des arguments mathématiques;
- à comprendre ce qu'est un argument exact, clair et suffisant.

#### Stratégies d'enseignement

En termes généraux, la stratégie peut se résumer ainsi :

1. introduction (mise en situation) de la tâche mathématique par l'enseignante ou l'enseignant;
2. travail en petits groupes menant à la production écrite d'une ou de plusieurs explications raisonnées de solutions trouvées;
3. échange des productions écrites avec un ou plusieurs groupes;
4. évaluation critique des arguments mathématiques des autres groupes;
5. rencontre avec un ou plusieurs groupes pour discuter oralement des textes écrits;
6. discussion générale.

### Cycle moyen : les fractions équivalentes (pages 70 à 78)

#### Objectifs clés

L'élève doit :

- utiliser les conventions mathématiques correspondantes au cycle moyen;
- écouter les propos mathématiques de ses pairs;
- interpréter les arguments mathématiques de ses pairs;
- évaluer de façon critique les arguments des autres;
- exprimer des arguments mathématiques appropriés à la situation mathématique en question;
- présenter des justifications mathématiques des arguments qu'elle ou il avance;
- améliorer sa connaissance de ce qu'est un argument exact, clair et suffisant;
- organiser avec logique et efficacité la présentation du résultat d'une activité mathématique.

#### Stratégies d'enseignement

1. Prévoir le jumelage de groupes pour assurer une discussion adéquate.
2. Former judicieusement les groupes pour permettre une communication ouverte, l'écoute des autres, l'engagement au dialogue, la discussion en l'absence de supervision.
3. Assigner un rôle distinct à chacun des élèves pour la rencontre de groupes.
4. Faire raisonner et argumenter les élèves, puisque l'engagement au dialogue, l'élaboration d'arguments des autres sont importants pour l'enrichissement de la conceptualisation chez les élèves.

### Cycle intermédiaire : les limites de la perception (pages 84 à 96)

#### Objectifs clés

L'élève doit, en continuité avec les objectifs du cycle moyen, à la fin du cycle intermédiaire :

- utiliser les conventions mathématiques correspondantes au cycle intermédiaire;
- écouter les propos mathématiques de ses pairs;
- interpréter et évaluer de façon critique les arguments mathématiques de ses pairs;
- exprimer des arguments mathématiques appropriés à la situation mathématique en question;
- présenter les justifications mathématiques des arguments qu'elle ou il avance;
- améliorer sa connaissance de ce qu'est un argument exact, clair et suffisant;
- organiser avec logique et efficacité la présentation du résultat d'une activité mathématique.

#### Stratégies d'enseignement

La stratégie modifiée de celle du cycle moyen peut se résumer ainsi :

1. introduction (mise en situation et rappel de la terminologie) de l'activité mathématique par l'enseignante ou l'enseignant;
2. travail en petits groupes menant à la production écrite d'une ou de plusieurs explications raisonnées de solutions trouvées;
3. rencontre avec un ou plusieurs groupes pour discuter oralement des textes écrits et en faire une comparaison critique;
4. retour en petits groupes pour améliorer les résultats obtenus après la discussion de l'étape mentionnée au n° 3;
5. suite du travail en petit groupes pour poursuivre une tâche de généralisation des résultats obtenus au n° 4;
6. discussion générale.

**Objectifs clés**

L'élève doit, en continuité avec les objectifs du cycle intermédiaire, à la fin du cycle supérieur :

- utiliser les conventions mathématiques qui correspondent au cycle supérieur;
- écouter les propos mathématiques de ses pairs;
- interpréter les arguments mathématiques de ses pairs;
- évaluer de façon critique les arguments des autres;
- exprimer des arguments mathématiques appropriés à la situation mathématique en question en utilisant des concepts et des représentations symboliques convenables;
- présenter des justifications mathématiques aux arguments qu'elle ou il avance en utilisant, au besoin, la collecte des données et la technologie;
- améliorer la connaissance de ce qu'est un argument exact, clair et suffisant;
- organiser avec logique et efficacité la présentation du résultat d'une activité mathématique.

**Stratégies d'enseignement**

1. Présentation par l'enseignante ou l'enseignant de l'activité mathématique à faire.
2. En petits groupes, travail ayant pour but la discussion et l'obtention de résultats qui doivent être soigneusement justifiés à l'aide d'arguments mathématiques convaincants.
3. Échange entre les groupes des résultats obtenus et des justifications fournies. Étude des solutions et des arguments fournis par les autres groupes.
4. Rencontre entre les groupes qui ont échangé leurs solutions en vue de discuter des points forts et des points à améliorer dans leurs solutions et leurs arguments.
5. Retour au travail en petits groupes pour reformuler les solutions et les arguments mathématiques de façon plus raffinée, en tenant compte de la discussion avec les autres groupes.
6. Discussion des résultats obtenus sous la supervision de l'enseignante ou de l'enseignant.

**Choix de l'activité mathématique**

Même si la mise en place d'une modalité de travail en groupe peut sembler prendre trop de temps, une activité mathématique adéquate accompagnée d'un choix pertinent de travail en groupes peut faire appel à plusieurs compétences tout en répondant à des attentes et à des contenus d'apprentissage variés.

**Références**

BARTOLINI BUSSI, M. (1998). "Verbal interaction in the mathematics classroom: a vygotskian analysis", in H. STEINBRING, M. BARTOLINI BUSSI and A. SIERPINSK (Eds.), *Language and Communication in the Mathematics Classroom*, Reston, Virginia, The National Council of Teachers of Mathematics, p. 65-84.

BKOUICHE, R. (2000). « Quelques remarques autour des cas d'égalité de triangles ». *Bulletin de l'Association des professeurs de mathématiques de l'enseignement public*, APMEP (France), n° 430, p. 613-629.

COBB, P. (2002). "Reasoning with tools and inscriptions", *The Journal of the Learning Sciences*, 11(2-3), p. 187-215.

COTTON, T., L. COX, A. GAMMON, R. GOLDSTEIN, F. MONAGHAN, C. MORGAN, T. ROBIN, A. WATSON, H. WRIGHT and W. WILLSON (1997), "Communicating Mathematics", *Mathematics Teaching*, 159, June, p. 38-41.

DOUEK, N. (1999). "Argumentation and conceptualization in context: a case study in sunshadows in primary school", *Educational Studies in Mathematics*, 39, p. 89-110.

GROOTENBOER, P. (2002). "Kids talking about their learning in mathematics", *APMC*, 7(4), p. 16-21.

LABORDE, C. (2003). « Géométrie – Période 2000 et après », *L'Enseignement mathématique*, Monographie n° 39, p. 133-154.

MUTH, D. (1997). "Using cooperative learning to improve reading and writing in Mathematical problem solving", *Reading & Writing Quarterly*, 13(1), January-March, p. 71-83.

PINSONNAULT, D. (2002). « Approche par compétences et culture disciplinaire dans le domaine des sciences, des mathématiques et de la technologie », *Vie pédagogique*, n° 123, mai, p. 34-37.

PRATT, N. (2002). "Mathematics as thinking", *Mathematics Teaching*, 181, December, p. 34-37.

RADFORD, L. (2011). "Classroom interaction: Why is it good, really?", *Educational Studies in Mathematics*, 76, p. 101-115.

RADFORD, L., and W.-M. ROTH, (2010). *Intercorporeality and ethical commitment: an activity perspective on classroom interaction. Educational Studies in Mathematics*, Online First, Doi 10.1007/s10649-10010-19282-10641.

RALSTON, A., and S. WILLOUGHBY (1997). "Realistic problem formulation in problem solving", *The Mathematics Teacher*, 90(6), September, p. 430-433.

REID, D. (2002). "Conjectures and refutations in grade 5 mathematics", *Journal for Research in Mathematics Education*, 33(1), p. 5-29.

REID, D. (2002). "Describing young children's deductive reasoning", in A. COCKBURN and E. NARDI (Eds.), *Proceedings of the 26th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME)*, University of East Anglia, UK, vol. 4, p. 105-112.

ROUCHE, N. (2000). « Comment repenser l'enseignement de la géométrie », *Bulletin de l'Association des professeurs de mathématiques de l'enseignement public*, APMEP (France), n° 430, p. 600-612.

SCALLON, G. (2004). *L'évaluation des apprentissages dans une approche par compétences*, Saint-Laurent, Québec, Éditions du renouveau pédagogique.

SFARD, A., P. NESHER, L. STREEFLAND, P. COBB and J. MASON (1998). "Learning Mathematics through conversation: is it as good as they say?", *For the Learning of Mathematics*, February, p. 41-51.

VERGNAUD, G. (2000). *Lev Vygotski, pédagogue et penseur de notre temps*, Paris, Hachette.

VERGNAUD, G. (2001). « Forme opératoire et forme prédicative de la connaissance », dans J. Portugais (dir.), *Actes du colloque GDM*, Université de Montréal.

VOIGT, J. (1998). "The culture of the mathematics classroom: Negotiating the mathematical meaning of empirical phenomena", in F. SEEGER, J. VOIGT and U. WASCHESCI (Eds.), *The Culture of the Mathematics Classroom*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 191-220.

ZACK, V. (2002). "Learning from learners: Robust counterarguments in fifth graders' talk about reasoning and proving", in A. COCKBURN and E. NARDI (Eds.), *Proceedings of the 26th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME)*, University of East Anglia, UK, vol. 4, p. 434-441.

ZACK, V., and B. GRAVES (2001). "Making Mathematical meaning through dialogue: "Once you think of it, the Z minus three seems pretty weird", *Educational Studies in Mathematics*, 46, p. 229-271.

**...À LA PRATIQUE**

Plusieurs des chapitres qui constituent le livre citent des échanges entre élèves. Ces extraits montrent la façon dont la communication peut favoriser l'apprentissage.

Le document peut être téléchargé à partir du site : [www.edu.gov.on.ca/fre/teachers/studentsuccess/abstraction.pdf](http://www.edu.gov.on.ca/fre/teachers/studentsuccess/abstraction.pdf)

**Liens à propos d'initiatives ministérielles**

- *La numération en tête – 7<sup>e</sup> à 12<sup>e</sup> année* est un document qui propose des stratégies d'enseignement et d'évaluation qui profiteront à tous les élèves, surtout aux élèves moins performants et performants, pour qui ces stratégies sont une nécessité.
- Le *Guide d'enseignement efficace des mathématiques, de la maternelle à la 6<sup>e</sup> année* propose des stratégies précises pour l'élaboration d'un programme de mathématiques efficace et la création d'une communauté d'apprenantes et d'apprenants chez qui le raisonnement mathématique est développé et valorisé.