Chapitre 3

Mise en place et gestion de la communication

Plan du chapitre

1. Quelques objectifs clés de la communication

À la fin du chapitre précédent, nous avons abouti à la question du choix 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. Pour répondre à cette question, la première étape consiste à identifier quelques objectifs clés de la communication. La liste d'objectifs ci-dessous n'est pas exhaustive. Elle contient des objectifs qui font appel à un ou à plusieurs critères mentionnés au chapitre 2. Les différents éléments de la liste peuvent servir à cerner ce qu'on attend des élèves en matière de communication; ils peuvent servir également de point de départ à la conception d'activités que l'enseignante ou l'enseignant proposera en salle de classe.

1. utiliser les concepts, la terminologie, les symboles et les conventions mathématiques qui correspondent au cycle d'études;
2. écouter les propos mathématiques de ses pairs;
3. interpréter les arguments mathématiques de ses pairs;
4. évaluer de façon critique les arguments des autres;
5. réfuter un argument inexact;
6. exprimer des arguments mathématiques appropriés à une situation mathématique donnée en utilisant les concepts et les symboles mathématiques correspondants;
7. présenter des justifications mathématiques aux arguments avancés en utilisant différents systèmes de signes (formules, graphiques, diagrammes, tableaux) et objets ou artefacts (calculatrices, ordinateurs, trousses de solides géométriques, balances à deux plateaux), au besoin;
8. faire la distinction entre un argument exact, un argument clair et un argument suffisant;
9. organiser avec logique et efficacité la présentation du résultat d'une activité mathématique.

L'objectif 1 relève du critère « Syntaxe et symbole ». Les objectifs 2, 3, 4 et 5 relèvent du critère « Considération des arguments et des propos des autres ». Les objectifs 6, 7 et 8 relèvent du critère « Engagement au dialogue ». L'objectif 9 appartient au critère « Organisation de la présentation ». Selon le contexte de l'activité, les objectifs 1, 6, 7 et 8 peuvent aussi être inclus dans le critère « Organisation de la présentation ».

Naturellement, certains des objectifs de la liste précédente sont impossibles à atteindre aux cycles préparatoire ou primaire. Aussi, dans les chapitres qui suivent, trouvera-t-on les objectifs (adaptés, au besoin) qui, d'après nous, pourraient être ciblés selon le cycle d'études. Par exemple, le chapitre 4 contient, entre autres, une liste d'objectifs pour le cycle préparatoire; le chapitre 5 contient une liste d'objectifs pour le cycle primaire, etc.

Comment peut-on utiliser les objectifs précédents de façon concrète en salle de classe? La section qui suit apporte une réponse à cette question importante.

2. L'organisation du travail en salle de classe

Dans notre quête sur les conditions idéales pour amener les élèves à maîtriser les différents critères de la compétence Communication, l'étape ci-après consiste à choisir :

– la stratégie d'enseignement et

– l'activité de salle de classe.

L'activité en salle de classe (parfois appelée « tâche ») se rapporte au contenu mathématique visé; elle correspond à ce qu'on demandera aux élèves de faire.

La stratégie d'enseignement correspond à la manière dont les différentes étapes de l'activité seront accomplies. Indépendamment du choix, la stratégie d'enseignement devra permettre un échange d'idées et de points de vue entre les élèves et un examen critique de leurs arguments et des arguments des autres.

Les principes qui guident les choix de l'activité et de la stratégie d'enseignement dépendront du cycle d'études. Les chapitres 4 à 8 seront consacrés à un cycle en particulier; on y trouvera des exemples de stratégies d'enseignement et d'activités, illustrés par des données tirées d'une salle de classe correspondant au cycle en question. Contentons-nous ici de dégager les grandes lignes des stratégies d'enseignement et des activités à donner aux élèves.

Les stratégies d'enseignement

Les stratégies d'enseignement doivent répondre aux objectifs de communication visés. Elles doivent également prendre en compte le niveau de socialisation et de développement cognitif de l'élève.

Au cycle préparatoire, des discussions en groupe, dirigées par l'enseignante ou l'enseignant, et de courtes périodes de travail en petits groupes sur des activités simples peuvent être utilisées. Au cycle primaire, les occasions d'un travail conjoint et d'interaction s'amplifient. La maîtrise plus avancée de la langue parlée et écrite, d'une part, et la socialisation atteinte par l'élève, d'autre part, permettent, en effet, à l'élève du cycle primaire d'envisager des échanges plus soutenus avec ses pairs.

Voici une liste de stratégies qui favorisent l'atteinte des objectifs de la communication :

Stratégie 1

Travail en petits groupes en vue de résoudre certains problèmes mathématiques donnés par l'enseignante ou l'enseignant.

Stratégie 2

Travail en petits groupes, comme nous l'avons indiqué dans la stratégie 1, suivi d'une discussion dirigée par l'enseignante ou l'enseignant entre tous les groupes de la classe afin de discuter des solutions trouvées et de les comparer.

Stratégie 3

Travail en petits groupes pour que les élèves formulent des hypothèses, les testent et les évaluent. Les résultats des élèves sont présentés sous forme de rapport écrit.

Les deux premières stratégies sont bien connues. La stratégie 2 a été au cœur des travaux sur l'argumentation, le raisonnement déductif et la démonstration, travaux menés depuis les années 1980 par plusieurs écoles françaises de didactique des mathématiques[14].

La stratégie 3 est intéressante si le travail présenté est l'aboutissement d'un travail de groupe dans lequel les élèves ont été amenés à formuler des hypothèses, à en discuter et à les vérifier ainsi qu'à se mettre d'accord sur les arguments et les moyens les plus pertinents pour convaincre leur auditoire. La stratégie est intéressante pourvu que la présentation du travail accompli donne effectivement lieu à un échange avec toute la classe. Pour ce faire, les autres groupes devront avoir l'occasion de réagir aux résultats et aux arguments contenus dans le rapport soumis par le groupe en question. Sous ces conditions, la stratégie prend une valeur indéniable du point de vue de la communication.

Mentionnons enfin une autre stratégie qui est celle que nous avons utilisée dans l'élaboration des leçons pour les cycles primaire, moyen, intermédiaire et supérieur, dont il sera question aux chapitres suivants. Celle-ci a l'avantage de se prêter à plusieurs variantes selon l'année d'études (se reporter à une discussion plus détaillée au chapitre 8). *Grosso modo*, la structure générale est la suivante :

Stratégie 4

4.1 Présentation par l'enseignante ou l'enseignant de l'activité mathématique à faire.

4.2 Travail en petits groupes ayant pour but la discussion et l'obtention de résultats qui doivent être soigneusement justifiés à l'aide d'arguments mathématiques convaincants.

4.3 Échange entre les groupes des résultats obtenus et des justifications fournies. Étude des solutions et des arguments fournis par les autres groupes.

4.4 Rencontre entre les groupes qui ont échangé leurs solutions afin de discuter des points forts et des points faibles des solutions et de leurs arguments.

4.5 Retour au travail en petits groupes pour re-rédiger les solutions et les arguments mathématiques de façon plus raffinée, en tenant compte de la discussion faite avec les autres groupes.

4.6 Discussion menée par l'enseignante ou l'enseignant à propos des résultats obtenus.

Nous concevons chacune des stratégies précédentes comme des actions pédagogiques visant à créer des possibilités de développement conceptuel en salle de classe. En effet, ces stratégies offrent aux élèves l'occasion d'accroître leur niveau conceptuel en leur permettant d'arriver à des conceptualisations qui seraient plus difficiles ou carrément impossibles à atteindre s'ils travaillaient seuls.

Comme le suggérait Vygotski, le niveau de développement conceptuel d'un élève lui permet de résoudre certains problèmes de façon autonome. Un des buts de l'enseignement est justement d'amener l'élève à faire face à des problèmes dont les solutions sont au-delà de son niveau conceptuel actuel, mais qui deviennent à sa portée grâce à un travail de collaboration avec ses pairs ou avec l'enseignante ou l'enseignant.

---

14 Voir, par exemple, G. Arsac *et al.* (1992). *Initiation au raisonnement déductif au collège*. Lyon : Presses universitaires de Lyon. Il y a tout de même une différence entre la stratégie 2 mentionnée ci-dessus et celle utilisée par les écoles françaises. Dans les situations de salle de classe de ces dernières, l'activité débute par un travail individuel. Vu les objectifs que nous poursuivons, vu la conception de la relation entre communication et apprentissage que nous prônons (voir chapitre 1) et vu l'accent que nous mettons sur la nature sociale de la pensée, la phase du travail individuel n'a pas d'intérêt particulier pour nous ici.

Bien sûr, le niveau de développement conceptuel atteint à un moment donné délimite ce qu'un élève peut apprendre à ce moment-là. On ne peut pas penser à enseigner les subtilités du langage algébrique à un élève de la première année. Mais entre ce que l'élève peut faire sans aide et ce qui lui est absolument impossible à apprendre au moment en question, il y a une zone intermédiaire : c'est la zone de ce qui n'est pas tout à fait très distant du niveau conceptuel actuel de l'élève et qui peut devenir réalisable si une aide lui est apportée. Cette zone intermédiaire est ce que Vygotski appelait la « zone proximale de développement » (voir Figure 1, où nous illustrons cette idée à l'aide d'un diagramme de Venn).

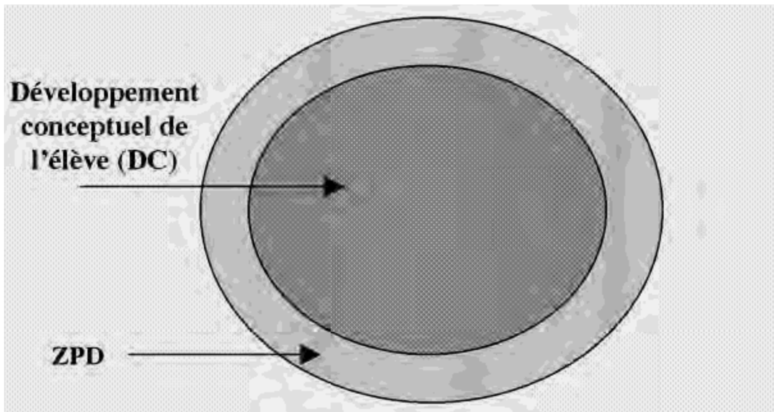

Figure 1. La petite ellipse représente les problèmes et les situations que l'élève peut affronter individuellement avec succès à un certain moment de son développement conceptuel (DC). Au-delà de cette ellipse se trouve une zone constituée de problèmes que l'élève peut réussir à résoudre en collaboration avec ses pairs ou l'enseignante ou l'enseignant. C'est la *zone proximale de développement* (ZPD). Au-delà de cette zone se trouve tout ce qui est définitivement au-delà du développement conceptuel de l'élève au moment en question.

La stratégie numéro 4 présentée ci-dessus peut être considérée comme donnant lieu à un emboîtement de zones proximales de développement. À chaque étape, les élèves arrivent à élargir leur zone proximale de développement précédente. On aurait alors une séquence d'ellipses à peu près concentriques, comme le suggère la figure 2.

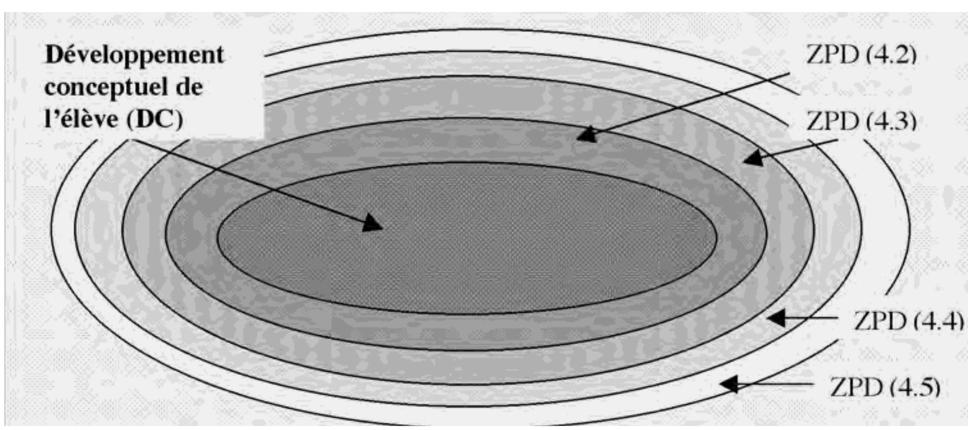

Figure 2. La stratégie d'enseignement 4 en tant que productrice d'un emboîtement de zones proximales de développement. La région ZPD (4.2) correspond à la zone proximale de développement générée par l'étape 4.2 de la stratégie 4. La région ZPD (4.3) correspond à celle générée par l'étape 4.3, etc.

Le choix de l'activité mathématique

Le choix adéquat d'une stratégie d'enseignement ne saurait suffire à garantir l'acquisition et la maîtrise des critères qui composent la compétence Communication chez l'élève. Il faut prévoir soigneusement l'activité mathématique. Aux termes de la discussion précédente, on peut dire qu'il faut que l'activité se trouve dans la zone proximale de développement des élèves. Si l'activité est trop simple, la discussion en petits groupes n'a pas de sens. Les élèves vont répondre rapidement aux questions, et la collaboration ne sera pas sollicitée. Si l'activité est trop complexe, si elle se trouve au-delà de la zone proximale de développement des élèves, le travail en groupe ne donnera pas de résultat.

En plus de répondre aux exigences définies par le développement conceptuel des élèves, l'activité doit avoir recours à des problèmes qui éveillent la curiosité des élèves et qui stimulent leur besoin de décrire, de justifier, d'expliquer et de créer[15].

Dans les chapitres qui suivent, nous donnerons un exemple d'activité par cycle et nous illustrerons l'activité à l'aide d'extraits du travail en petits groupes. Pour l'instant, occupons-nous du rôle de l'enseignante ou de l'enseignant.

3. Le rôle de l'enseignante ou de l'enseignant

À la suite des résultats obtenus lors d'une recherche longitudinale menée dans une classe de 2e année, Wood remarque que, à ce moment de leur scolarisation, les élèves peuvent apprendre les fondements de ce que deviendra, plus tard, l'argumentation mathématique proprement dite[16]. Les jeunes élèves peuvent commencer à prendre conscience que, en mathématiques, la validation d'idées est basée sur certains types de raisonnements. Comme le montre Wood, pour en arriver là, l'enseignante ou l'enseignant doit amener les élèves à apprendre à écouter – à être des « écouteurs actifs » – et à manifester leur désaccord. Dans la même veine, McClain et Cobb soulignent l'importance de l'enseignante ou de l'enseignant dans le processus de socialisation de l'élève et de sa prise de conscience du type de raisonnement et d'argumentation qu'on lui demande en mathématiques[17].

La maîtrise de l'argumentation mathématique est un processus très long dans le développement conceptuel de l'élève. Souvent, l'élève se contente d'appuyer et de valider ses arguments en ayant recours à la perception et à des exemples concrets. En effet, comme nous le verrons dans les chapitres qui suivent, l'élève restera longtemps pris dans un empirisme naïf contre lequel devra lutter tenacement l'enseignante ou l'enseignant des cycles intermédiaire et supérieur, car c'est à ce moment que l'élève commence à prendre conscience que, en mathématiques, comme disait Pascal en 1655, on ne consent qu'aux vérités dûment démontrées[18].

À la lecture des chapitres qui suivent, on verra qu'au fur et à mesure que l'élève apprend à écouter, à tenir des propos et à interagir le rôle de l'enseignante ou de l'enseignant change. Alors que chez les élèves plus jeunes, l'enseignante ou l'enseignant interagit souvent, chez les plus âgés, elle ou il devient de

---

15 Voir C. Greenes, L. Schulman and R. Spungin. (1992, October). "Stimulating communication in Mathematics". *Arithmetic Teacher*, 77-82.

16 T. Wood. (1999). "Creating a context for argument in mathematics class". *Journal for Research in Mathematics Education*, 30 (2), 171-191.

17 K. McClain and P. Cobb. (2001). "An analysis of development of sociomathematical norms in one First-Grade Classroom". *Journal for Research in Mathematics Education*, 32 (3), 236-266.

18 B. Pascal. (1655). *De l'esprit géométrique*. Paris : Aubier, 1955.

moins en moins sollicité. Cela ne veut pas dire pour autant que ses responsabilités sont moindres. L'importance d'être à l'écoute de ce dont les élèves discutent est un point à prendre en compte. À l'aide de la supervision continuelle de la discussion des élèves, l'enseignante ou l'enseignant peut mieux formuler des questions, faire des commentaires, émettre des doutes et suggérer d'autres pistes de recherche[19].

Or, les questions que l'enseignante ou l'enseignant pose doivent être pertinentes : elles doivent amener les élèves à réfléchir de façon mathématique. Comme dit une enseignante du cycle moyen, si on veut empêcher les élèves de penser mathématiquement, on peut poser des questions auxquelles on répond par un seul mot (« oui », « non », « 15 », « une droite », etc.). Si, par contre, on veut que les élèves s'engagent dans une véritable discussion mathématique, il faut s'y prendre différemment.

Mewborn et Huberty proposent une liste de différents types de questions que peut poser l'enseignante ou l'enseignant . En voici quelques exemples :

– Qu'est-ce que vous pensez de ce que Janine a dit?
– Est-ce que quelqu'un a trouvé une autre façon?… Quelle est la différence? Y a-t-il une façon qui est meilleure? Pourquoi?
– Est-ce que vous pouvez nous convaincre que cela est vrai?
– Est-ce que ce que Pierre dit est vrai dans tous les cas?
– Comment est-ce que vous pouvez prouver cela?[20]

Si, donc, poser de bonnes questions et intervenir sont des aspects précieux de la démarche pédagogique, *s'abstenir d'intervenir* est un aspect non moins important. En effet, l'enseignante ou l'enseignant doit souvent décider si c'est opportun d'intervenir à un moment donné dans la discussion entre élèves. Devrait-elle ou devrait-il suggérer une piste pour ranimer une discussion qui semble être dans l'impasse? Il y a beaucoup de questions qui se posent dans un environnement discursif où le but n'est pas de discuter pour discuter, mais d'acquérir un savoir. Pédagogiquement parlant, une discussion mathématique n'a de sens que si elle mène à un produit en matière de savoirs escomptés. Mais, puisqu'il n'y a pas de route directe au savoir, il est inévitable que parfois les élèves empruntent des voies qui ne mènent pas à la solution du problème. Ces fausses routes ne doivent pas être perçues comme du temps perdu. Elles peuvent être l'occasion d'une réflexion intéressante. Par exemple, on peut demander aux élèves, après coup, de dire pourquoi une certaine marche à suivre empruntée s'est avérée inefficace. Et ce faisant, la discussion est relancée.

Nous aurons l'occasion de revenir sur le rôle de l'enseignante et de l'enseignant tout le long des chapitres qui suivent. Mais avant de passer au chapitre 4, insistons sur le point suivant : en plus d'être concepteur de l'activité mathématique et de veiller à ce que la communication reste fructueuse en salle de classe, l'enseignante ou l'enseignant joue un rôle tout particulier dans l'apprentissage que font les élèves. Comme le souligne Bartolini Bussi, l'enseignante ou l'enseignant est le représentant d'une culture mathématique à laquelle les élèves sont initiés suivant leur participation aux activités proposées[21].

---

19 C. A. Maher and A. M. Martino (1992). "Teachers building on students' thinking". *Arithmetic Teacher*, p. 32-37.

20 Adapté de : S. Mewborn and P. Huberty. (1999). "Questioning your way". *Teaching Children Mathematics*, 226-227 et 243-246 (numéro du mois de décembre).

21 M. Bartolini Bussi. (1998). "Verbal interaction in the Mathematics classroom: A vygotskian analysis". In H. Steinbring, M. Bartolini Bussi et A. Sierpinska (dirs.). *Language et Communication in the Mathematics Classroom* (p. 65-84). Reston, Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.

L'enseignante ou l'enseignant veille à ce que les conceptualisations progressives des élèves s'enrichissent au cours de leur travail d'interprétation et de compréhension créatrice à la base de l'apprentissage et que ces conceptualisations acquièrent peu à peu l'objectivité culturelle du savoir.

4. Pour en savoir plus…

Berry, J., et K. Houston. (1995). "Students using posters as a means of communication and assessment". *Educational Studies in Mathematics*, 29, 21-27.

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

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

Headegaard, M. (1990). "The zone of proximal development as basis for instruction". In L. C. Moll (dir.). *Vygotsky and Education*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 349-371.

Vacc, N. (1993, October). "Questioning in the Mathematics Classroom". *Arithmetic Teacher*, 89-91.

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

Schneuwly, B., et J.-P. Bronckart. (1985). *Vygotsky aujourd'hui*. Neuchâtel : Éditions Delachaux et Niestlé.

Tate, W. (1995). "Mathematics communication : Creating opportunities to learn". *Teaching Children Mathematics*, 344-349 et 369 (numéro du mois de février).

Tudge, J. (1990). "Vygotsky, the zone of proximal development, and peer collaboration: Implications for classroom practice". In L. C. Moll (dir.). *Vygotsky and Education* (p. 155-172). Cambridge: Cambridge University Press.

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, 229-271.