

Un modèle pédagogique pour améliorer l'apprentissage des sciences en milieu linguistique minoritaire

Marianne Cormier, Diane Pruneau, Léonard Rivard and Sylvie Blain

Number 18, Fall 2004

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1005347ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/1005347ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Les Presses de l'Université d'Ottawa
Centre de recherche en civilisation canadienne-française

ISSN

1183-2487 (print)

1710-1158 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Cormier, M., Pruneau, D., Rivard, L. & Blain, S. (2004). Un modèle pédagogique pour améliorer l'apprentissage des sciences en milieu linguistique minoritaire. *Francophonies d'Amérique*, (18), 21–35. <https://doi.org/10.7202/1005347ar>

UN MODÈLE PÉDAGOGIQUE POUR AMÉLIORER L'APPRENTISSAGE DES SCIENCES EN MILIEU LINGUISTIQUE MINORITAIRE

Marianne Cormier, Université de Moncton

Diane Pruneau, Université de Moncton

Léonard Rivard, Collège universitaire de Saint-Boniface

Sylvie Blain, Université de Moncton

Lors de tests nationaux (Conseil des ministres de l'Éducation (Canada), 1999) et de tests internationaux (Programme international pour le suivi des acquis des élèves, 2001), les élèves du milieu minoritaire francophone canadien ont obtenu de plus faibles résultats en sciences que ceux du milieu majoritaire anglophone. Étant donné l'importance des sciences dans la société contemporaine, ces difficultés chez les élèves du milieu minoritaire francophone sont préoccupantes. De nos jours, les médias couvrent souvent des sujets polémiques tels le clonage humain, les manipulations génétiques, l'effet de serre, etc. Des connaissances de base en sciences, une compréhension des démarches de construction du savoir et un intérêt pour le domaine s'avèrent aujourd'hui nécessaires pour capter et analyser ces informations de façon critique et participer aux débats sociétaux (Osborne, Simon et Erduran, 2002). De même, l'acquisition de connaissances approfondies en sciences et en technologie faciliterait la participation à l'économie contemporaine (The National Commission on Mathematics and Science Teaching for the 21st Century, 2000). Comme les minorités linguistiques ont souvent été désavantagées sur le plan économique comparativement aux majorités (Wagner et Grenier, 1991), les difficultés en sciences pourraient augmenter ces désavantages ou les perpétuer.

Plusieurs raisons pourraient expliquer les difficultés en sciences des élèves du milieu linguistique minoritaire, qu'il s'agisse de difficultés de nature universelle ou de limites particulières liées à ce type de milieu. Ainsi, en général, on constate souvent l'existence de problèmes d'apprentissage en sciences, en raison de l'enseignement magistral, du manque de formation des enseignants en sciences ou en didactique des sciences et de l'importance excessive accordée en classe aux mathématiques et au français (The National Commission on Mathematics and Science Teaching for the 21st Century, 2000).

Les limites langagières s'ajoutent aux difficultés générales de l'apprentissage des sciences chez les élèves du milieu minoritaire et elles pourraient s'expliquer par le contact peu fréquent de ces élèves avec les aspects « littéraires » de la langue minoritaire (Hamers et Blanc, 2000). Ces limites langagières se concrétisent par un manque de vocabulaire et, surtout, par une compréhension partielle des messages scientifiques (Norris et Phillips, 2003). En effet, durant les cours de sciences, les élèves du milieu minoritaire ont des obstacles à surmonter puisque le langage y est hautement abstrait et à densité lexicale, c'est-à-dire qu'il y a une proportion élevée de mots difficiles dans chaque phrase (Lemke, 1990 ; Wellington et Osborne, 2001).

Krashen (1998) et Boudreau et Dubois (1992) ont constaté pour leur part la présence d'une insécurité linguistique chez les élèves du milieu minoritaire. L'insécurité linguistique qui se manifeste quand les individus se sentent incapables de bien parler leur langue occasionne une baisse de l'estime de soi et une réduction de l'expression et de la productivité écrites (Boudreau et Dubois, 1992). Cette insécurité peut être causée par les corrections et les critiques que l'individu reçoit en utilisant la langue de la minorité. Ainsi, au lieu de risquer de faire des erreurs et d'être corrigé, l'individu parlera plutôt la langue de la majorité (Krashen 1998).

Dans le but d'améliorer l'apprentissage des sciences en milieu minoritaire, nous avons commencé à élaborer un modèle pédagogique pour l'enseignement des sciences adapté à ce type de milieu. Dans le présent article, nous examinons d'abord certaines spécificités de la pédagogie en milieu minoritaire. Nous proposons ensuite une démarche visant le changement et l'évolution conceptuels en sciences. Nous présentons enfin les divers apports des éléments langagiers à l'apprentissage des sciences. Ces propos théoriques nous amènent à élaborer un modèle pour améliorer l'apprentissage des sciences en milieu minoritaire, modèle qui sera expérimenté dans une recherche ultérieure.

Cadre théorique

Une pédagogie qui tient compte de l'insécurité linguistique

Pour contrer l'insécurité linguistique et encourager les élèves à parler et à communiquer leurs conceptions scientifiques, il faut privilégier une attitude ouverte à la variation linguistique. Cette attitude consiste à accepter le langage vernaculaire des élèves dans le but de provoquer des changements dans les représentations linguistiques (Boudreau et Dubois, 2001). Notons que les élèves du milieu minoritaire adoptent souvent une attitude négative envers leur langue, en pensant que celle-ci a un statut inférieur à celui de la langue de la majorité. Une stratégie de base pour agir sur les représentations linguistiques négatives se situe dans le type de discours entretenu. Il importe de délaisser le discours qui exclut la légitimité du vernaculaire au profit d'un discours qui l'inclut et qui le légitimise. Les enseignants qui acceptent le langage vernaculaire deviennent des agents de changement linguistique car « la parole long-temps stigmatisée se libère et [...] les locuteurs minorés deviennent à leur tour des producteurs de sens » (Boudreau et Dubois, 2001, p. 56). Le premier objectif est avant tout d'inviter les personnes à communiquer, c'est-à-dire à utiliser la langue. Il s'agit alors d'accepter le langage vernaculaire et de construire à partir de celui-ci. Une telle attitude favorisera la création d'un environnement non menaçant et motivant, qui contribuera à diminuer le stress et l'anxiété (Echevarria et Graves, 1998). Il faut toutefois reconnaître qu'à l'intérieur de ce climat, les stratégies pédagogiques pour favoriser l'apprentissage auront une importance capitale.

L'évolution et le changement conceptuels

En enseignement des sciences, on définit les conceptions¹ des enfants comme des croyances personnelles au sujet des phénomènes naturels, croyances auxquelles ceux-ci ont recours pour résoudre des problèmes, tirer des conclusions et faire des généralisations à propos des faits de la vie quotidienne. Les conceptions des enfants peuvent être considérées comme naïves et différentes de celles des scientifiques mais pourtant,

elles sont issues de modes de raisonnement organisés et elles sont fermement basées sur leurs connaissances antérieures (Inagaki et Hatano, 2002).

L'un des objectifs de l'enseignement des sciences au primaire est l'évolution des conceptions initiales des enfants vers des conceptions plus réfléchies ou plus proches de celles des scientifiques, ou les deux à la fois. Cette évolution est parfois appelée *changement conceptuel* (Duit, 1999). Durant ce processus progressif, les structures conceptuelles initiales, basées sur les interprétations enfantines des expériences quotidiennes, sont continuellement enrichies et restructurées (Vosniadou et Ioannides, 1998). Le processus cyclique se caractérise par de multiples phases de travail inductif et déductif (Hewson, Beeth et Thorley, 1998). C'est ainsi que le changement conceptuel suppose une importante modification des idées initiales des enfants au sujet d'un phénomène, au profit de conceptions plus reconnues par les scientifiques. Cette modification des idées initiales peut être complète, l'ancienne conception étant remplacée par une nouvelle (Hallden, 1999), ou périphérique, l'idée initiale persistant et étant incluse dans la nouvelle structure cognitive (Duit, 1999). Plus précisément, les conceptions initiales des enfants peuvent subir plusieurs transformations durant un changement conceptuel, soit par addition ou soustraction de concepts² (Nersessian, 1991), par ajout ou suppression de liens entre les concepts ou par modification radicale de la structure des idées initiales (di Sessa et Sherin, 1998).

En enseignement des sciences, le fait de noter un changement conceptuel constitue la preuve tangible d'un apprentissage réussi. Le but du changement conceptuel n'est toutefois pas facile à atteindre, car plusieurs situations peuvent limiter ce type de changement :

la compréhension du phénomène étudié peut être trop difficile (Garrison et Bentley, 1990) ;

les élèves comprennent parfois une nouvelle théorie mais ne croient pas en celle-ci ;

les élèves peuvent aussi soutenir fermement que leur idée initiale est exacte et ignorer certaines données pour préserver leur première opinion (Duit, 1999) ;

les élèves peuvent manifester peu d'intérêt pour le phénomène étudié (Duit, 1999) ;

les membres de la communauté dans laquelle vivent les élèves partagent parfois des opinions différentes de celles qu'on veut faire acquérir aux élèves, et les idées véhiculées dans leur milieu interfèrent avec l'apprentissage (Inagaki et Hatano, 2002).

Les stratégies pédagogiques qui favorisent le changement conceptuel

Plusieurs stratégies pédagogiques susceptibles de favoriser le changement conceptuel ont été proposées (Vosniadou et Ioannides, 1998 ; Hewson, Beeth et Thorley, 1998, Macbeth, 2000 ; Nersessian, 1991 ; Strike et Posner, 1992 ; etc.). Le modèle de changement conceptuel de Posner, Strike, Hewson et Gertzog (1982) a été l'un des plus expérimentés et des plus critiqués. Selon Posner *et al.* (1982), plusieurs conditions sont nécessaires pour qu'un apprenant décide de modifier une conception. Celui-ci doit d'abord éprouver de l'insatisfaction à l'égard de sa conception initiale. Il doit ensuite comprendre la nouvelle conception proposée et la trouver plausible. Il doit enfin con-

sidérer que la nouvelle conception est fructueuse et susceptible d'enrichir ses connaissances. Hewson et Thorley (1989), s'inspirant du modèle de Posner *et al.* (1982), précisent quant à eux qu'au cours du processus de changement conceptuel, la conception initiale, considérée comme pertinente au départ, perd progressivement son statut pour être remplacée par une conception qui se rapproche davantage de celle des scientifiques. Dans ce paradigme, l'intervention pédagogique recommandée pour l'enseignant consiste principalement à créer un conflit cognitif chez les apprenants. Il s'agit d'abord d'inviter les élèves à exprimer leurs conceptions par rapport à un phénomène donné, puis de leur présenter une démonstration opposée à leurs conceptions. Le conflit cognitif qui en résulte provoque alors de l'insatisfaction, et le reste du processus de changement conceptuel s'effectue naturellement (Macbeth, 2000).

Le modèle de Posner *et al.* (1982) a toutefois été remis en question par plusieurs chercheurs au cours des dix dernières années. Duit (1999) affirme que les conceptions initiales sont arrêtées, ancrées, et qu'elles résistent souvent au conflit cognitif. Selon Pintrich, Marx et Boyle (1993), le modèle de Posner *et al.* (1982) ne tient pas assez compte des composantes motivationnelles et affectives des apprenants. Hewson, Beeth et Thorley (1998) ajoutent que l'enseignant doit, durant la démarche d'apprentissage, favoriser l'expression d'une variété d'idées provenant de différentes personnes dans la classe et qu'il doit inviter ces personnes à bien expliquer leurs idées. Il doit également mettre à profit la métacognition et demander aux élèves de réfléchir à la valeur de leurs idées. Vosniadou et Ioannides (1998) insistent également sur l'importance de cette étape de la métacognition dans le processus du changement conceptuel en expliquant que les élèves ne sont pas toujours conscients de la nature hypothétique de leurs idées préconçues et de leurs croyances. Il importe alors de fournir aux élèves un environnement d'apprentissage qui encourage l'expression de leurs conceptions et croyances puis de leur faire vivre des expériences significatives qui leur permettent de comprendre les limites de ces conceptions et de ces croyances et, par conséquent, d'être motivés à les réviser. D'autres stratégies propices au changement conceptuel sont également proposées par les chercheurs. L'apprentissage expérientiel, ou contact réel avec les personnes et les objets de l'environnement, est l'un de ces moyens. Pruneau et Lapointe (2002) définissent l'apprentissage expérientiel comme un processus pendant lequel les participants façonnent leurs conceptions par l'intermédiaire de transactions affectives et cognitives avec leurs milieux biophysique et social. Les étapes de l'apprentissage expérientiel ont été définies par Sauvé (1994) : l'expérimentation concrète, l'observation réflexive, la conceptualisation (l'apprenant pense, façonne et édifie ses conceptions) et l'expérimentation active (le transfert des apprentissages). L'apprentissage expérientiel permet aux élèves de ressentir différentes émotions comme le défi, le plaisir, le désir de partager leurs impressions, l'émerveillement, la compassion... (Pruneau et Lapointe 2002), tout en suscitant une remise en question des conceptions grâce à une confrontation avec la réalité extérieure et avec les pairs qui, eux aussi, interprètent cette réalité (Inagaki et Hatano, 2002).

La discussion est également une stratégie qui encourage le développement conceptuel (Driver, 1989). Les interactions verbales avec les pairs permettent aux élèves d'exprimer leurs idées ainsi que leurs opinions et, par le fait même, leurs conceptions. Les interactions sociales créent une dissonance cognitive et une argumentation entre les élèves, ce qui les amène à prendre conscience de l'existence d'idées différentes des leurs. Cette contradiction peut les amener à modifier leurs idées initiales (Fleer, 1992).

L'écriture en sciences est finalement une stratégie qui facilite le changement conceptuel. Ainsi, le fait de devoir écrire leurs idées permet aux élèves de les approfondir, de les évaluer et de les réviser (Rivard, 1994).

À la lumière des propos de ces auteurs, nous proposons une démarche d'évolution et de changement conceptuels en sept étapes (voir tableau 1). Au cours de ces étapes, les élèves ont l'occasion d'exprimer leurs conceptions initiales, de les expliquer puis de les comparer avec celles de leurs pairs. Ils vivent alors des expériences directes en lien avec le phénomène scientifique à l'étude (apprentissage expérientiel), ce qui assure une seconde confrontation de leurs idées, mais cette fois avec le monde extérieur. Ils ont ainsi la possibilité de réviser leurs conceptions. L'enseignant leur présente ensuite le point de vue scientifique et encourage une nouvelle remise en question des conceptions. La conclusion suit, ainsi que l'application ou le transfert des nouveaux apprentissages, ou les deux à la fois.

Tableau 1

Démarche de changement conceptuel

-
1. Expression et explicitation des conceptions à propos d'un phénomène naturel
 2. Comparaison des conceptions dans le groupe, questionnement
 3. Vécu de diverses expériences directes en lien avec le phénomène, questionnement
 4. Comparaison et révision des conceptions, questionnement
 5. Contact avec le point de vue scientifique
 6. Comparaison des conceptions avec le point de vue scientifique ; conclusion
 7. Consolidation des nouvelles connaissances : application et transfert
-

La place fondamentale de la langue dans l'enseignement des sciences

Dans notre modèle, la langue occupe une place primordiale et s'intègre de façon constitutive à l'apprentissage des sciences et au changement conceptuel. De plus, la présence importante de la langue dans notre modèle vise à réduire l'insécurité linguistique et les limites langagières des élèves de milieu minoritaire. Nous croyons en effet que dans l'enseignement des sciences en général, particulièrement en milieu linguistique minoritaire, il est essentiel d'accorder une place de première importance à l'apprentissage de la langue.

Les activités langagières de communication orale, d'écriture et de lecture font partie de ce qu'on entend par *faire* des sciences. Les scientifiques, dans leurs démarches quotidiennes, échangent entre eux par la discussion et l'argumentation et par la lecture des écrits de leurs collègues. Ils mettent leurs idées et leurs observations par écrit. Ils rédigent des rapports pour communiquer leurs résultats. La langue est donc une partie fondamentale et constitutive de l'activité scientifique ; elle en fait partie intégrante (Laplante, 2001 ; Lemke, 1990, 1998 ; Norris et Phillips, 2003 ; Osborne, 2002 ; Wellington et Osborne, 2001).

Pour *faire* des sciences, il faut donc s'engager dans des activités langagières telles la communication orale, la lecture et l'écriture, en conjonction et de façon complémen-

taire avec des activités empiriques et expérientielles. En effet, la diffusion de résultats scientifiques implique un processus complexe comprenant des actions plus élaborées que la formulation de généralisations à la suite d'observations empiriques. Habituellement, pour un phénomène donné, au moins deux modèles explicatifs cohabitent et entrent en concurrence. L'acte scientifique consiste à évaluer les observations et les conclusions afin de déterminer le modèle qui est le plus plausible. Ces activités d'évaluation commencent par un contact direct avec l'objet d'étude, mais les décisions sont prises surtout à l'occasion de communications orales, de lectures et de la rédaction d'articles, de présentations et d'échanges électroniques. Ces étapes d'analyse, de réflexion et de synthèse sont tout autant essentielles que le contact avec le phénomène lors de l'apprentissage expérientiel (Pruneau et Lapointe, 2002). Le langage scientifique s'intègre alors fondamentalement aux déclarations scientifiques (Norris et Phillips, 2003 ; Osborne, 2002).

Nous reconnaissons que l'apprentissage des sciences s'effectue principalement lors d'une approche active et expérientielle. Les cours de sciences sont conçus pour *faire* des sciences et les *vivre*. Les élèves ont ainsi l'occasion de manipuler, d'observer, de mesurer et de vérifier leurs opinions au sujet des divers phénomènes étudiés. Le but est de *faire* des sciences, en imitant les *vrais* scientifiques (Laplante, 2001 ; Pruneau et Lapointe, 2002). Notons cependant que l'apprentissage expérientiel ne se limite pas uniquement au contact direct avec l'objet à l'étude. Le processus se poursuit par une réflexion critique portant sur les expériences vécues ainsi que par une synthèse ou une application des connaissances acquises dans un autre contexte. Par ailleurs, lors du processus expérientiel, une relation affective et cognitive avec le phénomène à l'étude tend à se développer. L'élève a l'occasion non seulement de recevoir des informations, mais il a également l'occasion de vivre des émotions telles que l'émerveillement, la frustration, le défi, le plaisir, la curiosité et le désir de partager ses connaissances (Pruneau et Lapointe, 2002). La langue devient ainsi le véhicule parfait pour l'expression et la communication des découvertes, des conceptions et des émotions. La langue a donc une position de choix dans l'approche expérientielle proposée pour l'apprentissage des sciences.

Par ailleurs, le but de l'intégration explicite des activités langagières à l'apprentissage des sciences est non seulement l'apprentissage des concepts, mais également une solide acquisition du langage scientifique. En effet, pour faire des sciences, il faut apprendre à *parler sciences* (Laplante, 2001 ; Lemke, 1990). Cette approche visant l'appropriation du langage scientifique formera des élèves qui seront aptes à critiquer activement un texte et à reconnaître la différence entre une affirmation et un argument, entre une hypothèse et une conclusion, et entre l'évidence et la spéculation (Wellington et Osborne, 2001).

La langue, selon Wellington et Osborne (2001), présente toutefois des difficultés importantes en sciences pour la plupart des élèves, qu'ils soient de milieu majoritaire ou minoritaire. Ces auteurs soutiennent donc que l'enseignement explicite du langage scientifique devient un but prioritaire pour améliorer la qualité de l'apprentissage en sciences. En effet, les développements conceptuel et langagier sont inéluctablement liés. La pensée exige la langue et la langue exige la pensée.

La plupart des enseignants de sciences pensent que le langage scientifique est essentiellement transparent et capable de représenter les connaissances scientifiques de façon claire et sans ambiguïté (Lemke, 1990). Par contre, il s'agit d'un langage plutôt ambigu, multisémiotique, technique et intellectuel. Il est ambigu puisque les mots courants peuvent prendre un sens particulier en sciences (énergie, travail, friction).

Pour bien expliquer un phénomène, un processus ou un concept, l'élève doit, en raison de la nature multisémiotique du langage scientifique, avoir recours à diverses formes de représentations qui peuvent être des mots, des images, des graphiques, des tableaux, des équations mathématiques, des gestes explicatifs ou bien des diagrammes. De plus, le langage scientifique est technique dans son utilisation fréquente de mots spécifiques à ce domaine (vélocité, trachée, ion, électrolyse). Finalement, il est hautement intellectuel puisqu'on s'y sert de mots employés seulement dans des contextes scolaires et non dans des contextes courants (exemples : initial, estimé, conséquemment) en plus d'avoir une nette préférence pour un style dépersonnalisé (Lemke, 1998 ; Wellington et Osborne, 2001).

À ces difficultés du langage scientifique s'ajoute la conception commune que son appropriation et son utilisation se font spontanément et naturellement. En effet, les bons lecteurs ont souvent l'impression que la lecture est un processus simple et que les textes sont transparents. Pourtant, la formulation d'inférences à la suite de la lecture d'un texte scientifique n'est pas aussi simple que le décodage des mots et leur prononciation adéquate (Norris et Phillips, 2003). Wellington et Osborne (2001) déclarent que le premier pas dans l'appropriation du langage scientifique est la reconnaissance et la conscience des difficultés présentes ainsi que la manifestation d'un intérêt à porter attention à ces difficultés. Nous présentons ainsi l'apport de chacun des éléments de la langue à l'étude des sciences.

La communication orale en sciences

Plusieurs chercheurs soutiennent que promouvoir la discussion en petits groupes constitue une bonne façon d'étayer le développement du langage intellectuel et de favoriser simultanément le développement conceptuel en sciences (Mason, 1998 ; Rivard et Straw, 2000 ; Simich-Dudgeon, 1998 ; Wellington et Osborne, 2001). Il est ainsi important de fournir aux élèves des occasions de s'exprimer puisque la verbalisation de leurs idées et de leurs conceptions naissantes fait partie intégrante de la construction de sens (Reddy, Jacobs, McCrohon et Herrenkohl, 1998).

Selon Wells et Chang-Wells (1992), l'éducation est un dialogue dans lequel les apprentissages sont construits, définis et négociés. L'élève, par sa participation aux conversations avec des adultes et des pairs, construit une signification autour de l'objet étudié. Ainsi, dans un processus d'interactions sociales, le langage devient un outil de médiation pour construire la signification et les apprentissages. Alexopoulou et Driver (1996) laissent entendre que les actions et la communication avec les autres amènent les élèves à intérioriser les pratiques et les discours de la communauté. Cette intériorisation du langage permet de le transformer en outil de cognition (Edwards et Westgate, 1994).

La langue est ainsi un outil qui soutient la pensée et le savoir (Mason, 1998). Cet étayage de la pensée par le langage peut se faire entre l'enseignant et l'élève, ou avec les pairs. En dialoguant et en discutant avec des pairs, le partage des connaissances est possible et par conséquent, les diverses idées des membres du groupe facilitent la résolution de problèmes (Rivard et Straw, 2000). L'étayage de la construction de sens par le dialogue s'effectue également grâce à l'écoute active des autres, qui évaluent verbalement ou non ce qui est dit. À ce moment, le locuteur doit être explicite et son expression verbale doit être cohérente. La verbalisation des idées exige l'élaboration d'arguments logiques et pertinents ; elle permet de constater les incohérences et ainsi d'autoévaluer les arguments personnels (Wells et Chang-Wells, 1992). En expliquant des concepts scientifiques en ses propres mots, l'élève a l'occasion de clarifier et d'éva-

luer ses idées et ainsi de développer ses connaissances (Rivard, 1998 ; Rivard et Straw, 2000).

Wellington et Osborne (2001), en rappelant la nature difficile et ambiguë du langage scientifique, stipulent que l'appropriation d'une langue se fait en la pratiquant en contexte. Ainsi, précisent-ils, devant un vocabulaire nouveau, les élèves doivent avoir l'occasion de s'exercer à la prononciation des nouveaux mots et de se les approprier en les utilisant en contexte. De même, l'apprentissage du raisonnement et de l'argumentation scientifique s'effectue par la pratique, en petits groupes de discussion.

L'hypothèse de Rivard (1998) est que « la discussion en groupe facilite la construction du savoir chez l'apprenant, tandis que la discussion en groupe suivie de la rédaction individuelle améliore la rétention des apprentissages » (p. 33). Cette hypothèse souligne l'interdépendance des différents aspects de la langue en sciences.

L'écrit en sciences

Les élèves passent sans doute beaucoup de temps à écrire pendant les cours de sciences. La plupart du temps, par contre, l'écriture se limite à une simple copie des notes au tableau ou du manuel scolaire. Souvent, les tâches écrites exigées sont simples et nécessitent peu de réflexion (Wellington et Osborne, 2001). Les autres tâches écrites ont surtout pour objectif d'évaluer les connaissances des élèves. Rivard (1994) et Yore (2000) nomment ce type d'écriture *communication du savoir*.

Une autre façon de procéder consisterait à écrire pour apprendre ou pour transformer son savoir (Rivard, 1994 ; Yore, 2000). Klein (1999), Rivard (1994) et Rowell (1997) attribuent un potentiel très important à l'écriture pour apprendre en sciences, même si les preuves empiriques ne réussissent pas à en isoler son effet particulier.

Écrire, c'est manipuler l'information et jouer avec le contenu, en articulant sa pensée sur papier. Après avoir ainsi noté et développé ses idées sur papier, l'élève peut alors accéder à sa conscience métacognitive pour les évaluer (Mason, 1998 ; Rivard, 1994). En effet, en manipulant le contenu à l'écrit, l'élève transforme ses pensées rudimentaires en des entités plus cohérentes et mieux organisées. L'écrit permet en fait de structurer les connaissances. Il faut donc que l'élève comprenne bien un sujet pour être capable d'écrire à propos de celui-ci. Alors, s'il a du mal à écrire, l'élève sera en mesure de constater son manque de compréhension, ce qui favorisera la métacognition. L'écrit permet ainsi de surveiller la compréhension, ce qui rend le processus à la fois cognitif et métacognitif (Rivard et Straw, 2000). La permanence du mot écrit facilite la réflexion et la révision des idées à longue échéance (Rowell, 1997). De même, l'action d'écrire prolonge la réflexion sur les idées. Par ailleurs, le fait de poser ses idées sur papier étaye le travail de la mémoire à court terme. Il y aurait donc possibilité de produire de nouvelles idées lors de l'écriture (Tynjälä, Mason et Lonka, 2001).

Certains auteurs proposent aussi l'écriture expressive comme moyen de favoriser l'apprentissage. L'écriture expressive est une activité spontanée durant laquelle le scripteur se soucie peu du jugement des autres. L'écriture expressive permet de faire des liens avec les connaissances antérieures, de clarifier la compréhension tout en favorisant l'exploration individuelle d'un phénomène (Klein, 1999 ; Hamerlink, 1998 ; Rivard, 1994). Ce type d'écriture peut se faire au moyen de journaux d'apprentissage grâce auxquels on encourage les élèves à réfléchir à leur processus scientifique, à mettre leurs habiletés de communication en pratique et à penser aux problèmes de sciences de façon créative. L'écriture expressive améliorerait l'apprentissage en raison de sa nature constructive et réflexive (Harmelink, 1998).

Certains auteurs stipulent qu'il faut plutôt enseigner le genre scientifique aux élèves (Keys, 1999 ; Rowell, 1997 ; Wellington et Osborne, 2001). Il existe divers genres d'écriture scientifique, entre autres les rapports de laboratoire, les explications, l'argumentation, les descriptions et les exposés avec prise de position (Osborne, Simon et Erduran, 2002 ; Rivard, 2001 ; Wellington et Osborne, 2001). Pour les tenants du genre scientifique, ce type d'écriture permet l'activité scientifique réelle et l'acquisition du langage scientifique (Keys, 1999 ; Rowell, 1997 ; Wellington et Osborne, 2001). Rappelons que le langage scientifique est hautement intellectuel. Cette écriture et ce langage devraient ainsi être enseignés de façon explicite (Keys, 1999 ; Rowell, 1997 ; Wellington et Osborne, 2001). Il est possible de cette façon d'étayer l'apprentissage des divers genres scientifiques en suggérant des mots clefs, des plans préliminaires et des idées de questionnement (Wellington et Osborne, 2001).

Enfin, si les tenants du genre scientifique exposent une dichotomie entre l'écriture expressive et l'écriture du genre scientifique, nous y notons plutôt un rapport dialectique. Dans cette optique, l'écriture expressive prend le rôle d'outil cognitif qui permet l'étayage de l'écriture en genre scientifique. L'écriture du genre scientifique favorise un regard métacognitif sur l'écriture expressive et permet à l'élève d'évaluer ce qu'il a écrit pour arriver à exposer ses idées de façon cohérente et concise lors de l'écriture finale. Alors, dans le processus, l'écriture expressive serait en quelque sorte une pré-écriture permettant de préciser les idées avant d'entamer l'écriture en genre scientifique.

La lecture en sciences

La compréhension en lecture, selon une vision constructiviste, consiste en un processus d'interaction entre les connaissances antérieures de l'élève, ses stratégies cognitives et métacognitives, sa motivation et son but de lecture, le texte et le contexte. En sciences, la lecture est un processus interactif et constructif durant lequel le lecteur construit un sens en arrimant sa compréhension du texte, ses expériences en lien avec le phénomène scientifique à l'étude et ses connaissances des conventions littéraires dans un contexte socioculturel spécifique (Dole, Duffy, Roehler et Pearson, 1991 ; Rivard et Yore, 1993 ; Yore, 2000). Le but ultime de la lecture scientifique est de former des lecteurs critiques qui peuvent évaluer l'importance des textes écrits (Wellington et Osborne, 2001).

Modèle d'enseignement des sciences en milieu linguistique minoritaire

À la suite de l'exploration de ces diverses perspectives de l'enseignement des sciences, nous proposons maintenant un modèle pour améliorer l'apprentissage des sciences en milieu minoritaire. Notre but est de montrer comment les différentes perspectives s'agencent et se complètent pour en arriver à une approche dynamique et intégrée. Notre modèle relie les éléments langagiers à la démarche de changement conceptuel, dans le contexte d'une pédagogie visant à réduire l'insécurité linguistique des élèves.

Nous avons précédemment proposé sept étapes pour susciter le changement conceptuel. À cette démarche, nous intégrons explicitement les éléments langagiers de l'oral, de l'écrit et de la lecture. Ces trois éléments sont interdépendants et complémentaires (Holliday, Yore et Alvermann, 1994 ; Rowell, 1997 ; Staples et Heselden, 2001), ce qui justifie leur juxtaposition dans notre modèle.

La mise en place de stratégies langagières s'effectue à partir du langage informel pour arriver à un langage formel. Lors de leur initiation au phénomène à l'étude, les élèves font surtout usage de la langue commune. Au fur et à mesure que les élèves progressent dans leur démarche de changement conceptuel, les activités langagières mises à contribution deviennent plus formelles.

Lors de la première étape du modèle, c'est-à-dire l'expression des conceptions, nous préconisons l'écrit informel, préférablement dans un journal de bord, pour permettre aux élèves d'explorer leurs idées sur le phénomène. À cette étape, l'écriture est employée pour manipuler l'information et jouer avec celle-ci (Mason, 1998 ; Rivard, 1994).

Le même principe se poursuit à la deuxième étape du modèle, mais cette fois, à l'oral. Nous souhaitons que les élèves comparent entre eux leurs conceptions orales. Ce genre de discussion rend légitime la langue vernaculaire des élèves et installe les fondements pour construire à partir de celle-ci.

Lors de la troisième étape, les élèves expérimentent concrètement le phénomène (si possible). Durant cette expérimentation, les élèves discutent entre eux afin de comparer leurs impressions et leurs observations. L'écriture prend une place de première importance car ils notent leurs réflexions, leurs observations, leurs mesures et leurs idées dans leur journal. On leur fournit également l'occasion de lire autant des œuvres expressives que des œuvres informatives sur le phénomène.

À la quatrième étape portant sur la comparaison et la révision des conceptions, l'écriture et la communication orale occupent une place de premier choix. La discussion informelle, en petits groupes, est encouragée, ainsi que l'expression des idées par écrit avant et après la discussion.

Lors de la cinquième étape, c'est-à-dire le contact avec le point de vue scientifique, les élèves continuent de travailler en employant un langage informel. Néanmoins, nous proposons, à ce moment, un passage à un langage plus formel. On fournit aux élèves des lectures bien choisies, dans un langage scientifique et rigoureux, pour leur permettre d'accéder au contenu scientifique.

À la sixième étape, on poursuit ce passage vers une langue formelle. Ainsi, la conclusion écrite, demandée aux élèves, adopte un genre plus scientifique. Ils rédigeront des rapports de recherche ou des explications scientifiques du phénomène.

Lors de la septième et dernière étape du modèle, nous prévoyons que la mise en application des connaissances s'effectuera par une communication plutôt publique : affichage dans le corridor, invitation d'une autre classe lors de présentations, communication des résultats à la communauté... Cette communication publique mettra probablement à profit l'écrit, l'oral ou les deux.

Finalement, nous stipulons que, simultanément à l'apprentissage des notions scientifiques à l'étude, les élèves s'approprient, de façon graduelle et sécurisante, le vocabulaire spécifique employé spontanément et de façon précise à toutes les étapes de la démarche proposée.

C'est ainsi que, dans le modèle, on intègre et on gère divers éléments pour former une synergie qui favorise un meilleur apprentissage en sciences par les élèves du milieu linguistique minoritaire. Le schéma 1 illustre comment la démarche du changement conceptuel est au cœur du modèle proposé. Les éléments langagiers s'y incorporent de façon constitutive. Dans ce schéma, la gradation de gris au noir dans les éléments langagiers représente la progression du langage informel vers un langage formel. Le schéma est en forme de cercle pour illustrer que le processus pédagogique est fluide et cyclique. Le nouveau modèle a fait l'objet d'une expérimentation et d'une

évaluation auprès d'élèves de cinquième année, en milieu minoritaire, à l'automne 2003. Les résultats de cette expérimentation seront présentés dans un article ultérieur.

Conclusion

Le modèle pédagogique proposé s'inspire des fondements théoriques du rôle de la langue en tant qu'outil d'apprentissage en sciences. En effet, les trois éléments de la langue, soit la communication orale, l'écriture et la lecture, peuvent contribuer efficacement à consolider l'apprentissage des sciences. Ce rôle de la langue est particulièrement bénéfique en milieu linguistique minoritaire où l'on constate la présence d'une insécurité linguistique et d'attitudes négatives envers la langue vernaculaire. Cette place primordiale accordée à la langue comme outil d'apprentissage peut aider à diminuer cette insécurité et à renverser ces attitudes. Dans la démarche de changement conceptuel proposée, on exploite spécifiquement les éléments langagiers en progressant d'une langue informelle vers une langue formelle. De plus, les étapes de la démarche permettent une ouverture au changement conceptuel et une évolution progressive vers des conceptions plus scientifiques. Cet arrimage des éléments langagiers à la démarche de changement conceptuel représente une première tentative holistique d'amélioration de l'apprentissage des sciences en milieu minoritaire.

À l'automne 2003, le modèle pédagogique proposé a fait l'objet d'une expérimentation dans une classe de cinquième année, à l'intérieur d'une unité portant sur les marais salés. Nous prévoyons présenter les résultats de cette expérimentation dans un article ultérieur, mais, dans l'intervalle, une première analyse nous a permis de constater que le modèle pédagogique suscite la curiosité, la motivation et le désir d'apprendre chez les élèves. En effet, dans la démarche de changement conceptuel incluse dans le modèle, l'enseignante ou l'enseignant ne présente le point de vue scientifique qu'à la cinquième étape. Avant d'atteindre cette étape, les élèves ont eu l'occasion d'explicitier leurs conceptions à propos des marais, de comparer leurs idées entre eux, de s'interroger, de réviser leurs idées et de vivre diverses expériences relatives au marais. Les questions initiales des élèves, restées sans réponses, ont semblé provoquer chez ceux-ci une forte curiosité. L'enseignante de la classe a déclaré que les élèves cherchaient des livres au sujet des marais lors de leurs périodes à la bibliothèque, qu'ils discutaient des marais pendant les autres cours et qu'ils consultaient le site Web mis à leur disposition. De même, lors de l'expérimentation, nous avons remarqué que les élèves exprimaient et partageaient leurs conceptions librement et spontanément. Les élèves ont utilisé couramment des mots scientifiques se rapportant à la biodiversité du marais (exemple : détritits, spartine alterniflore et chevalier à pattes jaunes). Nous émettons l'hypothèse que l'usage spontané et sécurisant de ces mots par les chercheurs qui enseignaient la matière de l'unité a permis aux élèves de s'approprier plus facilement ce vocabulaire. Les conceptions des élèves au sujet des marais ont enfin évolué au cours de l'expérimentation.

Il serait ainsi intéressant d'associer les enseignantes et les enseignants de ce milieu à un projet ultérieur de recherche participative au cours duquel ces acteurs du milieu scolaire pourraient expérimenter le modèle, le modifier et le personnaliser pour se l'approprier et en accroître l'efficacité. Ce projet ultérieur contribuera sûrement à l'amélioration de la réussite en sciences des élèves du milieu linguistique minoritaire.

Schéma 1

Modèle pédagogique pour l'enseignement et l'apprentissage des sciences en milieu minoritaire

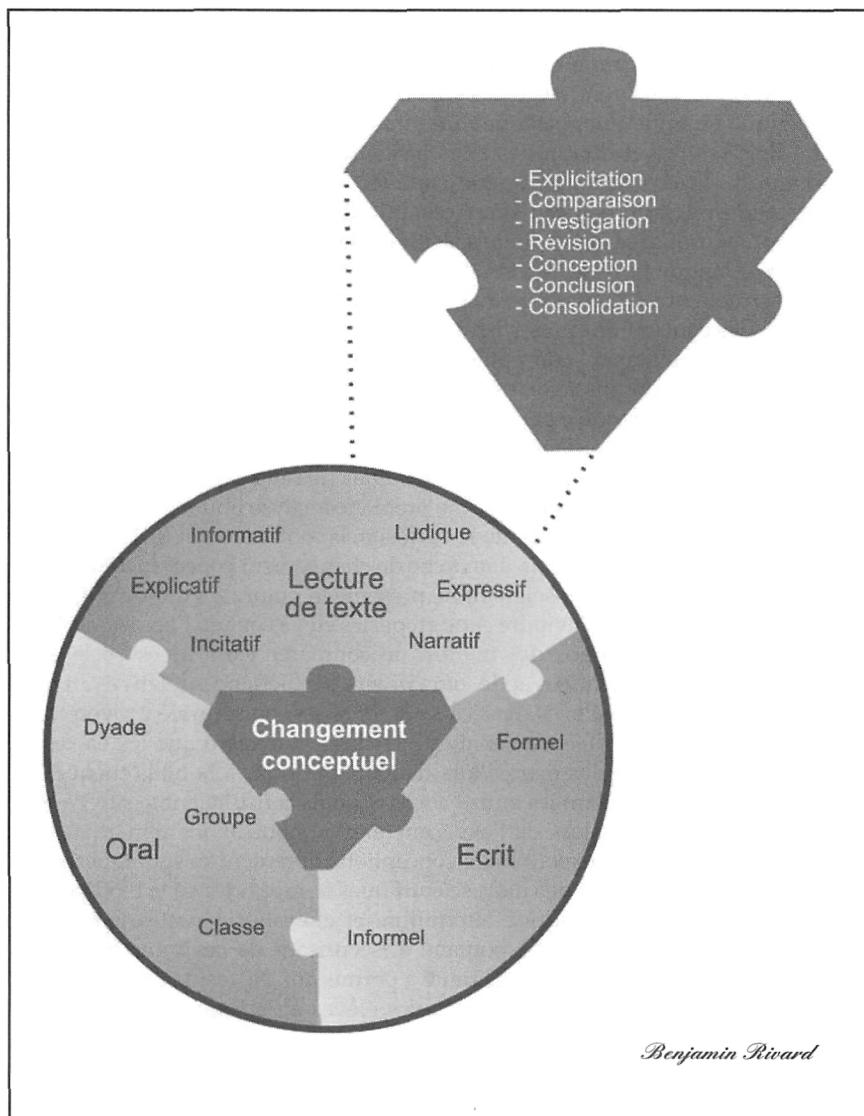


Schéma conçu par Marianne Cormier, Diane Pruneau, Léonard Rivard et Sylvie Blain et préparé par Benjamin Rivard.

NOTES

1. Dans le présent article, les termes *conceptions* et *idées* sont utilisés en alternance pour désigner les conceptions des enfants. La définition du terme *conceptions* est tirée de Laplante (1997) : « Ces conceptions correspondent aux connaissances personnelles des élèves par rapport à un phénomène quelconque ; elles marquent également leur façon de penser et de raisonner face à des situations qui y font référence. Il faut donc voir ces conceptions en tant que produits et outils de la pensée. Ces conceptions sont souvent différentes de celles généralement acceptées par les scientifiques ».
2. Legendre (1988) définit un concept comme « la représentation mentale et générale des traits communs d'une catégorie d'objets directement observables qui peuvent généralement s'appliquer à tous les objets présentant les mêmes caractéristiques » (p. 111).

BIBLIOGRAPHIE

- ALEXOPOULOU, Evinella, et Rosalind DRIVER, « Small-Group Discussion in Physics: Peer Interaction Modes in Pairs and Fours », *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 33, 1996, p. 1099-1114.
- BOUDREAU, Annette, et Lise DUBOIS, « Insécurité linguistique et diglossie : étude comparative de deux régions de l'Acadie du Nouveau-Brunswick », *Revue de l'Université de Moncton*, vol. 25, 1992, p. 3-22.
- BOUDREAU, Annette, et Lise DUBOIS, « Langues minoritaires et espaces publics : le cas de l'Acadie du Nouveau-Brunswick », *Estudios de Sociolingüística*, vol. 2, 2001, p. 37-60.
- CONSEIL DES MINISTRES DE L'ÉDUCATION (CANADA), *Apprentissage des sciences : contexte canadien*, Toronto (Ontario), le Conseil, 1999.
- DI SESSA, Andrea A., et Bruce L. SHERIN, « What Changes in Conceptual Change? », *International Journal of Science Education*, vol. 20, 1998, p. 1155-1191.
- DOLE, Janice A., Gerald G. DUFFY, Laura R. ROEHLER et P. David PEARSON, « Moving from the Old to the New: Research on Reading Comprehension Instruction », *Review of Educational Research*, vol. 61, 1991, p. 239-264.
- DRIVER, Rosalind, « Student's Conceptions and the Learning of Science », *International Journal of Science Education*, vol. 11, 1989, p. 481-490.
- DUIT, Reinders, « Conceptual Change Approaches in Science Education », dans Wolfgang Schnotz, Stella Vosniadou et Maria Carretero (dir.), *New Perspectives on Conceptual Change*, New York, Pergamon, 1999, p. 263-282.
- ECHEVARRIA, Jane, et Anne GRAVES, *Sheltered Content Instruction: Teaching English-Language Learners with Diverse Abilities*, Boston, Allyn and Bacon, 1998.
- EDWARDS, Anthony Davies, et David P. G. WESTGATE, *Investigating Classroom Talk*, 2^e éd., London, Falmer Press, 1994.
- FLEER, Marilyn, « Identifying Teacher-Child Interaction which Scaffolds Scientific Thinking in Young Children », *Science Education*, vol. 76, n° 4, 1992, p. 373-397.
- GARRISON, James W., et Michael L. BENTLEY, « Science Education Conceptual Change and Breaking with Everyday Experience », *Studies in Philosophy and Education*, vol. 10, 1990, p. 19-35.
- HALLDEN, Olle, « Conceptual Change and Contextualisation », dans Wolfgang Schnotz, Stella Vosniadou et Maria Carretero (dir.), *New Perspectives on Conceptual Change*, New York, Pergamon, 1999, p. 12-48.
- HAMERS, Josiane F., et Michel H. A. BLANC, *Bilinguality and Bilingualism*, Cambridge, Cambridge University Press, 2000.
- HARMELINK, Kimberly, « Learning the Write Way », *The Science Teacher*, vol. 65, 1998, p. 36-38.
- HEWSON, Peter W., et N. Richard THORLEY, « The Conditions of Conceptual Change in the Classroom », *International Journal of Science Education*, vol. 11, 1989, p. 541-553.
- HEWSON, Peter W., Michael E. BEETH et N. Richard THORLEY, « Teaching for Conceptual Change », dans Brian J. Fraser et Kenneth G. Tobin (dir.), *International Handbook of Science Education*, Dordrecht et Boston, Kluwer Academic Publishers, 1998, p. 199-218.

- HOLLIDAY, William G., Larry D. YORE et Donna E. ALVERMANN, « The Reading-Science Learning-Writing Connection: Breakthroughs, Barriers, and Promises », *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 31, 1994, p. 877-893.
- INAGAKI, Kayoko, et Giyoo HATANO, *Young Children's Naïve Thinking about the Biological World*, New York, Psychology Press, 2002.
- KEYS, Carolyn W., « Revitalizing Instruction in Scientific Genres: Connecting Knowledge Production with Writing to Learn in Science », *Science Education*, vol. 83, 1999, p. 115-130.
- KLEIN, Perry D., « Reopening Inquiry into Cognitive Processes in Writing-To-Learn », *Educational Psychology Review*, vol. 11, 1999, p. 203-270.
- KRASHEN, Stephen, « Language Shyness and Heritage Language Development », dans Stephen Krashen, Lucy Tse et Jeff McQuillan (dir.), *Heritage Language Development*, Culver City (Californie), Language Education Associates, 1998, p. 41-49.
- LAPLANTE, Bernard, « Le constructivisme en didactique des sciences – dilemmes et défis », *L'apprentissage et l'enseignement des sciences et des mathématiques dans une perspective constructiviste, Éducation et francophonie*, vol. 25, n° 1, 1997, [En ligne], <http://www.acelf.ca/revue/auteurs.html> (16 mai 2002).
- LAPLANTE, Bernard, « Des élèves de sixième année apprennent à parler des réactions chimiques », dans Diana Masny (dir.), *La culture de l'écrit : les défis à l'école et au foyer*, Outremont, Éditions Logiques, 2001, p. 105-141.
- LEGENDE, Renald, *Dictionnaire actuel de l'éducation*, 2^e édition, Montréal, Guérin, 1988.
- LEMKE, Jay L., *Talking Science: Language, Learning and Values*, Norwood (New Jersey), Ablex Pub. Corp., 1990.
- LEMKE, Jay L., « Teaching All the Language of Science: Words, Symbols, Images and Actions ». International Conference on Ideas for a Scientific Culture », Museo de Ciencia / Fondation La Caixa, Barcelone, 1998, [En ligne], [<http://academic.brooklyn.cuny.edu/education/jlemke/papers/barcelon.html>] (20 juin 2002).
- MACBETH, Douglas, « On an Actual Apparatus for Conceptual Change », *Science Education*, vol. 84, 2000, p. 228-260.
- MASON, Lucia, « Sharing Cognition to Construct Scientific Knowledge in School Context: The Role of Oral and Written Discourse », *Instructional Science*, vol. 26, 1998, p. 359-389.
- NERSESSIAN, Nancy J., « Conceptual Change in Science and in Science Education », dans Michael R. Matthews (dir.), *History, Philosophy and Science Teaching: Selected Readings*, Toronto, OISE Press ; New York, Teachers College Press, 1991, p. 126-142.
- NORRIS, Stephen P., et Linda M. PHILLIPS, « How Literacy in Its Fundamental Sense is Central to Scientific Literacy », *Science Education*, vol. 87, 2003, p. 224-240.
- OSBORNE, Jonathan, « Science without Literacy: a Ship Without a Sail? », *Cambridge Journal of Education*, vol. 32, 2002, p. 203-218.
- OSBORNE, Jonathan, Shirley SIMON et Sibel ERDURAN, « Enhancing the Quality of Argumentation in School Science », communication présentée à la conférence internationale « Ontological, epistemological, linguistic and pedagogical considerations of language and science literacy: empowering research and informing instruction », Victoria (Colombie-Britannique), septembre 2002.
- PINTRICH, Paul R., Robert W. MARX et Robert A. BOYLE, « Beyond Cold Conceptual Change: The Role of Motivational Beliefs and Classroom Contextual Factors in the Process of Conceptual Change », *Review of Educational Research*, vol. 63, 1993, p. 167-199.
- POSNER, George J., Kenneth A. STRIKE, Peter W. HEWSON et William A. GERTZOG, « Accomodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change », *Science Education*, vol. 66, 1982, p. 211-227.
- PROGRAMME INTERNATIONAL POUR LE SUIVI DES ACQUIS DES ÉLÈVES, *À la hauteur : la performance des jeunes du Canada en lecture, en mathématiques et en sciences*, 2001, [En ligne], [http://www.pisa.gc.ca/pisa/brochure_f.shtml] (10 décembre 2001).
- PRUNEAU, Diane, et Claire LAPOINTE, « Un, deux, trois, nous irons au bois... L'apprentissage expérientiel et ses applications en éducation relative à l'environnement », *Éducation et francophonie*, vol. 30, n° 2, 2002, [En ligne], [<http://www.acelf.ca/revue/>] (12 janvier 2004).
- REDDY, Maureen, Patty JACOBS, Caryn MCCROHON et Rupert R. HERRENKOHLE, *Creating Scientific Communities in the Elementary Classroom*, Portsmouth (New Hampshire), Heinemann, 1998.
- RIVARD, Léonard P., « A Review of Writing to Learn in Science: Implications for Practice and Research », *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 31, 1994, p. 969-983.
- RIVARD, Léonard P., « La langue : outil pour construire son savoir en sciences », *Spectre*, vol. 28, n° 1, 1998, p. 32-36.
- RIVARD, Léonard P., « Beyond Simply Writing: Argument and Persuasion in the Science Classroom », *The Manitoba Science Teacher*, vol. 43, n° 2, 2001, p. 19-24.
- RIVARD, Léonard P., et Larry D. YORE, « Review of Reading Comprehension Instruction: 1985-1991 », ERIC Document Reproduction Service, ED354144, 1993.
- RIVARD, Léonard P., et Stanley B. STRAW, « The Effect of Talk and Writing on Learning Science: An Exploratory Study », *Science Education*, vol. 84, 2000, p. 566-593.
- ROWELL, Patricia M., « Learning in School Science: The Promises and Practices of Writing », *Studies in Science Education*, vol. 30, 1997, p. 19-56.
- SAUVÉ, Lucie, *Pour une éducation relative à l'environnement*, Montréal, Guérin, 1994.

Un modèle pédagogique pour améliorer l'apprentissage des sciences

- SIMICH-DUDGEON, Carmen, « Classroom Strategies for Encouraging Collaborative Discussion », dans Patricia Anne DiCerbo (dir.), *Directions in Language and Education*, n° 12, Washington, National Clearinghouse for Bilingual Education, 1998.
- STAPLES, Rebecca, et Russ HESELDEN, « Science Teaching and Literacy, part 1: Writing », *School Science Review*, vol. 83, 2001, p. 35-46.
- STRIKE, Kenneth A., et George J. POSNER, « A Revisionist Theory of Conceptual Change », dans Richard Alan Duschl et Richard J. Hamilton (dir.), *Philosophy of Science, Cognitive Psychology, and Educational Theory and Practice*, Albany (New York), State University of New York Press, 1992, p. 147-176.
- THE NATIONAL COMMISSION ON MATHEMATICS AND SCIENCE TEACHING FOR THE 21ST CENTURY, *Before It's Too Late: A Report to the Nation from the National Commission on Mathematics and Science Teaching for the 21st century*, 2000, [En ligne], [<http://www.ed.gov/inits/Math/glenn/toolate-execsum.html>] (11 décembre 2001).
- TYNJÄLÄ, Päivi, Lucia MASON et Kirsti LONKA (dir.), *Writing as a Learning Tool: Integrating Theory and Practice*, Dordrecht (Pays-Bas), Kluwer Academic Publishers, 2001.
- VOSNIADOU, Stella, et Christos IOANNIDES, « From Conceptual Development to Science Education: a Psychological Point of View », *International Journal of Science Education*, vol. 20, 1998, p. 1213-1230.
- WAGNER, Serge, et Pierre GRENIER, *Analphabétisme de minorité et alphabétisation d'affirmation nationale, à propos de l'Ontario français*, Toronto, ministère de l'Éducation de l'Ontario, 1991.
- WELLINGTON, Jerry, et Jonathan OSBORNE, *Language and Literacy in Science Education*, Buckingham (Royaume-Uni), Open University Press, 2001.
- WELLS, Gordon, et Gen Ling CHANG-WELLS, *Constructing Knowledge Together: Classrooms as Centers of Inquiry and Literacy*, Portsmouth (New Hampshire), Heinemann, 1992.
- YORE, Larry D., « Enhancing Science Literacy for All Students with Embedded Reading Instruction and Writing-To-Learn Activities », *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, vol. 5, 2000, p. 105-122.