

Apprentissages mathématiques en situation : une perspective constructiviste

Philippe Jonnaert

Volume 22, Number 2, 1996

Les apprentissages mathématiques en situation

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/031879ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/031879ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Revue des sciences de l'éducation

ISSN

0318-479X (print)

1705-0065 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Jonnaert, P. (1996). Apprentissages mathématiques en situation : une perspective constructiviste. *Revue des sciences de l'éducation*, 22(2), 233–252. <https://doi.org/10.7202/031879ar>

Article abstract

The concept of "situation" takes on various meanings which vary in relation to the epistemological paradigm used. This article presents a constructivist interpretation of those situations developed for school-based mathematics learning. Several directions for elaborating situations which have meaning for students are presented. Following a description of the context and the epistemological paradigm within which the present proposals are made, the author develops a constructivist approach for defining situations.

Apprentissages mathématiques en situation: une perspective constructiviste

Philippe Jonnaert
Professeur

Université de Sherbrooke

Résumé – Le concept de situation peut prendre des significations très différentes en fonction du paradigme épistémologique auquel il se réfère. Cet article propose une réflexion constructiviste sur les situations proposées dans le cadre d'apprentissages scolaires en mathématiques. Il ouvre quelques pistes pour l'élaboration de situations porteuses de signification pour les élèves. Après avoir identifié le contexte et le paradigme épistémologique à l'intérieur desquels la réflexion proposée s'inscrit, l'article développe une approche constructiviste des situations.

«L'environnement, tel que nous le percevons, est notre invention»
von Foerster (1988, p. 46)

Un contexte

La réflexion proposée dans ces lignes s'inscrit dans le contexte spécifique d'une classe de l'école primaire. Trois partenaires se rencontrent journalièrement dans ce cadre spatiotemporel particulier: des élèves, un enseignant et un contenu d'apprentissage scolaire. Ils y vivent ensemble, entre autres, des expériences d'enseignement et d'apprentissage.

Un contenu

Les contenus auxquels ce texte fait référence sont mathématiques. Lorsque l'élève apprend, il apprend quelque chose. Chaque domaine du savoir a sa structure, sa logique, ses paradigmes... L'artiste peintre, le géologue, le géographe ou l'architecte ne posent sans doute pas le même regard sur le site qu'ils observent (Barth, 1993). La spécialité de chacun n'exclut cependant pas le dialogue. Les contenus mathématiques proposés dans cette classe sont médiatisés. L'élève ne les découvre pas à l'état brut, *ex nihilo*. Il les rencontre plutôt dans une relation de médiation établie par l'enseignant. L'élève n'apprend pas seul. Non seulement il construit ses connaissances¹ dans

l'interaction avec les autres élèves, mais il le fait parce que l'enseignant, ce médiateur, le place dans un cheminement qui lui permettra de passer de la dépendance à l'autonomie par rapport à ces savoirs mathématiques (Vygotsky, 1985).

Rapidement brossé, tel est le décor de la réflexion que propose ce texte: des élèves, un enseignant et un contenu mathématique médiatisé dans un cadre spatio-temporel particulier. Que signifie alors «mettre les apprentissages mathématiques en situation»? Encore faut-il préciser ce que peut être une situation dans ce contexte!

Entrée par les savoirs scolaires dans les situations

Les pédagogues désignent souvent, par «situation», une catégorie d'activités proposée aux élèves au même titre que le sont les exercices systématiques, les problèmes à résoudre, les activités de synthèse ou de structuration, les jeux ...

Dans de telles situations, l'enseignant a «habillé» – ou «déguisé» – des structures mathématiques pour les présenter aux élèves (Reyser, 1991). L'habillage désigne alors tout ce qui n'est pas pertinent pour le traitement de la structure mathématique proposée. Bastien (1987) décrit la manière dont il a «habillé» trois rapports numériques pour réaliser quatre énoncés de problèmes aux fins d'une de ses recherches:

les quatre problèmes comportaient rigoureusement les mêmes valeurs numériques, soit $62/185$, $66/170$, $62/170$. Seules variaient les thématiques verbales, c'est-à-dire ce que les rapports étaient censés représenter. Les pédagogues appellent cette variation l'habillage du problème désignant par là ce qui n'est pas pertinent du point de vue de la résolution² (Bastien, 1987, p. 10).

Ce chercheur entre dans les situations par les savoirs scolaires.

Cette approche met le contenu mathématique en situation (ou plutôt en scène) dans un objectif d'enseignement. Il s'agit d'un schéma didactique réducteur (Brun et Conne, 1990, p. 264), voire paradoxal. Devant de telles situations, les élèves sont en présence d'objets-pour-enseigner et doivent construire des connaissances mathématiques indépendamment des thématiques verbales plaquées sur les structures mathématiques. De son côté, l'enseignant postule qu'il lui suffit de façonner, de modeler, d'habiller un contenu d'enseignement pour que les élèves l'apprennent.

Dans cette perspective, la démarche de l'enseignant s'inscrit dans un paradigme³ épistémologique réaliste en vertu duquel un savoir à apprendre peut être accommodé et agencé pour l'apprentissage indépendamment de celui qui apprend. Le savoir existe, dans ce cas, hors de celui qui le découvre. Cette optique associationniste établit une relation linéaire entre la situation préparée (l'habillage) par l'enseignant et l'acquisition de connaissances par les élèves.

Comment les élèves pourront-ils donner du sens⁴ à ces mathématiques mises en scène de la sorte?

Du sens

Le sens (Baruk, 1985, p. 38) naît d'un consensus, d'un accord qu'entretiennent entre eux les mots et les choses, les mots et les idées, les mots et les sentiments. Quel consensus existe-t-il entre ces situations d'habillage, ces mises en scène artificielles du savoir et le contenu mathématique lui-même? Car c'est bien de ce premier consensus que peut naître le sens des apprentissages mathématiques. Un lien étroit doit exister entre la situation proposée et le savoir mathématique à apprendre. Mais ce n'est pas suffisant, les autres partenaires présents dans le contexte évoqué, les élèves et l'enseignant, doivent aussi s'arrimer à cette situation.

Le sens des apprentissages mathématiques apparaît dans les situations qui suscitent une série d'interactions entre les élèves, la situation, le savoir mathématique médiatisé et l'enseignant. Le sens naît de ces interactions, il n'apparaît cependant pas dans n'importe quelle situation!

Il est utile de s'écarter du paradigme épistémologique⁵ strictement réaliste pour comprendre ces situations. Les propos qui suivent distillent les premiers ingrédients de la posture épistémologique qui régit la présente réflexion.

Entrée par les connaissances de l'élève dans les situations

Pour Lubomirski (1983, cité par Sierpinska, 1995, p. 54), les objets mathématiques sont abstraits. Ils ne s'expriment donc que sous forme de représentation. Aussi, Lubomirski considère-t-il une situation mathématique comme une représentation complexe de la tâche mathématique envisagée. Cette représentation contient tous les éléments du savoir mathématique présents, à ce moment-là, dans la conscience du sujet. Sa décision quant à l'activité cognitive à entreprendre et à la façon de la réaliser dépend de ces matériaux activés dans son répertoire cognitif⁶. Sierpinska (*Ibid.*, p. 55) précise qu'il est possible qu'un mathématicien-chercheur travaille simultanément avec plusieurs systèmes de représentations complexes, mais assez flexibles pour permettre le passage d'un ensemble de règles de représentation à un autre.

Brun et Conne (1990, p. 266) présentent la représentation d'une situation comme l'ensemble des contenus organisés de la pensée du sujet à propos de cette situation. Brun et Conne (1990), mais aussi Saada-Robert (1989), ne dissocient pas «représentation de la situation» et «situation». Ils fusionnent ces deux aspects en une entité fonctionnelle. Celle-ci permet de comprendre l'acquisition des connaissances en situation. La représentation est, dans ce cas, la fonction qui prend en charge les interactions entre connaissances de l'élève et caractéristiques de la situation.

Les connaissances du sujet sont organisées dans la représentation qu'il se fait de la situation. Elles dépendent donc du contexte situationnel. En effet, en s'activant non seulement elles s'accommodent à lui, mais en plus elles servent de relais à l'information tirée des caractéristiques de la situation (Saada-Robert, 1989).

La représentation a ainsi une double fonction:

- 1) elle permet de traduire les connaissances qui acquièrent une signification dans leur rapport avec les données de la situation; (réciproquement, elle permet de traduire les caractéristiques de la situation qui acquièrent une signification dans leur rapport avec les connaissances du sujet);
- 2) elle permet de traiter la situation grâce à l'organisation qu'elle fournit aux connaissances entre elles (cette organisation s'établit en articulation avec la situation).

La situation que l'élève traite est donc essentiellement sa représentation de la situation. Cette représentation est faite de l'articulation entre les connaissances de l'élève et les caractéristiques qu'il retient de la situation. Cette situation est conflictuelle s'il y a des incompatibilités entre les connaissances de l'élève et les exigences de la situation. Cette incompatibilité peut amener l'élève à rejeter certaines connaissances, à en adopter d'autres ou à en construire de nouvelles.

Cette approche ne dissocie pas le sujet et ses connaissances de la situation à laquelle il est confronté. Bien plus, la situation que le sujet traite n'est autre que sa représentation de la situation. Ces auteurs (Brun et Conne, 1990; Lubomirski, 1983; Saada-Robert, 1989; Sierpiska, 1995) suggèrent ainsi une approche des situations bien différente de l'habillage décrit par Bastien (1987). Ce qui compte cette fois, ce n'est plus seulement la mise en situation du contenu mathématique, mais bien la représentation que le sujet se fait de la situation.

Les travaux d'Escarabajal (1988) laissent entendre que l'élève ne traite pas nécessairement la situation à laquelle le confronte l'enseignant. Il agit plutôt, au départ, de la représentation qu'il se fait de cette situation. D'autres travaux⁷ confirment ces observations. Certains d'entre eux montrent la variété des représentations d'une situation observées auprès d'élèves d'une même classe.

Ainsi, Peltier (1991) a analysé les représentations que les élèves d'une classe de quatrième primaire se font d'un même énoncé habillant une structure additive donnée. La diversité des représentations mises en évidence lui permet de poser l'hypothèse que les élèves travaillent plutôt sur leur représentation de la situation que sur la situation présentée par l'enseignant.

Dans un même ordre d'idées, les travaux de Dumont (1996, dans ce numéro) montrent que les élèves reconstruisent la structure de l'opération arithmétique qui leur est proposée avant de la traiter. Confrontés à une même structure arithmétique (qui leur est proposée par l'expérimentateur), les différents élèves ne réalisent cependant

pas la même opération. Les représentations de ces élèves mettent ainsi en péril les typologies les plus communément utilisées pour classer les situations mettant en scène des opérations arithmétiques, par exemple, la typologie de Riley (Riley, Greeno et Heller, 1983).

Dans cette perspective, Fijalkow (1995, p. 18) précise que l'apprentissage n'est pas un processus purement cognitif ni le résultat du seul développement de l'individu. L'apprentissage ne peut être expliqué indépendamment du contexte dans lequel il se déroule. La situation proposée à l'élève prend alors toute son importance.

L'entrée dans la situation est inversée: l'apprenant y occupe désormais une place de choix.

La situation mathématique ne peut se concevoir indépendamment du réseau des connaissances de celui qui apprend. Elle ne peut vraiment plus exclure les savoirs scolaires à apprendre: les contenus mathématiques.

Mais comment cette interaction entre une situation, la représentation qu'un élève s'en fait et les connaissances qu'il active à son propos et les savoirs mathématiques, peut-elle s'organiser? Ces interactions entre connaissances, savoirs et situation s'inscrivent dans une dynamique sociale.

Si l'entrée dans les situations, par les connaissances de l'élève, est intéressante, ces connaissances doivent cependant être mises en interaction avec d'autres dimensions. C'est ici qu'intervient la médiation par l'enseignant.

Entrée par la médiation dans les situations

Dans un tel contexte, l'enseignant médiateur n'est pas celui qui déguise les savoirs mathématiques dans des situations. Son travail de médiateur consiste plutôt à mettre en interaction plusieurs réseaux de savoirs: 1) celui du savoir-objet-d'enseignement dont il est l'interprète (les savoirs mathématiques décrits dans les programmes et les manuels scolaires), 2) celui des connaissances de l'élève et des représentations qu'il met en jeu (Legendre, 1995, p. 12) et 3) celui des exigences et des contraintes de la situation.

Cette situation doit cependant être replacée dans le décor évoqué au début de ce texte: une classe de l'école primaire, des élèves qui apprennent des mathématiques médiatisées, un enseignant-médiateur (qui balise le cheminement de ces derniers) et un cadre spatiotemporel particulier. Dans ce contexte, les situations évoquées ont pour finalité de permettre à l'élève de développer des connaissances en réalisant un certain nombre d'activités.

Mais de quelle nature peuvent être ces activités? L'essentiel de l'activité cognitive de l'élève n'est pas l'assimilation des différents savoirs scolaires que l'enseignant met en scène (ou en situation), d'une façon ou d'une autre, dans la vie de la classe.

L'essentiel se situe plutôt dans la mise en ordre, par l'élève lui-même, des expériences qu'il a des situations dans lesquelles ses connaissances ont pu fonctionner jusqu'à ce jour. Dans les situations proposées en classe, il se construit lui-même tout en construisant ses rapports au monde, aux autres et à ses propres connaissances.

Sans cesse, l'élève cherche à construire le monde en se construisant, globalement et situationnellement, de façon à pouvoir s'y insérer et à y adopter une position viable (Pépin, 1994, p. 77). L'école, dans son ensemble, mais aussi dans ses aspects singuliers, situationnels et ponctuels, est incluse dans ce monde avec lequel l'élève crée des rapports. L'élève se construit en construisant le monde. Il n'est jamais dissociable de la situation qu'il traite.

L'élève, dont la représentation de la situation est la situation qu'il traite, est engagé directement dans les rapports dialectiques qu'il établit avec ce qui est différent de lui dans son environnement! À partir de ces échanges avec les situations, avec le contenu mathématique et avec les autres élèves, mais aussi avec l'enseignant, l'élève construit ses propres connaissances. Il ne retient que celles qui sont actuellement viables pour lui. Ces connaissances sont fonction de la situation dans laquelle elles sont pertinentes. Elles sont temporaires et viables jusqu'au moment où elles sont contredites par de nouvelles situations. C'est dans cette dialectique que la situation proposée aux élèves trouve sa signification et sa raison d'être.

Cette mise en interaction des réseaux de connaissances et de savoirs nécessite une médiation. Il s'agit de l'essentiel de la tâche de l'enseignant. L'enseignant est alors considéré comme un médiateur entre le sujet qui apprend et le savoir mathématique à construire. Ce médiateur a pour fonction d'ajuster les situations proposées aux élèves en prenant en considération autant les savoirs mathématiques que les connaissances de l'élève. Il poursuit l'objectif de les faire interagir. Pour cela, il observe et analyse sans cesse l'activité de l'élève sur la situation. Il évalue et étend les limites de l'expérience que ce dernier peut développer dans la situation proposée (Brown, 1982). Un apprentissage nécessite un va-et-vient permanent entre les caractéristiques de la situation et les représentations de l'élève, la médiation de l'enseignant se situe entre autres à ce niveau. Par ailleurs, un apprentissage demande à l'enseignant-médiateur de susciter les interactions entre les élèves, mais aussi, dans la perspective de Vygotsky (1985), de jouer son rôle d'adulte et d'expert dans le cheminement de l'apprenant.

Le lecteur peut découvrir le travail de l'enseignant-médiateur à travers l'exemple relatif au statut du nombre 20.

Un exemple: le statut du nombre 20

Cette section présente un exemple observé dans une classe de première primaire (Jonnaert, 1994a, p. 254-255). Il permet de découvrir les connaissances que l'élève active pour traiter une situation en fonction de la représentation qu'il se construit

de la situation elle-même. L'illustration permet également de déceler la démarche de l'enseignant-médiateur. Cette démarche ne peut cependant être comprise qu'après une clarification du concept de viabilité des connaissances, également évident à travers l'exemple suggéré.

Un jeu ordinal⁸ est proposé aux élèves d'une classe de première primaire. Ce jeu répond à la règle: «compte à partir de... » (la borne inférieure étant fournie). Il s'agit d'ordonner une série de 5 nombres (inférieurs ou égaux à 20) présentés dans le désordre sur des cartons et de les disposer en ordre croissant dans un calibre de 10 cases vides. La suite des cinq nombres n'est pas complète. Pour représenter les nombres manquants entre deux nombres donnés, l'élève doit laisser autant de cases vides qu'il y a de nombres manquants entre ces deux nombres.

- 1) Jeu de cinq cartons distribués à l'élève.

17	14	15	16	20
----	----	----	----	----

- 2) Grille de 10 cases sur laquelle l'enfant doit placer ses cartons en commençant par placer le plus petit nombre dans la première case à sa gauche.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- 3) Consigne – «Place les cartons dans l'ordre croissant. Tu places le plus petit nombre dans la première case.»

- 4) Résultat obtenu avec l'élève interviewé.

14	15	16	17						20
----	----	----	----	--	--	--	--	--	----

Lors de la réalisation de ce jeu, certains élèves placent systématiquement le nombre 20 dans la dernière case à droite du calibre. Lorsque l'expérimentateur analyse la vidéo de l'activité de ces élèves, il observe que ces derniers placent en premier lieu le carton du nombre 20 dans la dernière case à droite du calibre. Ils placent ensuite le plus petit nombre dans la première case à gauche du calibre. Ils disposent ensuite les autres nombres en tenant compte uniquement de la borne inférieure (le plus petit nombre placé dans la première case à gauche). Ils négligent le nombre 20 qu'ils ont cependant placé en premier lieu.

Voici ce qu'exprime un de ces élèves à propos de sa démarche.

Expérimentateur	Pourquoi as-tu placé le 20 à cet endroit?
Élève	Parce que c'est sa place.
Expérimentateur	Tu en es certain?
Élève	Oui.
Expérimentateur	Pourquoi?
Élève	C'est comme ça, ... c'est là la place de tous les 20!
Expérimentateur	Pourquoi est-ce que tu penses que c'est là la place de tous les 20?
Élève	C'est le plus grand qu'on apprend en première.
Expérimentateur	En es-tu certain?
Élève	Oui, le maître a dit qu'on irait pas plus loin cette année. (L'élève montre la ligne orientée des vingt premiers nombres affichée dans la classe.)
Élève	Regarde là; tu vois bien, c'est le dernier. (L'élève montre la place du nombre 20.)

Lorsque l'expérimentateur demande à ce même élève jusqu'à combien il peut compter, il récite la suite des mots-nombres bien au-delà de 20. À la question: «après "20" penses-tu qu'il y a encore des nombres», l'élève répond d'emblée qu'il y en a encore beaucoup.

Dans la situation de jeu proposée, pour l'élève interviewé, le nombre 20 est nécessairement le plus grand. De même, dans la vie de la classe de première primaire, pour cet élève, il n'y a pas de nombre au-delà de 20. En revanche, dès qu'il quitte le contexte scolaire, le nombre 20 change de statut et n'est plus le plus grand nombre.

La représentation que cet élève se fait du nombre 20 est directement fonction de la situation (un jeu numérique dans le cadre des apprentissages mathématiques de base en première primaire) dans laquelle il l'utilise, mais aussi du contexte global dans lequel ce jeu trouve sa légitimité (une première primaire et un programme scolaire à propos des apprentissages mathématiques: «cette année, nous étudierons les nombres jusqu'à "20"»... aurait dit le maître!). Bien plus, le statut de «plus grand nombre» n'est viable, pour le nombre 20, que dans ce contexte. Temporairement, l'élève accepte un compromis. Dès qu'il quitte le cadre scolaire, le nombre 20 change de valeur ordinale. Dans un contexte non scolaire, le nombre 20 peut ne plus jouer le rôle de plus grand nombre: cette position ordinale de 20 n'est plus viable.

Mais que faire avec cette représentation et puis, à partir de quel moment une connaissance n'est-elle plus viable?

La viabilité des connaissances

Cet exemple⁹, à la limite trivial, montre combien la connaissance de l'élève est primordiale dans la situation analysée. Elle est certes nécessaire, elle n'est cependant pas suffisante pour développer des apprentissages mathématiques. Cette connaissance, celle de l'élève, est le premier moteur de l'activité de l'élève dans la situation. L'élève réagit à la situation et aux tâches qu'il estime pouvoir réaliser en fonction de ses connaissances. Isolées, les connaissances de l'élève n'ont cependant qu'un intérêt limité pour l'apprentissage des mathématiques à l'école primaire. Le didacticien ne peut s'arrêter à cette unique dimension, il ferait de l'épistémologie et non de la didactique.

Les connaissances de l'élève acquièrent cependant un intérêt de premier ordre à partir du moment où elles sont mises en relation avec le savoir mathématique à apprendre. L'enseignant peut alors commencer son rôle de médiateur. Il met en interaction trois réseaux: celui du savoir-objet-d'enseignement dont il est l'interprète (dans l'exemple: la dimension ordinale des nombres entiers naturels) avec celui des connaissances de l'élève (sa connaissance de la suite numérique à l'école et hors de l'école et plus particulièrement sa représentation de la dimension ordinale du nombre 20 dans la situation proposée) et les exigences de la situation (les règles du jeu proposé à l'élève).

Dans la situation décrite, l'enseignant doit modifier une des règles du jeu proposé. La règle changée, la viabilité de la représentation de l'élève à propos de la dimension ordinale de 20 est ébranlée. Par exemple, l'enseignant peut proposer des cartons présentant des nombres immédiatement inférieurs à 20 (18 et 19), mais aussi immédiatement supérieurs à 20 (21 et 22). Il place ainsi l'élève dans une situation telle que sa représentation du nombre 20 n'est plus viable. Il ne pourra placer 20 qu'entre 19 et 21, et 21 sera encore suivi de 22. Dans ce cas, 22 devient le dernier et le plus grand nombre de la série alignée dans le calibre. Le nombre 20 perd, temporairement sans doute, le statut que lui avait attribué l'élève interviewé: cette représentation n'est plus viable.

La modification¹⁰ que l'enseignant apporte à la situation (le changement d'une règle du jeu dans l'exemple proposé) a pour fonction de permettre à l'élève de tester la viabilité des connaissances qu'il mobilise pour traiter la situation. Jouant sur la viabilité des connaissances de l'élève, l'enseignant remplit sa fonction de médiateur entre *connaissances* et *savoirs*.

Cet exemple permet de positionner les connaissances de l'élève par rapport aux situations qui lui sont proposées. La viabilité de ces connaissances à l'intérieur des situations en est le critère. L'enseignant met en interaction les différents réseaux de savoirs et de connaissances en présence au travers des situations qu'il propose à ses élèves et les modifications qu'il y apporte. Ces situations sont souples et flexibles, pas seulement en fonction du savoir-objet-d'enseignement, mais aussi en fonction des connaissances que l'élève accepte d'injecter dans la situation.

Ces situations ne sont donc plus une simple mise en scène d'un savoir-objet-d'enseignement.

Quelques fonctions des situations

Les situations sont intéressantes parce que l'élève y vérifie la viabilité de ses propres connaissances. Si ses connaissances ne sont plus viables, il doit les modifier, les adapter aux nouvelles exigences de la situation, parfois il doit en construire d'autres. Il effectue cette construction, sur la base des connaissances qui lui ont permis de fonctionner jusqu'à présent certes, mais aussi en fonction des savoirs-objets-d'enseignement et des exigences de la situation. Une des principales fonctions des situations proposées aux élèves est de permettre cette dialectique entre connaissances, savoirs-objets-d'enseignement et exigences de la situation.

En ce qui concerne l'élève, deux fonctions propres aux situations émergent des propos qui précèdent. Premièrement, elles permettent à l'élève de vérifier la viabilité de ses connaissances en les confrontant aux exigences de la situation et, deuxièmement, elles lui permettent de mettre en interaction ses connaissances avec les savoirs-objets-d'enseignement.

Ces situations remplissent bien entendu d'autres fonctions pour les élèves, notamment celles relatives à la construction du sens des connaissances. Mais cette construction du sens peut-elle se réaliser à l'extérieur de cette dialectique connaissances de l'élève/savoirs-objets-d'enseignement/exigences de la situation?

Du côté de l'enseignant, une fonction au moins se dégage de ces situations. Ces dernières, par le jeu sur la viabilité des connaissances de l'élève, permettent à l'enseignant d'exercer sa tâche de médiateur. En modifiant les règles du jeu, l'enseignant élargit ou rétrécit les exigences de la situation. Il permet ainsi à l'élève d'expérimenter ses connaissances. Il n'utilise pas à cette fin le critère de vérité des savoirs mathématiques, mais bien celui de viabilité des connaissances dans les situations.

Ces situations aux fonctions multiples ne se réduisent plus à de simples habillages artificiels de structures mathématiques.

Elles sont complexes, car elles interagissent avec différents réseaux de connaissances et de savoirs. Elles sont flexibles, car elles peuvent étendre ou réduire leurs exigences et leurs contraintes afin de permettre la mise à l'épreuve des connaissances de l'élève. Elles sont contraignantes, car elles remettent en question les connaissances de l'élève. Elles sont mathématiques, car elles ont pour finalité le développement de compétences mathématiques chez l'élève.

Des situations de ce type ne peuvent s'inscrire que dans un paradigme épistémologique qui accepte la dialectique entre connaissances et savoirs.

Un autre paradigme épistémologique

Une telle approche nécessite un changement radical de paradigme épistémologique. Le critère n'est plus la vérité d'un savoir externe à l'élève (les savoirs mathématiques décrits dans les programmes et les manuels scolaires). Le critère est la viabilité des connaissances de l'élève. Il n'est plus possible de penser l'enseignement des mathématiques indépendamment de celui qui apprend. Il n'est plus possible de programmer des séquences d'enseignement/apprentissage en ignorant le matériau de base de ces séquences: les connaissances de l'élève.

D'un paradigme réaliste, celui qui permet une organisation des contenus d'apprentissage essentiellement externe à l'apprenant, il s'agit de passer à un paradigme constructiviste, celui qui nécessite la prise en compte des connaissances de l'élève pour organiser les apprentissages.

Aujourd'hui, les didacticiens des mathématiques, mais aussi ceux des autres disciplines scolaires, se situent à un carrefour de leur réflexion qui ressemble fort à une révolution scientifique au sens de Kuhn (1983). Le changement de paradigme auquel ces chercheurs participent ne se fait pas sans prises de position, sans débats, sans discussions, sans querelles d'école..., mais ce débat est bien présent actuellement, au moins au niveau de la réflexion proposée par les chercheurs en didactique (Larochelle et Bednarz, 1994)¹¹.

Mais que comprendre par paradigme constructiviste?

Un paradigme constructiviste

Le constructivisme abandonne définitivement l'idée d'une connaissance qui soit une sorte de copie conforme de la réalité externe.

Ruel (1994, p. 38-39) articule sa réflexion sur le constructivisme autour de deux postulats: 1) le savoir n'est pas transmissible passivement, il est construit activement par le sujet; 2) la cognition est une fonction adaptative, elle sert à l'organisation du monde de l'expérience plutôt qu'à la découverte d'une réalité ontologique.

Les connaissances sont construites par le sujet à travers les expériences qu'il vit dans son environnement. Dans ce cas,

[...] la notion de savoir-reflet ou de savoir-lecture, qui colporte un sens d'empreinte ou d'image du réel dans notre connaissance, semble tout à fait illusoire, voire utopique. La connaissance entendue comme une copie plus ou moins achevée de la réalité n'a plus de sens puisque nous n'avons accès à la réalité que par nos représentations» (Ruel, 1994, p. 39).

Les situations évoquées dans ce texte ainsi que leurs fonctions s'inscrivent directement dans la perspective des deux postulats constructivistes décrits précédemment. Bien plus, c'est grâce à ces postulats qu'elles trouvent toute leur signification.

Mais ces situations se déroulent dans le contexte de classe précisé au début du texte. Les échanges que les élèves et les enseignants établissent entre eux apportent, dans la lignée des écrits de Vygotsky (1985), une autre dimension au paradigme constructiviste. Le rôle majeur de l'enseignant-médiateur et des autres élèves, dans les processus de construction des connaissances, impose la prise en considération des multiples interactions qu'ils établissent entre eux.

Le constructivisme proposé dans ces lignes est donc un constructivisme interactionniste. Mais quelles situations peuvent s'inscrire dans un tel paradigme?

Les situations

Les propos de ce texte sont didactiques. Parler de situation évoque nécessairement le concept de situation didactique. Brousseau (1982) le définit comme un ensemble de rapports, implicites ou explicites, entre un élève ou un groupe d'élèves, un certain milieu, comprenant éventuellement du matériel, et un système éducatif, le professeur, organisé aux fins de l'appropriation par les élèves d'un savoir constitué.

Pour Margolinas (1993, p. 33), il s'agit d'une situation qui se noue, le plus souvent dans la classe, entre un maître et un ou des élèves autour d'un savoir à enseigner. Dans la situation didactique, les intentions d'enseigner et d'apprendre sont affichées. Le lecteur reconnaît le contexte précisé dès le premier paragraphe de la réflexion proposée dans le présent article.

Mais il ne suffit pas que des partenaires soient disposés autour d'une table pour qu'un dialogue s'établisse entre eux. Le contexte évoqué devient une situation didactique à partir du moment où un contrat¹², le contrat didactique, régit une série d'obligations qui engagent réciproquement les différents partenaires en présence. Pour Brousseau (1986, p. 51), le contrat détermine, explicitement pour une petite part, mais surtout implicitement, ce que chaque partenaire, l'enseignant et l'enseigné, a la responsabilité de gérer et dont il sera responsable, d'une manière ou d'une autre, devant l'autre. Brousseau (1986) précise en outre que ce qui intéresse le didacticien, c'est la part de contrat qui est spécifique au contenu.

Cette approche par le contrat didactique permet d'identifier trois principes importants pour le fonctionnement des situations didactiques (Jonnaert, 1994b, p. 216). L'idée du partage des responsabilités permet d'envisager des situations qui ne sont pas sous le contrôle exclusif de l'enseignant. La responsabilité de l'élève est prise en considération: il doit accepter d'accomplir son métier d'élève, à savoir appren-

dre. La prise en compte de l'implicite permet de faire fonctionner les situations didactiques autant sur les non-dits que sur les règles formulées explicitement. La prise en compte du rapport au savoir donne aux situations leur spécificité didactique. Elles ne sont intéressantes pour le didacticien que si un contenu d'apprentissage y est l'objet de toutes les attentions de l'enseignant. Les situations didactiques trouvent leur légitimité dans ce contenu à apprendre.

Au-delà des fonctions décrites dans les lignes qui précèdent, les situations didactiques disposent de principes qui leur donnent toute leur fonctionnalité: limitation et partage des responsabilités entre l'enseignant et les élèves, prise en considération autant des règles implicites que des règles explicites, importance du rapport au savoir.

Ces fonctions et ces principes définis sont-ils suffisants pour que quelque chose se passe dans une classe de mathématiques?

Un espace de dialogue

Ces fonctions et principes sont nécessaires; ils ne sont pas suffisants! Pour que ces situations permettent autant une activité des élèves qu'un travail pertinent de médiation de l'enseignant, il faut qu'un espace de dialogue existe réellement entre les trois partenaires évoqués depuis le début de ce texte: des élèves, un enseignant et un contenu mathématique. Et c'est là qu'intervient la première fonction du contrat didactique: mettre ces trois partenaires en interaction. Il s'agit de créer un véritable espace de dialogue entre les trois partenaires en présence. C'est dans cet espace, dans cette zone d'échanges, que les interactions entre les trois partenaires peuvent se vivre. Tant que cet espace de dialogue et de rencontre n'est pas défini, aucune interaction didactique ne s'établit entre les trois partenaires et aucune situation didactique ne fonctionne.

Mais comment créer cet espace de dialogue?

La triple exploration du savoir

L'enseignant doit effectuer plusieurs opérations pour créer cet espace de dialogue, notamment la triple exploration du savoir (Jonnaert, 1988, p. 46-53).

Traditionnellement, l'enseignant définit *a priori* les objectifs à l'intérieur desquels il précise les compétences qu'il souhaite voir maîtriser par ses élèves au terme d'une ou de plusieurs activités. Cette approche ne s'inscrit évidemment pas dans le paradigme constructiviste radical qui détermine la réflexion présentée dans ce texte. Une approche par objectifs postule qu'il est possible de définir, indépendamment de celui qui apprend, les contenus des apprentissages qu'il doit cependant vivre personnellement.

Cette perspective est toujours intéressante, elle ne définit cependant que des compétences virtuelles par rapport à un savoir, elle ignore les entrées que les apprenants utilisent pour construire ce savoir pour eux-mêmes. Un objectif, fût-il opérationnel, ne décrit que la balise minimale d'un apprentissage scolaire. Il définit une intention, voire une prétention d'apprentissage, il ne précise aucune modalité d'entrée dans le savoir pour que cet apprentissage existe réellement.

L'entrée dans l'objet d'apprentissage et d'enseignement doit envisager les trois dimensions suivantes: 1) le savoir institutionnalisé dans les programmes et les manuels scolaires, il est le résultat d'une transposition didactique; 2) les connaissances de l'enseignant à propos de ce savoir; 3) les connaissances de l'élève, ses représentations et ses obstacles à propos de ce même savoir. Ces trois dimensions sont indissociables. Aucun tabou ne peut masquer une seule d'entre elles. L'enseignant devra articuler les résultats de cette triple exploration dans une ou plusieurs situations. La situation qui est proposée aux élèves, pour qu'elle soit pertinente, doit prendre en considération le résultat de cette triple exploration du savoir. Bien plus, c'est de l'articulation étroite entre ces trois dimensions que se dégage toute l'efficacité des situations.

Mais alors, par quelles démarches l'enseignant doit-il passer pour préparer une situation didactique pertinente? Une série de questions sont posées et quelques pistes sont proposées pour y répondre (Jonnaert, 1986, 1988, 1994a).

Un contenu

Question Sur quoi devra porter l'apprentissage?

Réponse Déterminer un contenu; réaliser une analyse conceptuelle de ce contenu; identifier des entrées possibles dans ce contenu.

Les connaissances de l'enseignant

Question Mes connaissances d'enseignant sont-elles pertinentes par rapport au contenu envisagé?

Réponse Analyser ses propres compétences par rapport au contenu envisagé en réalisant les problèmes et les exercices relatifs à ce contenu; identifier ses forces, ses performances, ses lenteurs, ses hésitations, ses réticences et ses obstacles par rapport à ce contenu; analyser ses forces et ses faiblesses par rapport à ce contenu; se remettre à jour par rapport à ce contenu.

Une hypothèse d'objectif

Question Où les élèves devraient-ils arriver au terme de l'activité par rapport à ce contenu?

Réponse Formuler une hypothèse d'objectif dans laquelle l'enseignant présente des résultats d'apprentissage qu'il suppose voir apparaître au terme de l'activité; cette réponse suppose une exploration suffisante du savoir envisagé.

Un réseau de connaissances

Question Que croient connaître les élèves à propos du contenu envisagé?

Réponse Faire émerger¹³ les représentations des élèves à propos des contenus qui leur sont proposés; analyser ces représentations; organiser le réseau des connaissances à mettre en relation avec le contenu à apprendre.

Des chemins possibles

Question Avec ces connaissances, par quelles voies les élèves pourront-ils cheminer vers le savoir envisagé?

Réponse Articuler le réseau des connaissances des élèves aux entrées possibles pour aborder le contenu envisagé; identifier les tâches possibles pour permettre aux élèves de mettre à l'épreuve leurs connaissances.

Des situations

Question Dans quelles situations les élèves pourront-ils réaliser les tâches identifiées?

Réponse Préparer des situations dans lesquelles les élèves pourront réaliser les tâches identifiées à l'étape précédente.

Ces questions permettent à l'enseignant de dégager les matériaux de base de l'apprentissage envisagé à propos d'un contenu déterminé. C'est au départ de ces matériaux (relatifs aux savoirs, aux connaissances des élèves et aux connaissances de l'enseignant) qu'une situation pertinente pourra être préparée. Mais surtout, c'est au départ d'investigations et de questionnements de ce type qu'un espace de dialogue peut être défini pour qu'une activité se déroule effectivement entre ces trois partenaires: des élèves, un enseignant et un contenu.

Conclusion

Ce texte suggère une approche des situations qui ne veut être exclusive pour aucune des dimensions du savoir. Il recherche, par une perspective constructiviste, à proposer des situations signifiantes aux élèves. Celles au départ desquelles ils pourront vérifier la viabilité de leurs connaissances, les mettre à l'épreuve, les confirmer ou les infirmer, les réfuter et en construire de nouvelles, etc.

Quittant le domaine du seul habillage des contenus mathématiques, ce texte propose sommairement quelques voies pour permettre la construction de situations signifiantes pour les élèves.

Les situations retenues sont complexes, elles sont cependant très flexibles. Elles n'ont jamais pour ambition de permettre à l'élève de construire, en quelques séquences d'enseignement et d'apprentissage, les contenus des programmes scolaires de façon définitive, rigide et fermée. Elles n'enferment pas les connaissances des élèves dans des paradigmes, des axiomes, des propriétés, des théorèmes ou des vérités finis. Elles ont plutôt l'intention de rechercher les chemins possibles pour que l'élève adapte, ajuste, accomode, amende ou encore remette en cause ses connaissances pour en construire de nouvelles momentanément plus pertinentes. Ce processus n'est jamais terminé.

Le concept de viabilité est un des mots clés de ce texte. Il témoigne de la précarité des connaissances. Elles risquent toujours de disparaître devant les exigences de nouvelles situations auxquelles elles n'avaient, jusqu'à ce jour, pas encore été confrontées.

Les situations proposées à l'école doivent habituer l'élève à questionner sans cesse la viabilité de ses connaissances. Traiter des situations mathématiques, ce n'est pas rechercher des certitudes. Au contraire, c'est accepter le doute, la remise en cause de soi, de ses connaissances et de ses certitudes.

Cette attitude critique par rapport à ses connaissances permet à l'élève d'entrer dans des démarches pertinentes d'apprentissage. Les certitudes, les connaissances fermées sont trop souvent des obstacles à l'apprentissage.

Des situations pour douter, mais des situations pour faire évoluer ses connaissances!

L'idée d'obstacle est difficile, car elle heurte profondément le sens commun pédagogique. L'obstacle n'est pas l'ignorance, mais une connaissance positive qui, en d'autres circonstances, fonctionnerait assez bien comme outil. Enfin, l'obstacle est toujours dans la pensée même, jamais devant (Fabre, 1995, p. 85).

NOTES

1. L'auteur du texte reprend ici la distinction entre connaissance et savoir telle que Conne (1992) l'a établie. Très sommairement, par «savoir», il désigne les savoirs constitués qui ont trait au projet d'enseignement et, par «connaissance», ce qui relève du développement et de l'expérience du côté du sujet, en-deçà de toute objectivation en savoirs. Brun (1994) reprend cette distinction.
2. Les quatre situations retenues par Bastien (1987) pour habiller les trois rapports à ordonner (62/185, 66/170, 62/170) sont les suivantes:
 - comparer des stylo-feutres caractérisés par leur prix et le nombre de pages qu'ils pouvaient écrire (le premier coûtait 62 centimes et pouvait écrire 185 pages, etc.);
 - comparer des classes d'élèves caractérisées par le nombre d'enfants favorables à la création d'une chorale;
 - comparer des pluies caractérisées par le nombre de millimètres d'eau tombés en tant de minutes;
 - comparer des pentes de ski caractérisées par leur dénivelé et leur longueur.

Les résultats de Bastien (1987) montrent que les variations d'habillage réputées non pertinentes font apparaître d'importantes variations dans les performances observées chez les élèves qui traitent ces situations.

3. Le concept de paradigme est repris, ici, dans le sens de Kuhn (1983). Par paradigme, ce dernier évoque des découvertes scientifiques, universellement reconnues, qui, pour un temps indéterminé, fournissent à une communauté de chercheurs des problèmes types et des solutions. Toute recherche scientifique s'inscrit dans un paradigme qui définit ses théories, ses méthodes et l'interprétation des résultats obtenus. «L'étude historique minutieuse d'une spécialité scientifique donnée, à un moment donné, révèle un ensemble d'illustrations répétées et presque standardisées de différentes théories, dans leurs applications conceptuelles, instrumentales et dans celles qui relèvent de l'observation. Ce sont les paradigmes du groupe, exposés dans ses manuels, son enseignement et ses exercices de laboratoire» (Kuhn, 1983, p. 71).
4. Le lecteur intéressé par une réflexion sur le sens dans les travaux des didacticiens peut utilement se référer à l'ouvrage collectif rédigé sous la direction de Jonnaert et Lenoir (1993).
5. Au point de départ de toute réflexion didactique, il est important de clarifier la position épistémologique concernant le rapport du sujet connaissant à l'objet de connaissance. C'est ce que fait la didactique des mathématiques en adoptant (actuellement), pour ses propres problématiques, une position constructiviste et interactionniste (Brun, 1994, p. 71).
6. Par répertoire cognitif, l'auteur entend «l'ensemble des informations et des structures mentales susceptibles d'intervenir dans la réalisation d'une opération cognitive ou d'être modifiée par celle-ci. Ce répertoire cognitif inclut ce qu'Ausubel (1963) appelle la "structure cognitive" et il comprend aussi les éléments qui ne seraient pas structurés ou les associations non significatives; on peut aussi, si c'est nécessaire, distinguer le répertoire labile correspondant au contenu de la mémoire immédiate du répertoire proprement dit (stable) correspondant au contenu structuré et non structuré de la mémoire à long terme» (D'Hainaut, 1977, p. 160).
7. Depuis le début des années soixante-dix, de nombreux travaux des didacticiens des mathématiques ont porté sur les représentations des élèves: Bednarz et Dufour-Janvier (1986); Brousseau (1978, 1981, 1983); Janvier (1987); Jonnaert (1986, 1988); Jonnaert, Duquesne et Tourneur (1989); la rencontre CIEAEM de 1988 à Sherbrooke; Sierpinska (1985).
8. Le jeu présenté est décrit dans un recueil de 111 activités expérimentées dans des classes de première primaire à propos des apprentissages de base en mathématiques (Jonnaert, 1996).
9. L'exemple cité rappelle celui décrit par Brousseau (1983, p. 176): «un enfant de six ans sait distinguer des nombres jusqu'à 4 ou 5 à l'aide de procédés basés sur la perception. Ces procédés

deviennent "coûteux" et peu fiables dès que le nombre d'objets passe à 6 ou à 7. Ils échouent au-delà. Si l'on tente d'enseigner dans l'ordre les nombres 6, puis 7, puis 8, on se heurte à des difficultés nombreuses et croissantes et une période de désarroi apparaît. Au contraire, si l'on propose de comparer des collections de l'ordre de 10 à 15 objets, le modèle perceptif est si évidemment désavantageux, que l'enfant y renonce tout de suite et met en place de nouvelles stratégies (correspondance terme à terme)».

10. Lorsque l'enseignant modifie une règle du jeu dans la situation proposée à l'élève, il oblige l'élève à changer de représentation. Ce travail n'est pertinent que si l'enseignant effectue avec l'élève un retour à la fois sur la situation initiale et sur la représentation que l'élève s'en faisait au départ. Cette démarche est appelée «gestion du déplacement des situations problèmes» (GDSP), car elle nécessite sans cesse une reformulation de la situation (Jonnaert, 1986, 1988).
11. Le numéro 1 du volume XX de la *Revue des sciences de l'éducation*, coordonné en 1994 par Larochelle et Bednarz, présente de façon magistrale la situation actuelle du débat à propos du constructivisme et de ses impacts sur l'éducation. Dans ce même numéro, Morf (1994) questionne la réflexion des didacticiens à propos des apprentissages scolaires. Pour cet auteur, l'effet majeur du constructivisme est d'introduire dans les classes des stratégies d'enseignement et d'apprentissage fondées sur l'élaboration des connaissances par celui qui apprend lui-même.
12. Le lecteur intéressé par le contrat didactique pourra lire la critique qui en est faite dans Jonnaert (1994b).
13. Une importante documentation existe à propos des techniques d'émergence des représentations des élèves, tant à propos de concepts qu'à propos de situations qui leur sont proposés; le lecteur intéressé par ces approches peut utilement se référer à une typologie des techniques d'émergence des représentations élaborée par Jonnaert, Duquesne et Tourneur (1989).

Abstract – The concept of "situation" takes on various meanings which vary in relation to the epistemological paradigm used. This article presents a constructivist interpretation of those situations developed for school-based mathematics learning. Several directions for elaborating situations which have meaning for students are presented. Following a description of the context and the epistemological paradigm within which the present proposals are made, the author develops a constructivist approach for defining situations.

Resumen – El concepto de situación puede tomar diferentes significados en función del paradigma epistemológico al cual hace referencia. Este artículo presenta una reflexión constructivista sobre las situaciones propuestas dentro del marco de los aprendizajes escolares en matemáticas. Esto abre algunas pistas para la elaboración de situaciones significativas para los alumnos. Una vez identificados el contexto y el paradigma epistemológico, el artículo desarrolla un enfoque constructivista de las situaciones.

Zusammenfassung – Je nach dem epistemologischen Paradigma, auf den sich der Begriff der Situation stützt, kann dieser sehr verschiedene Bedeutungen annehmen. Dieser Artikel schlägt eine konstruktivistische Überlegung vor über die Situationen, die innerhalb des Mathematikunterrichts vorgeschlagen werden. Er macht einige Anregungen zur Schaffung von für die Schüler bedeutungsvollen Situationen. Der Artikel legt zunächst den Zusammenhang und das epistemologische Paradigma dar, zu dem die hier angestellte Überlegung gehört, und entwickelt dann eine konstruktivistische Methode der Situationen.

RÉFÉRENCES

- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York, NY: Grune and Stratton.
- Barth, B. M. (1993). *Le savoir en construction – Former à une pédagogie de la compréhension*. Paris: Retz.
- Baruk, S. (1985). *L'âge du capitaine*. Paris: Seuil.
- Bastien, C. (1987). *Schémas et stratégies dans l'activité cognitive de l'enfant*. Paris: Presses universitaires de France.
- Bednarz, N. et Dufour-Janvier, B. (1986). Une étude des conceptions inappropriées développées par les enfants dans l'apprentissage de la numération au primaire. *European Journal of Psychology of Education*, 1(2), 17-33.
- Brousseau, G. (1978). Étude locale des processus d'acquisition en situations scolaires. *Enseignement élémentaire des mathématiques*, 18, 7-21.
- Brousseau, G. (1981). Problème de didactique des décimaux. *Recherches en didactique des mathématiques*, 2(3), 37-127.
- Brousseau, G. (1982). *Ingénierie didactique* (notes personnelles prises lors de l'école d'été de didactique des mathématiques, juillet 1982)
- Brousseau, G. (1983). Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques*, 4(2), 165-198.
- Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherche en didactique des mathématiques*, 9(3), 33-115.
- Brown, A. L. (1982). Learning and development: The problems of compatibility, access and induction. *Human Development*, 25, 89-115.
- Brun, J. (1994). Évolution des rapports entre la psychologie du développement cognitif et la didactique des mathématiques. In M. Artigue, R. Gras, C. Laborde et P. Tavnignot (dir.), *Vingt ans de didactique des mathématiques en France – Hommage à Guy Brousseau et à Gérard Vergnaud* (p. 67-97). Grenoble: Éditions de la Pensée sauvage.
- Brun, J. et Conne, F. (1990). Analyses didactiques de protocoles d'observations du déroulement de situations. *Éducation et recherche*, 12(3), 261-285.
- Conne, F. (1992). Savoir et connaissance dans la perspective de la transposition didactique. *Recherche en didactique des mathématiques*, 12(2), 221-270.
- D'Hainaut, L. (1977). *Des fins aux objectifs de l'éducation – Un cadre conceptuel et une méthode générale pour établir les résultats attendus d'une formation*. Bruxelles: Labor.
- Escarabajal, M. C. (1988). Schémas d'interprétation et résolution de problèmes arithmétiques. *Revue française de pédagogie*, 822, 15-21.
- Fabre, M. (1995). *Bachelard éducateur*. Paris: Presses universitaires de France.
- Fijalkow, J. (1995). L'entrée dans l'écrit. In G. Vergnaud (dir.), *Apprentissages et didactique, où en est-on?* (p. 13-40). Paris: Hachette.
- Janvier, C. (1987). *Problems of representation in the teaching and learning of mathematics*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Jonnaert, P. (1986). L'analyse des préacquis cognitifs des élèves de l'enseignement fondamental au service des didactiques des mathématiques et des sciences expérimentale. Thèse de doctorat non publiée. SEMME, Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, Université de l'État, Mons, Belgique.
- Jonnaert, P. (1988). *Conflits de savoirs et didactique*. Bruxelles: De Boeck.
- Jonnaert, P. (1994a). *L'enfant-géomètre – Un autre regard sur la didactique des mathématiques à l'école fondamentale*. Bruxelles: Plantyn.
- Jonnaert, P. (1994b). [...] à propos du contrat didactique! *Cahiers de la recherche en éducation*, 1(2), 195-234.
- Jonnaert, P. (1996). *Construire le nombre*. Bruxelles: Plantyn.

- Jonnaert, P. et Lenoir, Y. (dir.) (1993). *Sens des didactiques et didactique du sens*. Sherbrooke: Éditions du CRP.
- Jonnaert, P., Duquesne, F. et Tourneur, Y. (1989). Vers une typologie des techniques d'émergence des préacquis cognitifs. *Mesure et évaluation en éducation*, 12(1), 41-69.
- Kuhn, T. S. (1983). *La structure des révolutions scientifiques*. Paris: Flammarion.
- Laroche, M. et Bednarz, N. (dir.) (1994). «Constructivisme et éducation» (numéro thématique). *Revue des sciences de l'éducation*, XX(1).
- Legendre, M. F. (1995). Transposition didactique et réflexion épistémologique. *Spectre*, février-mars, 9-15.
- Lubomirski, A. (1983). *Ouogolniani w matematyce*. Wrocław: Zakład Narodowy im. Ossolińskich (cité et traduit par Sierpiska, 1995).
- Margolinas, C. (1993). *De l'importance du vrai et du faux dans les classes de mathématique*. Grenoble: Éditions de la pensée sauvage.
- Morf, A. (1994). Une épistémologie pour la didactique: spéculations autour d'un aménagement conceptuel. *Revue des sciences de l'éducation*, XX(1), 29-40.
- Peltier, E. (1991). *Degré de familiarité et structure de situations didactiques*. Mémoire inédit, Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, Université Louvain-la-Neuve, Belgique.
- Pépin, Y. (1994). Savoirs pratiques et savoirs scolaires: une représentation constructiviste de l'éducation. *Revue des sciences de l'éducation*, XX(1), 63-85.
- Reyser, V. (1991). Analyse de quelques effets de l'habillage des situations dans la résolution de problèmes arithmétiques. *Pédagogies*, 1(1), 5-18.
- Riley, M. S., Greeno, J. G. et Heller, J. I. (1983). Development of children's problem-solving ability in arithmetic. In H. P. Ginsburg (dir.), *The development of mathematical thinking* (p. 83-98). New York, NY: Academic Press.
- Ruel, F. (1994). *La complexification conceptuelle des représentations sociales discursives à l'égard de l'apprentissage et de l'enseignement chez des futurs enseignants et enseignantes de sciences*. Thèse de doctorat non publiée. Département de didactique, Faculté d'éducation, Université Laval, Sainte-Foy.
- Saada-Robert, M. (1989). La microgenèse de la représentation d'un problème. *Psychologie française*, 34(2/3), 193-206.
- Sierpiska, A. (1995). *La compréhension en mathématiques*. Montréal: Modulo.
- von Foerster, H. (1988). La construction d'une réalité. In P. Watzlawick (dir.), *L'invention de la réalité – Contribution au constructivisme* (p. 45-69). Paris: Seuil.
- Vygotsky, L. S. (1985). *Pensée et langage*. Paris: Éditions sociales françaises.