

## **L'activité de schématisation réfléchie**

---

**Agnès CAMUS-MUSQUER**

*Docteur en Sciences de l'Education  
Laboratoires LAREF et CREN  
agnes.musquer@ec44.scolanet.org*

*RÉSUMÉ : L'étude réalisée ici cerne les conditions pédagogiques et didactiques, fondant l'activité de schématisation réfléchie, qui vont être susceptibles de favoriser chez les élèves une résolution pertinente des problèmes arithmétiques. C'est tout d'abord par l'identification des fonctions cognitives influentes pour la résolution des problèmes, puis par l'investigation du concept de symbolisation que nous pourrions décrire cette activité. Cette recherche revêt à la fois un aspect quantitatif et un aspect qualitatif. Les résultats font ressortir un retentissement positif de l'activité de schématisation réfléchie sur la résolution pertinente, par les élèves, des problèmes arithmétiques.*

*MOTS-CLÉS : problèmes arithmétiques, fonctions cognitives, représentation, espace problème de recherche, espace tâche de recherche, processus de symbolisation, schématisation réfléchie.*

---

## Introduction

---

La résolution de problèmes arithmétiques, chez les élèves de cycle 3, reste une activité scolaire où de nombreux élèves rencontrent encore des difficultés. Notamment, l'origine de la non-viabilité de l'espace problème de recherche construit par les élèves provient à la fois du fonctionnement cognitif des apprenants et de la nature intrinsèque de cette tâche. L'article présente les résultats d'une recherche qui analyse les conditions pédagogiques et didactiques qui peuvent favoriser la construction par l'élève d'un espace problème de recherche viable et, par conséquent, une résolution pertinente du problème posé. Après avoir fait état de la question de la viabilité de l'espace problème de recherche, nous exposerons le cadre théorique de la recherche, ce qui nous permettra de décrire l'activité de schématisation réfléchie dans ses dimensions pédagogiques et didactiques. Un aperçu de la méthodologie mise en place est ensuite exposé, suivi des résultats de la recherche et de leur interprétation.

### **1. La viabilité de l'espace problème de recherche**

Nous choisissons pour ce travail de centrer nos propos autour de la notion de représentation DENIS (1979), GIORDAN et de VECCHI (1990), JULO (1995), RICHARD (1990), JONNAERT (2001) et d'investir ce concept afin de comprendre ce qui fait problème. Trois formes de représentations (représentations imagées, représentations conceptuelles et représentations opérationnelles) permettent la construction d'un espace problème de recherche (représentation du problème à résoudre construite par l'élève). C'est la formation de ces représentations caractérisée par deux phases distinctes : l'objectivation et l'ancrage qui conduisent à l'élaboration, par l'élève, d'un schéma symbolique (espace problème de recherche) du problème posé. Ceci suppose de la part de l'élève la mise en œuvre de trois processus complémentaires : le processus d'interprétation et de sélection, le processus de structuration et le processus d'opérationnalisation JULO (1995). On considèrera donc que c'est la formation de représentations erronées qui conduira l'élève à une résolution inadéquate du problème posé.

Par ailleurs, nos premières investigations dévoileront un lien entre la viabilité des représentations du problème, construit par l'élève, et la mobilisation de quatre fonctions cognitives qui sont : le comportement exploratoire, le comportement comparatif, la pensée inférentielle et le comportement de vérification FEURSTEIN (1993). En effet, plus l'élève prend en compte les informations présentes dans l'énoncé, effectue des comparaisons entre sa première perception du problème, l'évoqué construit et l'énoncé lui-même, fait des rapprochements avec des procédures déjà engagées en formulant plusieurs hypothèses et prend le temps de vérifier son résultat, plus le schéma symbolique construit est proche du problème posé.

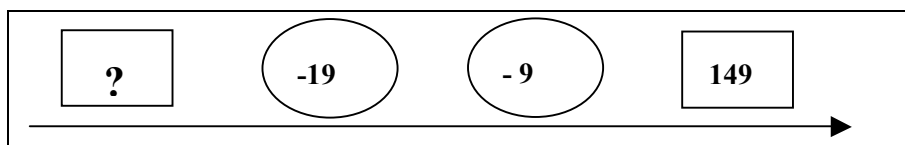
On parlera alors d'une adéquation entre l'espace problème de recherche (représentation construite par l'élève) et l'espace tâche de recherche (représentation experte du problème).

## 2. La représentation experte du problème ou espace tâche de recherche

Si nous choisissons un problème arithmétique de structure additive :

*En un mois, le prix de la console vidéo a d'abord baissé de 19 euros, puis de 9 euros. Elle coûte maintenant 149 euros. Combien coûtait-elle avant toutes ces réductions ?*

L'espace tâche de recherche correspondant au schéma symbolique expert sera le suivant (classification de VERGNAUD 1991).



Les espaces problèmes de recherche construits par les élèves au cours de la tâche de construction de problèmes isomorphes se situent pour la plupart dans les catégories suivantes :

**Catégorie A (2T) :** Lors de la construction d'un énoncé isomorphe, la structure de composition de l'énoncé cible est maintenue.

**Catégorie A :** Lors de la construction d'un énoncé isomorphe, la structure de composition de l'énoncé cible est maintenue, mais la composition des deux transformations est réduite à une transformation positive ou négative.

**Catégorie B :** Lors de la construction d'un énoncé isomorphe, la transformation composée disparaît. L'information relative à cette donnée est déplacée sur l'état final, et la question porte sur la transformation.

**Catégorie C :** Lors de la construction d'un énoncé isomorphe, deux transformations sont mentionnées mais la donnée « état final » est transformée en état initial et la question porte sur l'état final.

**Catégorie D :** Lors de la construction d'un énoncé isomorphe, une seule transformation est mentionnée, l'autre devient état initial et la question est posée sur l'état final.

Nous venons de catégoriser les espaces problèmes qui pourraient naître de la tâche sélectionnée. Cette catégorisation nous permettra lors de l'expérimentation d'établir un classement des élèves et de pouvoir mesurer, en début et en fin d'expérimentation, l'espace problème de recherche construit par chacun des élèves.

L'échec des élèves semble lié :

- a) à une mauvaise représentation du problème posé
- b) à une mauvaise gestion des différentes phases de la problématisation.

La problématique de recherche se formulera de la manière suivante :

Quelles sont les conditions pédagogiques et didactiques susceptibles de favoriser, lors de l'activité de résolution de problèmes arithmétiques, la mise en œuvre des fonctions cognitives (comportement exploratoire, comportement comparatif, pensée inférentielle, comportement de vérification) contribuant ainsi à réduire l'écart entre l'espace problème de recherche et l'espace tâche de recherche et faire évoluer ainsi l'élève vers la viabilité de l'espace problème de recherche ?

### 3. Le cadre théorique

La résolution des problèmes arithmétiques implique de faire des liens entre le connu et le non connu, une tâche et une autre, une procédure et une autre. Cette notion de liens a amené de nombreux chercheurs BASTIEN (1987), PLANCHON (1997), ESCARABAJAL (1988), BRETON (1991), JULO (1995), DESCAVES (1995), ADAM (1999), à travailler sur la théorie des schémas. Lors de la lecture d'un texte difficile comme un énoncé de problème, l'élève se trouve souvent en « surcharge cognitive » SWELLER (1970) et le schéma permet de fixer les informations perçues de manière à libérer la mémoire de travail. Cependant, l'utilisation des schémas ne permet pas à tous les élèves de réussir, certains progressent, d'autres stagnent et certains régressent. En effet, s'en tenir à transmettre aux élèves un schéma de la situation déjà construit ne leur permet pas de s'approprier progressivement les données transmises afin de les mettre en parallèle avec leurs connaissances antérieures. C'est pourquoi, plus que le produit schéma, c'est le processus de symbolisation qui guide notre recherche. Il se définit dans la complémentarité de deux sous-processus :

- un processus d'abstraction caractérisé par quatre fonctions : la fonction référentielle, la fonction prédicative, la fonction calculatoire, la fonction d'accompagnement de la pensée assurant tour à tour les processus d'interprétation, de sélection, de structuration et d'opérationnalisation VERGNAUD (1994)
- un processus de concrétisation qui envisage l'aspect opérationnel de ces quatre fonctions par la prise en compte des concepts d'analogie ESCARABAJAL (1988) GENTHON (1997) BASTIEN (1987) BRACKE (1998) RICHARD (1998) et de mémoire. Les structurants préalables des problèmes arithmétiques constitueront la mise en synergie de ces deux éléments de concrétisation ASUBEL (1978) GENTHON (1997).

Le processus d'abstraction et le processus de concrétisation soutiennent l'opérationnalité du processus de symbolisation qui fondera l'activité de schématisation réfléchie. Celle-ci nous permettra d'envisager l'aide que l'on peut apporter à l'élève pour mettre en schéma une situation donnée. Un premier aspect du processus de concrétisation, issu du raisonnement analogique, est décrit par la mise en correspondance, l'appariement et l'évaluation, d'un nouveau concept en le reliant à un autre avec lequel les élèves sont familiers. L'analogie consiste à faire des comparaisons, rechercher des similitudes, rechercher des ressemblances, rapprocher la partie d'un tout, faire ressortir le degré de similarité, faire ressortir les contraires et joindre la cause et l'effet. Ainsi, elle incite à faire des rapports entre deux situations ou objets en quelque

sorte à mettre en œuvre les fonctions de communication **référentielle et prédicative** du processus de symbolisation. La notion de structurant préalable basée sur la mise en évidence des traits de structure du problème accompagne l'analogie, dans notre recherche d'opérationnalité du processus de symbolisation. C'est ainsi que l'idée de représentation préalablement établie ou de structurant préalable constitue une première composante de l'activité de schématisation.

Un second aspect du processus de concrétisation trouve sa source dans l'idée de capacité limitée de notre mémoire de travail qui justifie notre intérêt à décrire une activité d'attention sélective, soutenue et partagée menée par l'apprenant. Elle guide la mise en œuvre pédagogique et didactique de **la fonction calculatoire** du processus de symbolisation.

Les deux aspects du processus de concrétisation que sont l'analogie et l'attention sélective, trouvent corps dans la notion d'animation qui est le plus souvent utilisée pour attirer l'attention, pour représenter quelque chose et pour s'exercer puisqu'elle est basée sur l'action du sujet et sur son interactivité avec l'objet de connaissance. Nous retenons de cette notion d'animation l'idée d'interaction du sujet avec son objet et l'initiative du sujet dans sa mise en animation d'un support issu des structurants préalables du problème posé et du codage phonologique et visuo-spatial qui en résulte, ce pour sa construction progressive d'un schéma symbolique. Ainsi l'activité de schématisation prend appui sur le fait que l'apprenant doit interagir de manière dynamique avec la tâche en manipulant ce support. L'animation phonologique et visuo-spatial d'un support issu des structurants préalables du problème posé active **la fonction d'accompagnement de la pensée**, quatrième fonction du processus de symbolisation.

Enfin, le concept d'abstraction réfléchissante PIAGET (1977) VERMERSCH (1994) fonde le côté réfléchi de l'activité de schématisation par la mise en mots de ce qui a accompagné la pensée de l'enfant tout au long de son passage d'un schéma figuratif à un schéma symbolique. La découverte du processus de symbolisation caractérisé par l'association d'un processus d'abstraction et d'un processus de concrétisation est centrale dans notre travail. En effet, l'investigation théorique des concepts d'analogie, de mémoire de travail, de structurants préalables et d'abstraction réfléchissante nous permet d'envisager sa résonance pédagogique et didactique. C'est ainsi que nous pouvons établir de manière précise la description de l'activité de schématisation réfléchie. Elle est caractérisée par des conditions de mise en œuvre pédagogiques et didactiques qui se situent autour de quatre dimensions : la prise en considération du sujet qui apprend (l'élève), l'objet d'apprentissage (le problème arithmétique), l'apprentissage (ce que l'élève construit) et la pédagogie (ce que l'enseignant organise). Ces différentes conditions vont nous permettre d'élaborer un dispositif expérimental à la hauteur de la problématique posée.

#### **4. Description de l'activité de schématisation réfléchie**

L'activité de schématisation réfléchie concrétise le processus de symbolisation par la mise en attention consciente des élèves (attentions sélective, soutenue, partagée) pour un raisonnement analogique (appariement, évaluation, adaptation) supporté par l'animation d'un support visuo-spatial assisté d'une auto-répétition issue des structurants préalables des problèmes arithmétiques de structures additives. Elle vise un produit final qui correspond au schéma symbolique construit par l'élève concrétisé par l'espace problème de recherche. L'activité de schématisation réfléchie va donc :

- 1) exiger l'exploration approfondie par l'élève du problème posé
- 2) mobiliser l'élève
- 3) impliquer une présentation du problème posé dans toute sa complexité mathématique c'est-à-dire au niveau de la structure de celui-ci
- 4) introduire l'idée d'un double codage de l'énoncé : visuo-spatial et phonologique
- 5) solliciter un support mathématique issu des structurants préalables du problème qui constitue un filtre entre la lecture de l'énoncé et sa résolution et favoriser ainsi l'attention de l'élève notamment par un comportement comparatif de l'énoncé proposé et de l'énoncé re-construit par l'élève
- 6) diminuer la charge cognitive habituellement exigée pour ce type de tâche
- 7) favoriser ainsi les inférences vers des tâches résolues antérieurement
- 8) automatiser le processus de symbolisation dans son ensemble
- 9) rendre intelligibles les structurants du problème et les relations qu'ils entretiennent d'un point de vue mathématique
- 10) créer les conditions d'une manipulation des mathématiques par l'animation des structurants préalables du problème
- 11) rendre possible la vérification autonome du résultat par l'élève
- 12) guider vers le réfléchi de l'action par la verbalisation.

La mise en œuvre par l'élève, d'une activité de schématisation réfléchie, renvoie à un ensemble complexe d'éléments que nous avons organisé autour de quatre dimensions ; l'élève, le problème arithmétique, l'apprentissage et la pédagogie. Cette organisation guide les dispositions pédagogiques et didactiques de notre dispositif expérimental. L'intérêt fondamental de notre recherche est de montrer que la mise en œuvre dans les classes d'une activité de schématisation réfléchie dans une réalité pédagogique et didactique vise, par la mobilisation des quatre fonctions cognitives analysées comme déficiente chez les élèves lors de la résolution d'un problème arithmétique, à la définition d'un espace de problématisation qui mènera l'élève à l'élaboration d'un schéma symbolique viable. Cette conviction établie à partir d'une construction théorique reste à prouver à l'aide d'un dispositif expérimental.

## 5. Méthodologie

Le cadre théorique envisagé pour ce travail nous permet de poser clairement les conditions didactiques et pédagogiques qui sont susceptibles de favoriser la mobilisation des fonctions cognitives par les élèves de manière à les amener à la construction d'un espace problème de recherche viable. C'est donc en lien avec l'hypothèse de recherche formulée, qu'a été conçu et mis en œuvre notre dispositif expérimental. Nous proposons un dispositif pédagogique et didactique intégrant l'activité de schématisation réfléchie aux situations d'apprentissage proposées où une place importante sera donnée à sa mise en œuvre par l'élève à partir d'un outil didactique.

La méthodologie engagée se propose de construire une démarche rigoureuse qui nous permettra de recueillir des données exploitables dans un contexte pédagogique. A cette fin, nous proposons un dispositif expérimental constitué d'une phase de diagnostic et de deux phases d'intervention comportant chacune une phase d'évaluation.

**Le dispositif expérimental** se compose de plusieurs éléments :

**Une population** qui correspond à des élèves de CE2 répartie en une classe témoin d'un effectif de 26 élèves, en une classe expérimentale d'un effectif de 27 élèves dans laquelle sera mis en œuvre l'activité de schématisation, d'un groupe témoin constitué de 4 élèves de la classe témoin qui ont construit lors du pré-test des espaces problèmes de recherche de catégories différentes et représentatives, d'un groupe expérimental constitué de 4 élèves de la classe expérimentale qui ont construit lors du pré-test des espaces problèmes de recherche de catégories représentatives et pour qui l'aspect réfléchi de l'activité de schématisation sera travaillé. C'est également avec les élèves de ces deux groupes appariés que nous évaluerons la fréquence des fonctions cognitives pertinentes et non-pertinentes mobilisées au cours des trois activités proposées.

**La démarche** est établie dans le temps et consiste à évaluer les mêmes élèves à trois moments distincts de leur scolarité. De manière à contrôler la variable « contrats pédagogique et didactique », nous avons prévu dans un second temps d'exploiter notre variable expérimentale auprès du groupe témoin.

**Une hypothèse** selon laquelle la mise en œuvre de l'activité de schématisation réfléchie, intégrant les quatre niveaux de conditions pédagogiques et didactiques faciliterait la résolution de problèmes arithmétiques.

Afin d'évaluer la validité de notre hypothèse de recherche, nous avons établi, dans un premier temps, pour les deux interventions, la pertinence de l'activité de schématisation en analysant :

- les résultats obtenus ainsi que les évolutions de chacun des élèves dans les deux classes,
- la comparaison des deux classes au niveau des résultats obtenus et de leur évolution respective.

Puis dans un second temps, nous avons évalué la pertinence de l'activité de schématisation réfléchie en comparant, pour les deux interventions:

- les résultats obtenus ainsi que les évolutions des 4 élèves du groupe expérimental par rapport à leurs jumeaux dans la classe expérimentale après les deux interventions,
- les résultats obtenus ainsi que les évolutions des 4 élèves du groupe témoin par rapport à leurs jumeaux dans la classe témoin après l'intervention 2.

Enfin dans un troisième temps nous avons observé l'évolution, en terme d'efficacité, des fonctions cognitives pertinentes à la résolution d'un problème pour les 8 élèves des deux groupes appariés :

- en comparant les deux groupes par jumeaux après les deux interventions,
- en confrontant qualitativement les évolutions de chacun des enfants par rapport à eux-mêmes, en mettant en parallèle les réussites aux activités proposées aux post-tests et la fréquence de mobilisation des fonctions cognitives.

## 6. Analyse des données et interprétation des résultats

L'analyse des travaux effectués par les élèves repose sur la codification des énoncés construits par les élèves des deux classes et leur réussite aux problèmes posés et construits. Cette codification a débouché sur une analyse quantitative visant à montrer l'influence de l'activité de schématisation sur la viabilité de l'espace problème de recherche activé par les élèves. L'analyse des verbalisations repose sur la codification des fonctions cognitives et s'effectue, à partir des tableaux de fréquence, obtenus pour chacune des fonctions cognitives alors considérées.

Les principaux résultats obtenus ont permis de dégager les observations suivantes :

- la mise en œuvre de **l'activité de schématisation** caractérisée par les conditions pédagogiques et didactiques posées dans notre hypothèse de recherche favorise la construction d'un espace problème de recherche viable (c'est-à-dire très proche ou confondu avec l'espace tâche de recherche).
- La mise en œuvre de cette activité favorise également la réussite du problème posé.
- la mise en œuvre de **l'activité de schématisation réfléchie** caractérisée par les conditions pédagogiques et didactiques posées dans notre hypothèse de recherche favorise la mobilisation des fonctions cognitives pertinentes (comportement exploratoire, comportement comparatif de structure, pensée inférentielle de structure, pensée inférentielle hypothético-déductive) et ce de manière fréquente alors qu'elle annihile les fonctions cognitives non-pertinentes (comportement comparatif de surface et pensée inférentielle de surface),



- cette mobilisation fréquente des fonctions cognitives pertinentes a une influence sur la construction par l'élève d'un espace problème de recherche viable,
- la construction d'un espace problème de recherche viable favorise la résolution pertinente du problème posé.

Au terme de l'analyse et de l'interprétation des résultats, nous sommes en mesure de fonder l'existence d'un retentissement positif de l'activité de schématisation réfléchie sur la résolution des problèmes arithmétiques à l'école élémentaire. L'ensemble de ce travail dévoile des pistes pédagogiques et didactiques issues de la découverte du processus de symbolisation. Celles-ci se situent sur quatre niveaux : **le sujet** (exiger l'exploration approfondie du problème posé par l'enfant mobiliser l'élève favoriser l'attention par un comportement comparatif favoriser les inférences rendre possible la vérification autonome rendre conscientes à l'élève ces différentes étapes), **le problème** arithmétique (présenter le problème posé dans toute sa complexité mathématique sa structure), **l'apprentissage** (diminuer la charge cognitive, automatiser le processus de symbolisation dans son ensemble) et **la pédagogie** (introduire l'idée d'un double codage de l'énoncé, solliciter un support mathématique, rendre intelligibles les structurants du problème, créer les conditions d'une manipulation des mathématiques par l'animation des structurants préalables du problème, guider vers le réfléchi de l'action par la verbalisation)

Tels sont les principaux résultats qui se dégagent de notre recherche. Même s'ils demeurent insuffisants pour décrire les composantes cognitives impliquées dans la résolution d'un problème arithmétique par des élèves de CE2, ils permettent néanmoins une contribution aux différents travaux basés sur l'importance des schémas dans l'apprentissage.

### **Conclusion**

L'apport de la recherche se situe tout d'abord au niveau de l'investigation théorique réalisée qui nous a permis de définir et de caractériser le concept de symbolisation dans toutes ses dimensions et d'envisager sa répercussion pédagogique et didactique sur la résolution de problèmes arithmétiques. Sur le plan méthodologique, l'apport de la recherche repose sur la double phase expérimentale qui a permis d'observer les effets de la mise en œuvre de l'activité de schématisation réfléchie auprès de deux classes de CE2 qui malgré leurs différences, nous ont apporté des résultats comparables. De plus, l'entrée par le concept de symbolisation, caractérisé par un processus mais également par un produit résultant de ce processus, nous a permis d'envisager notre travail autant sur un aspect quantitatif que qualitatif. Et enfin, l'analyse des verbalisations par les fonctions cognitives a engagé une proximité cognitive avec les élèves qui nous a conduit à une connaissance sur la manière dont ils fonctionnent.

Pour finir, sur le plan des résultats, l'apport de la recherche réside dans le fait qu'elle permet de confirmer et de dépasser les observations effectuées sur l'importance de l'utilisation des schémas dans le cadre de la résolution de problèmes arithmétiques. Elle

confirme leur intérêt mais envisage, d'un autre point de vue, leur entrée dans l'apprentissage. Notre recherche engage l'apprenant dans une activité consciente où il met en schéma le problème qu'on lui propose grâce à la médiation d'un outil didactique basé sur les structurants préalables du problème. Cette activité privilégie l'exploration, par l'élève, du problème posé. Puis, par une comparaison des éléments du problème entre eux, celui-ci construit un schéma figuratif qui sera lui-même comparé au problème réel. Par la suite, l'élève fait des inférences avec des éléments présents dans sa structure cognitive, inférences, qu'il valide en utilisant la pensée hypothético-déductive. Enfin, l'hypothèse retenue et appliquée par l'élève est vérifiée. L'outil proposé est au service de la mobilisation de ces fonctions cognitives nécessaires à la résolution du problème. Celui-ci permet aux élèves un accès à l'intelligibilité mathématique du problème. En ce sens, il est une médiation entre l'élève et le savoir qui veille à entraîner « *un regard instruit sur les choses* »<sup>1</sup>. Comme toute médiation, il doit viser l'autonomie des élèves et non leur dépendance. Nous avons pu constater le détachement progressif des élèves avec l'outil (objet réel de manipulation) au bénéfice d'un objet abstrait, reconstruit, intégré et utilisé en fonction de la difficulté du problème posé et/ou des besoins des élèves.

L'activité de schématisation réfléchie ainsi caractérisée permet d'entrevoir des pistes pédagogiques et didactiques. Elle offre une vision simplifiée et cohérente du réel et stimule la formulation d'une hypothèse vérifiable tant au plan des concepts réunis que des interventions pédagogiques et didactiques qui s'en dégagent afin de favoriser la résolution de problèmes. Celle-ci demande à être encore travaillée, notamment en ce qui concerne une généralisation de cette étude sur une population plus importante.

---

<sup>1</sup> B.REY, cité par J.P.ASTOLFI « Actualité du transfert » Entretien avec J.P.ASTOLFI, in « *Les cahiers pédagogiques* » n° 408, Novembre 2002, page 9

## **Bibliographie**

### **OUVRAGES**

ADAM M. (1999). « *Les schémas, un langage transdisciplinaire, les comprendre, les réussir* », Edition L'harmattan, Paris

BASTIEN C. (1987). « *Schémas et stratégies dans l'activité cognitive de l'enfant* », Edition PUF, Collection Psychologie d'aujourd'hui, Paris

CAVERNI J.P. (1988). « La verbalisation comme source d'observables pour l'étude du fonctionnement cognitif » in J.P CAVERNI, C.BASTIEN, P.MENDELSON et TIBERGHIE G. (dir), « *Psychologie cognitive : modèles et méthodes*, Presses universitaires de Grenoble, Grenoble

CERQUETTI-ABERKANE F. (1992). « *Enseigner les mathématiques à l'école* », Edition Hachette Education, Collection Pédagogies pour demain, Paris

CHARNAY R. (1996). « *Pourquoi les mathématiques à l'école ?* », ESF Editeur, Collection Pratiques et enjeux pédagogiques, Paris

DESCAVES A. (1995). « *Comprendre des énoncés, résoudre des problèmes* », Hachette Education, Pédagogie pour demain, Paris

FABRE M. (1999). « *Situations-problèmes et savoir scolaire* », Edition PUF, Collection Education et formation, Paris

FEUERSTEIN R. (1993). « L'expérience d'apprentissage médiatisé », in « *Les entretiens Nathan, Acte 4, Enseigner, Apprendre, Comprendre* »

GENTHON M. (1997). « *Apprentissage, évaluation et recherche : Genèse des interactions complexes comme ouvertures régulatrices* », Université de Provence Département des Sciences de l'éducation

GIORDAN A. et de VECCHI G. (1997). « *Les origines du savoir* », Editions Delachaux et Nestlé, Paris

Sous la direction de GRANGEAT. (1997). « *La métacognition, une aide au travail au travail des élèves* », Paris, Collection pédagogies, Ed .ESF

JONNAERT P., VANDER BORGHT C. (2003). « *Créer des conditions d'apprentissage ; un cadre de référence socio-constructiviste pour une formation didactique des enseignants.* », Préface de CAILLOT M., Edition De Boeck Université, Collection Perspectives en Education et Formation, Bruxelles

JONNAERT J. (1994). « *L'enfant géomètre ; une autre approche de la didactique des mathématiques à l'école fondamentale* », Edition Plantyn, Bruxelles

JULO J. (1995). « *Représentation des problèmes et réussite en mathématiques ; un apport de la psychologie cognitive à l'enseignement* », Editions Presses Universitaires de Rennes, Collection Psychologie, Rennes

POIRIER PROULX L. (1999). « *La résolution de problèmes en enseignement : Cadre référentiel et outils de formation* », Préface de P.JONNAERT, Edition De Boeck Université, Collection Perspectives en Education, Paris, Bruxelles

RICHARD J.F. (1990). « *Les activités mentales : Comprendre, raisonner, trouver des solutions* », Editions Armand Colin, U Psychologie, Paris, 1990, 434 pages

VERGNAUD G. (1991). « *Théorie des champs conceptuel* », La Pensée sauvage, Grenoble, 1991

VERMERSCH P. (1996). « *L'entretien d'explicitation* », ESF Editeur, Collection Pédagogie, Paris, 1996, 182 pages

VERMERSCH P. et MAUREL M. (sous la direction de). (1997). « *Pratiques de l'entretien d'explicitation* », ESF Editeur, Collection Pédagogie, Paris

### ARTICLES

BELMAS P. (1997). « Symboliser c'est conceptualiser » in « Symboliser les mathématiques » avec la contribution de G.VERGNAUD, *JDI n°1512*,

BRETON J. (1991). « La schématisation des concepts : un instrument de développement des habilités conceptuelles au collégial » in revue Pédagogie Collégiale « *Schématisation et développement des habiletés* »

BROUSSEAU G. (1983). « Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques », *Recherche en didactiques des mathématiques*, 4, (2)

BRUN J. (1990). « La Résolution de problèmes arithmétiques : bilan et perspectives », *Math.ecole n°141*

DEBLOIS L. (1997). « Quand additionner ou soustraire implique comparer », in revue scientifique virtuelle Education et francophonie, « *L'apprentissage et l'enseignement des sciences et des mathématiques dans une perspective constructiviste* », Volume XXV N°1

ESCARABAJAL M.C. (1988). « Schémas d'interprétation et résolution de problèmes arithmétiques » in « *Revue Française de Pédagogie* », Janvier-Février-Mars n° 82,

GONZALES (1996) traduit par L.CLAVIEN, M.BETRANCOURT. (2003). « *Animations multimedia : quels dispositifs pour réduire la charge cognitive* », Université de Genève, EPIQUE

JONNAERT P. (1996). « Les apprentissages mathématiques en situation : une perspective constructiviste », in « *Les revues des Sciences de l'éducation* », 22(2), 233-252

JONNAERT P. (2003). « *Action et compétence, situation et problématisation* », CIRADE, UQAM, Montréal

JONNAERT P. (2002). « *Une notion tenace* » Les cahiers pédagogiques n° 408, Novembre

JULO J. (2002). « *Des apprentissages spécifiques pour la résolution de problèmes ?* », in « *Grand N* », n°69, pages 31 à 52

KERLAN A. (1987). « La notion de représentation : une exigence pédagogique et culturelle », in *Education permanente*, n°90, p.68-80

LAMORAL P. (1989). « La théorie de l'apprentissage médiatisé de R.FEUERSTEIN », *Synthèse des exposés de R.FEUERSTEIN aux séminaires PEI internationaux qui ont eu lieu à Jérusalem en 1985 et 1987*

LEPLAT et HOC, « *Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations* » in Cahiers de psychologie cognitive, 3, 1, page 50

ORANGE C. (2005). « Problème et problématisation dans l'enseignement scientifique », INRP-ASTER- N° 40, « *Problème et problématisation* », Lyon

- PLANCHON H. (1997). « Les différents modes de symbolisation », in « *Symboliser les mathématiques* », *JDI novembre, n°1512*,
- PRESSEAU A. (2000). « Analyse de l'efficacité d'interventions sur le transfert des apprentissages en mathématiques » in « *Revue des sciences de l'éducation* » Vol. XXVI, n° 3, pages 515-544
- RICHARD J.F ; « La représentation du problème », *Revue française de psychologie*, 30, (3/4), p277
- SENSEVY G. (1994). « A propos de l'activité épistémologique de l'élève à l'école élémentaire », *Séminaire Didatech 1994 n° 162*, Université Joseph FOURNIER, GRENOBLE
- TURNER S. (2000). « Le déficit de l'attention et hyperactivité- Au-delà de la controverse » in *le Magazine Psychologie Québec*, Edition novembre, 26 pages
- TRICOT A. (1998). « Charge cognitive et apprentissage. Une présentation des travaux John Sweller. », in *Revue de Psychologie de l'Éducation*, 1 , 37-64
- VERGNAUD G. (1986). « Psychologie du développement cognitif et didactique des maths », *Grand N, N°38*, CRDP de Grenoble
- VERGNAUD G. (1997). « Symbolisme et problèmes » in « *Symboliser les mathématiques* », *JDI novembre, n°1512*,
- VERGNAUD G. (1993). « Les quatre opérations de l'arithmétique sont-elles quatre ? », *Les entretiens Nathan, Acte 4*, Novembre , page 163
- VERMERSCH P. (2000). « Pensée privée et représentation dans l'action » in « *Représentation pour l'action* », Toulouse, Octare, page 209-232