

# CSEN - Groupe de travail "Pédagogies et manuels scolaires" Jeudi 30 juin 2022, 16:00-17:30

---

Viviane Durand-Guerrier, PU émérite, Université de Montpellier, Didactique et épistémologie des Mathématiques, IMAG, Présidente de la CFEM

Magali Hersant, PU, Nantes université, INSPE, Didactique des Mathématiques, CREN, Directrice de l'IREM des Pays de la Loire

Christian Mercat, PU, Université Lyon 1, Mathématiques et didactique des mathématiques, S2HEP, Directeur adjoint de l'IREM de Lyon

Cécile Ouvrier-Buffet, PU, Université Paris-Est Créteil, Didactique des Mathématiques, LDAR, Présidente de l'ARDM

Claire Piolti-Lamorthe, Professeur de mathématiques, Académie de Lyon, INSPE de Lyon, Présidente de l'APMEP

Christine Proust, DR CNRS émérite, Histoire des Mathématiques, SPHERE, Présidente du Comité Scientifique des IREM

Les recherches en didactique des mathématiques,  
lieu de production scientifique  
sur la question des apprentissages mathématiques

# Objectifs des recherches en didactique des mathématiques

---

- **Etudier** des phénomènes d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques
- **Agir** sur le système pour améliorer les conditions d'apprentissage
- **Produire** des ressources pour la classe et pour la formation des enseignants
- Des moyens pour cela : des cadres théoriques (décrire, comprendre, construire, prévoir, analyser)
- Des apports
  - de l'histoire et de l'épistémologie (omni-présente) : étude des objets d'enseignement, des principaux concepts de la discipline, étude de leurs relations, de leur structuration et hiérarchisation à l'intérieur des mathématiques
  - de l'étude des institutions
  - des études récentes sur la cognition (psychologie cognitive) et peut-être des neurosciences
- Une science expérimentale
- Des méthodologies variées proches des sciences humaines
- Des objets d'étude en constante évolution, y compris transversaux (algorithmique, TICE, pratiques, élèves à besoins spécifiques ...)

# Emergence et structuration d'un champ scientifique dès les années 70

---

- Emergence concomitante avec la création des IREM
- Positionnement de la discipline
  - Ancrage dans les mathématiques
  - Articulation avec la philosophie, l'épistémologie et l'histoire des sciences, ainsi que la psychologie cognitive
  - Liens étroits avec les classes (primaire, secondaire, université)
- Elaboration des premiers cadres théoriques (**pour analyser et prédire**) et confrontation à différents contextes d'enseignement
- Structuration du champ : laboratoires de recherche, formations doctorales, masters, thèses, reconnaissance au CNU, etc.
- Liens avec l'IFé (ex : LéA), le CNRS (ex : GDR, Réseau Thématique Prioritaire Éducation), la DGESCO, la DEPP, le CNESCO

# Un mouvement national ...

---

- En France
  - Le réseau des **IREM** (interface recherche-enseignement, revues *Grand N & Petit x & Repères IREM*)
  - **Revue RDM** (*Recherches en didactique des mathématiques*) en 1980, reconnue par l'EMS
  - Ecoles d'été bisannuelles
  - Séminaire national
  - Société savante ARDM (Association pour la recherche en didactique des mathématiques) créée en 1992 à l'occasion du colloque *Vingt ans de didactique des mathématiques en France*
  - Depuis 2005, co-organisation avec la CFEM du *Colloquium CFEM-ARDM*
  - Dans l'espace francophone : depuis 2000, colloque EMF, trisannuel
- Interface recherche-enseignement-formation : ADIREM, APMEP, colloques COPIRELEM et CORFEM
- La CFEM : <http://www.cfem.asso.fr/>

## ... et international

---

- La CFEM (*Commission Française pour l'Enseignement des Mathématiques*) crée en 1975, commission française de **ICMI** (*International Commission on Mathematical Instruction*), sous-commission de l'IMU (*International Mathematical Union*)
- **ICME** : congrès quadriennuel de l'ICMI, études internationales.
- Création en 1999 d'une association européenne **ERME** (*European Research in Mathematics Education*) + colloque bisannuel ; projets européens.
- **Revue ESM** (*Educational Studies in Mathematics*) créée lors du premier congrès ICME de Lyon en 1968
- **Revue ZDM** (*Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*) en Allemagne, 1969
- Depuis 2014 : **INDRUM** + revue **IJRUME** et aujourd'hui **EpiDEMES** (interface enseignement supérieur)

---

Exemples de concepts et méthodes issus de la recherche  
pour penser et organiser  
les situations d'enseignement et d'apprentissage

## Gérard Vergnaud – *Théorie des champs conceptuels* (1990, 2002)

---

- *Invariants opératoires (théorèmes en acte, concept en acte)* comme outil d'interprétation de l'activités des élèves :
  - "un nombre décimal est formé de deux entiers séparés par une virgule" (*concept en acte*)
  - "Si deux nombres décimaux ont des parties entières égales, le plus grand est celui qui a la plus grande partie décimale " (*Théorème en acte*, avec domaine de validité limité) - associé à une règle de comparaison
- *Articulation connaissances opératoire / connaissances prédicative* importance des rôles respectifs de l'action et du langage et de leurs articulations dans les processus de conceptualisation
- *Rôle de l'analyse logique et de l'analyse structurelle* pour anticiper la complexité des activités : (exemples : *structures additives, structures multiplicatives*).
- *Diagnostic de conceptions d'élèves* dans des EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain); par exemple : projet européen *Baghera Assessment Project*

# Brousseau - *Théorie des situations didactiques* (1998)

## Des situations mathématiques aux situations didactiques

---

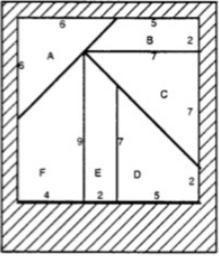
- Nécessité de conjuguer *analyse mathématique* et *organisation des situations didactiques*
- Importance de l'identification des *variables didactiques* pertinentes pour expliciter les choix possibles, reconnaître que l'on a fait des choix, modifier les choix de variables en accord avec les objectifs d'apprentissage, analyser les activités et exercices dans les manuels afin de faire des choix raisonnés
- Articulation entre : *situations d'action* / *situations de formulation* / *situations de validation*
- Importance de l'organisation d'un *milieu* produisant des rétroactions pertinentes, notamment pour les situations d'actions et validation, mais aussi un milieu qui contraint suffisamment l'action des élèves pour qu'ils travaillent bien sur ce qu'on veut qu'ils travaillent

## Brousseau - *Théorie des situations didactiques* (1998)

---

- L'importance d'*institutionnaliser* ce qui a été effectivement travaillé, en identifiant explicitement ce qui reste en suspens pour relancer si nécessaire le processus *action/formulation/validation*.
- L'importance de la *dévolution* (prise en charge par l'élève de la responsabilité sur son apprentissage).
- Tension dans le couple *dévolution/institutionnalisation* : pour les enseignants, gérer la distance entre ce qui a été dévolu aux élèves, ce qu'ils ont effectivement travaillé, et ce qu'il est possible d'institutionnaliser [NB : les enseignants débutants ont beaucoup de mal avec cela]

## Exemple : L'agrandissement du puzzle (Brousseau & Brousseau 1987)



Cette situation fait partie d'un ensemble de problèmes construits par N. et G. Brousseau (1987) pour introduire la multiplication dans l'ensemble des nombres rationnels  $Q$ .

Elle a été initialement construite pour des élèves de 9 ans. Le puzzle choisi comporte sept pièces polygonales pré-découpées formant un carré. La consigne est de fabriquer un puzzle semblable tel que le segment qui mesure 4 cm sur le puzzle original mesure 7 cm sur le nouveau. Un exemple de puzzle agrandi est affiché au tableau. Les élèves sont répartis en équipes. Chaque équipe reçoit un exemplaire du puzzle, découpé dans du carton. Dans chaque équipe, après une brève concertation, chaque élève doit construire seul une ou deux pièces du nouveau puzzle. Lorsque tous les élèves de l'équipe ont fini, ils rassemblent les morceaux pour reconstituer le puzzle agrandi. Les élèves disposent de papier quadrillé et d'un double décimètre.

Il s'agit de remettre en question le modèle implicite d'action "pour agrandir, il faut ajouter". Pour cela le milieu est organisé de sorte que les groupes d'élèves choisissant cette méthode ne puissent pas reconstituer le puzzle (notamment : valeur du rapport, pièces découpées agrandies séparément, choix de polygones irréguliers et nombres de pièces différents sur les bords).

## Yves Chevallard - *Théorie Anthropologique du Didactique*

---

- La transposition didactique : des savoirs mathématiques aux savoirs enseignés (Chevallard 1991)
- L'approche écologique : identification de ce qui existe, ce qui n'existe pas et ce qui pourrait exister (Artaud 1997)
- Modélisation de l'activité humaine en termes de type de tâches et techniques (Praxis) et justifications (logos - technologie-théorie) (Chevallard 2001)
- Des outils pour : les choix curriculaires, l'analyse des programmes et des documents d'accompagnement, l'analyse des manuels
- Des outils pour penser les questions d'évaluation, notamment par la prise en compte des rapports aux savoirs institutionnels et personnels des élèves (Grugeon & Pilet 2020)

# Duval – *registres de représentations sémiotiques*

## Douady – *changement de cadres et dialectique outil-objet*

---

- Nécessité de coordonner différents registres de représentation – l'importance de pouvoir traiter une représentation donnée dans le registre dans lequel elle a été formée (Duval 1993, 1995)
- Importance des changements de cadres et de la dialectique outil-objet pour les apprentissages mathématiques (Douady 1987). Au sens de Douady, « un cadre est constitué des objets d'une branche des mathématiques, des relations entre les objets, de leurs formulations éventuellement diverses et des images mentales associées à ces objets et ces relations. »
- Voir par exemple Cerclé & al. (2020, 2021) qui rend compte d'un travail conduit à l'IREM de Montpellier sur le rôle des cadres et des registres de représentations sémiotiques pour l'apprentissage du repérage au collège et au lycée.

---

Exemples de travaux développés  
dans le réseau des IREM, en lien avec l'IFé, les LéA,  
l'institution en appui sur les résultats  
des recherches en didactique des mathématiques

# La conception de manuels ou de ressources : quels appuis ?

---

- Une analyse épistémologique : obstacles, problèmes de référence...
- Des résultats sur les difficultés pour les élèves, les procédures utilisées
- Des cadres théoriques didactiques qui permettent de penser les conditions d'apprentissage d'un savoir donné, en référence à des hypothèses d'apprentissage
  - > milieu rétroactif et contraignant
  - > construire des connaissances en situation ne suffit pas, nécessité d'un processus d'institutionnalisation
- Des situations issues d'ingénieries didactiques éprouvées
- Des résultats sur les pratiques enseignantes ordinaires

# Exemple 1 : un manuel pour le C1 (construction du nombre)

---

- Situations de référence : IREM de Bordeaux (Briand, 1999)
- Difficultés connues des élèves : comptage / comptage numérotage (Brissiaud, 2003), construction du nombre
- Résultats sur les pratiques enseignantes
  - > en maternelle : mise en activité plus que mise en situation d'apprentissage (Margolinas & Wozniak, 2012 ; Hersant, 2020) ; savoirs transparents et difficultés à mener le processus d'institutionnalisation
  - > en général : tous les enseignants ne fonctionnent pas de la même façon, contraintes différentes, laisser des marges de manœuvre (Vandebrouck, 2008; Briand & Peltier, 2009)

# Exemple 1 : un manuel pour le cycle 1

(Thomas, Y., & Hersant, M., 2016, 2018)

---

- Proposer autant que possible des situations avec des potentialités adidactiques, issus de travaux antérieurs ou "nouvelles"
- Expliciter les raisons qui sous-tendent la conception de ces situations (hypothèses d'apprentissage sous-jacentes)
- Proposer des formulations des savoirs variées que les enseignants peuvent utiliser au cours de la séance
- Donner des précisions sur les points "délicats" de la gestion de la situation -> donner accès aux raisons qui organisent les choix matériels et de déroulement

## Exemple 2 : une ressource sur l'introduction des fractions au CM1 (Brachet, L., Hersant, M., & Lucas, F., 2020)

---

- Appui sur une situation issue de travaux didactiques
- Explicitation des enjeux de savoirs et des savoirs mathématiques
- Précisions sur les points "délicats" de la gestion de la situation -> donner accès aux raisons qui organisent les choix matériels, de déroulement et les choix d'exercice
- Formulations des savoirs variées que les enseignants peuvent utiliser au cours de la séance, aide à la synthèse à l'issue de la situation de recherche, indications de formulations pour les corrections d'exercices d'entraînement

# Projet "Malettes mathématiques pour l'école primaire" COPIRELEM, CREAD, IFé

---

Le projet « mallettes mathématiques pour l'école primaire » est issu d'une demande de la DGESCO en juin 2011. Il repose sur la collaboration de l'IFé (rassemblant le pôle CREAD à Rennes et le pôle EducTice à Lyon) et de la COPIRELEM.

Le projet repose sur l'hypothèse, attestée par de nombreux travaux, de l'importance de la manipulation directe d'objets tangibles, dans un contexte de résolution de problèmes, pour soutenir les premiers apprentissages mathématiques, qui sont des apprentissages fondamentaux. Le projet privilégie, à chaque fois que faire se peut, la manipulation conjointe de duos d'artefacts, ou d'artefacts duaux, « logiciel » et « matériel ».

Le projet vise le rassemblement, en une même entité, une « mallette », d'un ensemble d'outils et de situations d'usage, accompagné de recommandations et d'illustrations soutenant l'appropriation par le professeur et la mise en œuvre dans le cadre de la classe.

# Projet "Malettes mathématiques pour l'école primaire" COPIRELEM, CREAD, IFé

---

Les travaux ont débouché sur la production de deux ressources :

- ✓ Une première mallette autour de la construction du nombre en MS et GS qui :
  - reprend diverses situations de référence autour du nombre, les revisite pour favoriser leur appropriation par les enseignants.
  - propose des logiciels associés à certaines de ces situations (MARENE).
  - présente, pour certains aspects du nombre, quelques situations nouvelles mettant en avant le lien entre les mathématiques et d'autres disciplines, la place d'une pédagogie de projet à l'école maternelle.

<http://www.arpeme.fr/m2ep/>
- ✓ Une deuxième mallette centrée sur l'expérimentation de situations d'apprentissage utilisant des instruments mathématiques :
  - la pascaline avec des ressources articulant matériel et logiciel pour l'apprentissage de la numération décimale et du calcul au CP et au CE1 (MACARhon).
  - le boulier chinois avec des ressources pour l'apprentissage du nombre en GS et de la numération décimale et du calcul au cycle 2 (MARENE).

# Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement

---

Les Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement (TICE) ont des aspects spécifiques aux mathématiques. Tout d'abord, le langage mathématique a une notation spécifique, requérant une technique bureautique particulière, mais surtout l'informatique permet de « réifier » certains concepts, en particulier géométriques, en construisant des objets interactifs réagissant aux interactions de manière robuste.

Un cadre intéressant d'analyse de l'impact des TICE dans l'enseignement est le modèle SAMR (Substitution, Augmentation, Modification, Redéfinition, Ruben Puentedura). Un traitement de texte scientifique se Substitue à une écriture manuscrite, une calculatrice Augmente les calculs possibles, un logiciel de géométrie dynamique Modifie la nature des tâches, un smartphone avec des capteurs Redéfinit ce qu'il est envisageable de considérer.

# Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement

---

Par delà l'édition de textes, la **géométrie interactive** est l'exemple le plus courant d'usage des TICE dans la classe. Elle aide à aiguïser le regard en différenciant un dessin particulier et une figure générique, définie par des relations robustes entre les objets, une permanence d'invariants qui en sont la clef. Le **tableur** permet également d'expérimenter des relations entre nombres, en préparant à l'algèbre et aux fonctions. Le **calcul formel** permet de décharger l'élève de tâches techniques fastidieuses.

Les **exerciciels** comme WIMS ou Labomep, permettent de décharger l'enseignant de la validation des exercices techniques. Les **QCM** comme QCMCam ou AutoMultipleChoice permettent une évaluation formative ou sommative fluide.

# Des dispositifs

---

- Souvent avec un fort appui sur le réseau des **IREM** (*Instituts de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques*) - spécificités des conditions de mises en œuvre
- En lien avec le réseau des **LéA** (*Lieux d'éducation Associés de l'IFé*)
  - Exemple de ACE (ingénierie didactique coopérative **A**rithmétique et **C**ompréhension à l'École élémentaire)
- Des dispositifs appréhendant différents types de problèmes/situations
  - Problèmes ouverts (Arsac & Mante 2007 ; Arsac et al. 1991)
  - Situations-problèmes (Douady, 1987) et ingénieries didactiques
  - Situations-recherche (Duchet & Mainguené 2003), puis SiRC (Grenier et Payan 2002).
- De la maternelle à l'université, avec des gestions de classe spécifiques

# En France, à titre d'exemples

---

- Narrations de recherche
- ResCo (*Résolution Collaborative de problèmes*) IREM de Montpellier
- Dream (*Démarche de Recherche pour l'Enseignement et l'Apprentissage des Mathématiques*) IREM de Lyon
- MATH.en.JEANS - national
- SiRC – *Maths à Modeler* – (*Grenoble*) national et international (Belgique, Algérie, Brésil)
- ...
- Des fondements épistémologiques spécifiques
- Des types de situations mathématiques et mises en œuvre différents

## DREAMaths (IREM de Lyon)

Démarche de recherche pour l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques

[https://dreamaths.univ-lyon1.fr/icap\\_website/view/1324](https://dreamaths.univ-lyon1.fr/icap_website/view/1324)

---

- L'équipe DREAM s'appuie sur l'ensemble des travaux développés autour du problème ouvert au sein de l'IREM de Lyon depuis plus de trente ans, ainsi que sur les travaux de recherche développés à l'IFÉ (ENS de Lyon), à l'INSPE et dans les laboratoires S2HEP et CRNL de l'Université de Lyon. Léa Paul Valery et Léa ChERPAM-IREM de Montpellier..
- A destination des enseignants et des formateurs
- Les [Situations Didactiques de Recherches de Problèmes](#) (SDRP). Vous y trouverez des éléments théoriques ainsi que des **exemples concrets** avec leurs analyses et mises en œuvre dans les classes.
- Un panier à problèmes
- Une expérimentation sur les trois niveaux du cycle 4 pour fonder son enseignement sur les problèmes
- Une section cycle 3 pour les professeurs des écoles de CM1 et CM2

# ResCo (IREM de Montpellier)

## Résolution collaborative de problèmes

---

- Le dispositif de résolution collaborative de problèmes repose sur des **échanges entre des classes** qui travaillent sur le **même problème de recherche**, posé sous une forme **non mathématique**. Il est couplé à un stage au plan académique de formation de l'académie de Montpellier (Groupe Resco 2014). Léa ChERPAM- IREM de Montpellier.
- Pendant cinq semaines, les élèves échangent des questions, des réponses, des idées, des procédures et des conjectures. Ces **échanges** sont pris en charge par les enseignants sur une plateforme internet dans un forum privé dédié au groupe.
- Le problème travaillé fait entrer les élèves dans une démarche scientifique et le déroulement de leur recherche suit les différentes étapes d'une **démarche d'investigation**. Chaque année entre 50 et 80 classes du secondaire de la 6ème à la terminale réparties en groupes de deux ou trois travaillent sur un même problème, ceci représentant environ 2000 élèves chaque année.

# Situations de recherche pour la classe (SIRC, IREM de Grenoble)

---

- Historique : Le problème ouvert / Situations-problèmes / Le problème long / *1000 classes 1000 chercheurs / Math en Jeans / SiRC / Modules en DEUGs/Licence, CLEPT / Maths à modeler*
  - **Rencontre** entre mathématiciens et didacticiens, depuis le début des années 80, à Grenoble.
  - Travail commun sur des **situations** issues de la **recherche contemporaine en mathématiques**, mais aussi sur la **pratique du mathématicien**
- De très **nombreuses expériences sur le terrain**, à partir des « SiRC », de l'école élémentaire à l'université : étude, test, implémentation (thèses et accompagnement en formations), puis diffusion (interface)
- Objectifs : apprentissage par les élèves du raisonnement et de la logique mathématique.
- Les situations de recherche sont des dispositifs essentiels pour l'apprentissage des mathématiques. Elles privilégient le travail autonome en petits groupes ; la phase de mise en commun permet de faire le point sur les compétences mises en œuvre : expérimenter, conjecturer, raisonner et prouver en mathématiques, et débattre sur les résultats obtenus.
- Pour des exemples de SIRC, voir Grenier & al., dossier Tangente n° 55 (<http://www.tangente-education.com/sommaire.php?som=433&dos=195>) et la brochure IREM (<https://irem.univ-grenoble-alpes.fr/ressources/publications-des-groupes/situations-de-recherche-pour-la-classe-498450.kjsp?RH=1542894165733> )

## Références citées

---

Artaud, M. (1997). Introduction à l'approche écologique du didactique. L'écologie des organisations mathématiques et didactiques. *Actes de la IXe école d'été de didactique des mathématiques*, 101-139

Brachet, L., Hersant, M., & Lucas, F. (2020). *Une séquence pour l'introduction des fractions au CM1*. Irem des Pays de la Loire.

Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. La Pensée Sauvage.

Brousseau, N. & Brousseau, G. (1987). *Rationnels et décimaux dans la scolarité obligatoire. Comptes rendus d'observations de situations et de processus didactiques à l'École Jules Michelet de Talence*. IREM de Bordeaux.

Briand, J. (1999). Contribution à la réorganisation des savoirs pré-numériques et numériques. Etude et réalisation d'une situation d'enseignement de l'énumération dans le domaine pré-numérique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 19(1), 41-76.

Briand, J., & Peltier, M. L. (2009). Le manuel scolaire carrefour de tensions... Mais aussi outil privilégié de vulgarisation des recherches en didactique des mathématiques. L. Coulange & C. Hache (Eds), *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques* (pp. 325-336). IREM Paris 7, ARDM.

Brissiaud, R. (2003). *Comment les enfants apprennent à calculer (nouvelle édition) : Le rôle du langage, des représentations figurées et du calcul dans la conceptualisation des nombres*. Retz.

---

Cerclé & al. Le repérage au collège et au lycée : des enjeux d'apprentissage au croisement des cadres numérique, géométrique, algébrique et fonctionnel. Première partie : *Petit x*, 113, 2020 - pp. 59 à 88 ; deuxième partie, *Petit x*, 115, 2021, 29-63.

Chevallard, Y. (1991). *La transposition didactique avec un exemple d'analyse de la transposition didactique*. La Pensée Sauvage.

Chevallard, Y. (2001). Organiser l'étude: 1. Structures et Fonctions. In J.-L. Dorier, M. Artaud, M. Artigue, R. Berthelot, & R. Floris. *Actes de la XIe École d'été de didactique des mathématiques* (pp. 3-32). La Pensée Sauvage.

Douady, R. (1986). Jeux de cadres et dialectique outil-objet. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 7(2), 5–31. <https://revue-rdm.com/1986/jeux-de-cadres-et-dialectique/>

Douady, R. (1992). Des apports de la didactique des mathématiques à l'enseignement. *Repères IREM*, 6, 132-158.

Duval, R. (1993). Registres de représentations sémiotiques et fonctionnement cognitif de la pensée. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 5, 37-65.

Duval, R. (1995). *Sémiosis et Pensée Humaine. Registres Sémiotiques et Apprentissages Intellectuels*. Editions Peter Lang

---

Groupe ResCo (2014). La résolution collaborative de problèmes comme modalité de la démarche d'investigation. *Repères IREM*, 96, 73-96.

Grugeon, B. & Pilet, J. (2020). La problématique de l'évaluation et de la régulation : apports de la TAD. *Educ. Matem. Pesq.*, São Paulo, 22 (4), 138-155.

Hersant, M. (2020). Pratiques de débutants en mathématiques en maternelle : Matérialité des situations et savoirs du didactique. *Revue française de pédagogie*, 208, 17-30.

SiRC : <https://irem.univ-grenoble-alpes.fr/ressources/publications-des-groupes/situations-de-recherche-pour-la-classe-498450.kjsp?RH=1542894165733>

Margolinas, C., & Wozniak, F. (2012). *Le nombre à l'école maternelle, une approche didactique* [Computer software]. De Boeck.

Thomas, Y., & Hersant, M. (2016). *Maths à grands pas. Pour les PS MS*. Retz.

Thomas, Y., & Hersant, M. (2018). *Maths à grands pas. Pour les GS*. Retz.

Vandebrouck, F. (2008). *La classe de mathématiques : Activités des élèves et pratiques des enseignants*. Octares Editions.

Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10(2), 133-170.

---

Vergnaud, G. (2002). Forme opératoire et forme prédicative de la connaissance. In J. Portugais (Ed.) *La notion de compétence en enseignement des mathématiques, analyse didactique des effets de son introduction sur les pratiques et sur la formation. Actes du colloque GDM* (pp. 6-27).