Comment les professeurs se saisissent-ils des outils didactiques ?

Claire Margolinas, laboratoire ACTé, Clermont-Université, France
Floriane Wozniak, IRIST, Université de Strasbourg, France

Un regard didactique sur les risques d'inégalité

Les risque de renforcement des inégalités sociales dans la difficulté scolaire est l'un des problèmes majeurs auquel est confronté l'école. Nous partons du constat suivant : alors que nous ne doutons pas que la quasi-totalité des professeurs considère que son rôle est justement de permettre aux élèves les plus défavorisés socialement de progresser, l'école ne parvient pas à ce résultat. De nombreux facteurs sont sans doute à l'œuvre dans ce renforcement des inégalités, nous nous intéressons aux facteurs de nature didactique, c'est-à-dire liés aux savoirs en jeu (Marceline Laparra and Margolinas 2011).

Parmi ces facteurs didactiques, nous nous centrerons ici sur l'existence de connaissances nécessaires à la réussite dans de nombreuses situations scolaires qui ne sont pourtant pas enseignées. Ces connaissances non enseignées pourraient jouer un rôle important dans le creusement des inégalités entre des élèves dont les familles font confiance à l'école pour enseigner à leurs enfants toutes les connaissances nécessaires pour réussir et des élèves dont les familles sont en capacité de déterminer les connaissances en jeu à l'école et, si nécessaire, de les renforcer.

L'énumération : un exemple fondateur

Parmi ces connaissances, il en est une qui a joué un rôle de révélateur dans nos travaux (C Margolinas 2012; Margolinas et al. 2007; Margolinas 2010) : l'énumération. Brousseau (1984) et Briand (1999) ont mis en évidence que, pour dénombrer une collection, il fallait non seulement des connaissances concernant les nombres, mais aussi une connaissance qui permette de parcourir la collection en désignant une fois et une seule chaque élément. Deux cas apparaissent en ce qui concerne les collections matérielles. Dans le cas d'une collection dont il est impossible de modifier la configuration, par exemple des points dessinés sur une feuille, comme sur la Figure 1, il faut trouver une façon de parcourir ces points en concevant (par un tracé ou par l'imagination) un chemin permettant de ne pas désigner deux fois le même point et de ne pas en oublier.

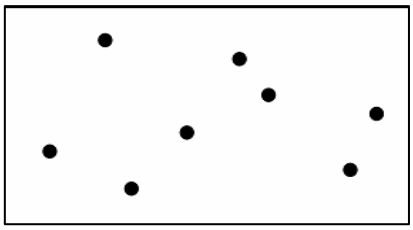


Figure 1: des points dessinés sur une feuille

Dans le cas d'une collection dont la configuration est modifiable, comme des jetons sur une table, la procédure courante consiste à déplacer chaque jeton déjà dénommé vers un espace sur la table réservé aux jetons déjà comptés. Dans les deux cas, il s'agit toujours, pour réussir à dénombrer, de distinguer les objets déjà traités de ceux qui ne le sont pas encore.

Nous appelons « énumération » le contrôle de cette distinction entre objets traités et non traités.

Cette connaissance, identifiée dans le cas du dénombrement comme étant indispensable à la réussite, n'est pas spécifique de ce contexte de dénombrement, puisqu'on la rencontre toutes les fois qu'il est nécessaire d'opérer un tri dans une collection.

A l'école maternelle, les activités de tri sont fréquentes, non seulement quand le tri est l'objet de l'enseignement (les tris et les classements font en général partie des curricula de ce niveau), mais aussi quand le tri est tout simplement nécessaire pour réussir une tâche qui vise d'autres connaissances, en particulier dans le cadre de l'enseignement du français.

Dans l'exemple suivant (Figure 2), les élèves doivent découper une bande de lettres (liste 2) pour reproduire le même mot en utilisant deux alphabets différents (dont l'ensemble constitue la liste 1). Une coupelle a été prévue par l'enseignante pour recueillir les étiquettes déjà découpées, la consigne étant de commencer par découper toutes les lettres.

La connaissance en jeu du point de vue de l'enseignante est la lecture des deux alphabets et la reconstitution du mot « têtard ». Cependant, les élèves qui ne respectent pas la consigne de découper d'abord toutes les étiquettes-lettres réussissent plus vite que les autres : ils découpent une première lettre (par exemple le R), la dépose dans la case correspondante, etc. Une seule lettre joue un rôle de distracteur, il s'agit du Z qui sépare la liste des lettres en majuscule de celle des minuscules. Cette lettre Z sera d'ailleurs l'objet de nombreuses interrogations de la part des élèves.

Par contre, les élèves qui ont découpé et déposé toutes les lettres-étiquettes dans la corbeille comme prévu par l'enseignante pilotent le plus souvent leur activité par la liste des mots à reproduire. Ainsi ils cherchent d'abord un T (première lettre du mot TETARD écrit en haut de la feuille) dans la coupelle. L'observateur remarque alors que de nombreux élèves qui tirent par hasard une lettre différente de T, la remettent souvent dans la coupelle, ce qui ralentit énormément leur travail.

L'énumération intervient donc au cœur de ce travail de français à l'insu de l'enseignante qui, interrogée *a posteriori*, ne s'explique pas bien les grandes différences de temps de réalisation entre les différents élèves.

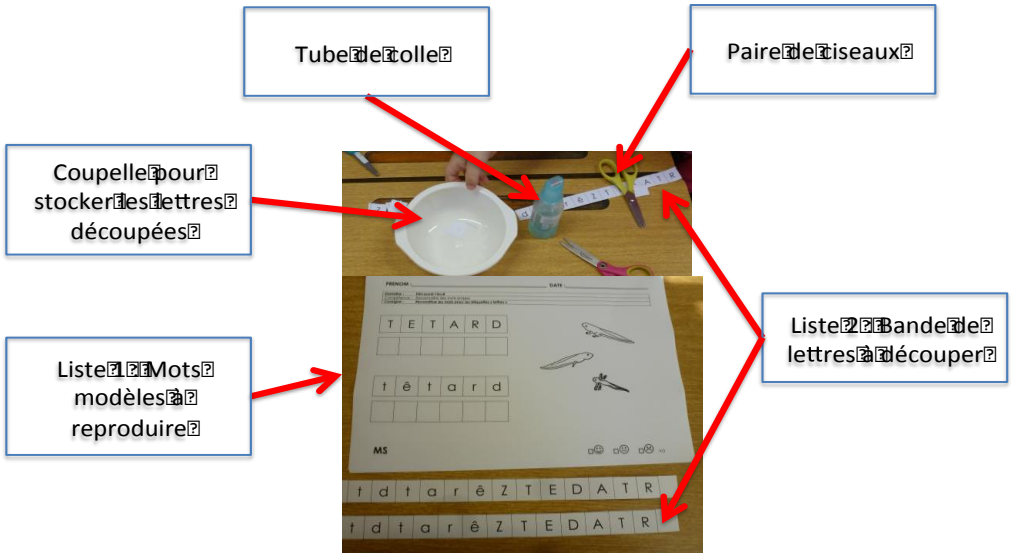


Figure 2: Découpage de lettres-étiquettes pour "écrire" (Extrait de Vignon 2014)

D'une façon générale, dans ce type de situations, que nous analysons depuis une dizaine d'année (M Laparra and Margolinas 2013), les professeurs observent les difficultés des élèves mais les attribuent le plus souvent à leur personnalité : tel élève travaille lentement, tel autre ne s'organise pas bien. Ils ne reconnaissent pas certaines actions des élèves comme des

procédures adaptées ou non aux situations, comme dans l'exemple ci-dessus : découper la bande et traiter immédiatement la lettre-étiquette découpée sans la déposer dans la coupelle.

Cette absence de reconnaissance empêche la valorisation de connaissances utiles (Conne 1992), ce qui ne permet pas à ces connaissances leur stabilisation comme savoirs (Claire Margolinas 2012). Or la reconnaissance de l'énumération permet d'établir des liens entre des situations apparemment très différentes qu'il convient de traiter de la même manière : toutes les situations qui comportent des listes d'objets écrits ou dessinés ou bien des objets déplaçables à traiter les uns après les autres. Ce lien pourrait permettre au professeur de mieux observer et comprendre les difficultés de certains élèves et d'enseigner les procédures qui permettent de réussir dans ces situations.

Alors même que l'énumération est reconnue en tant que connaissance dans le cadre du dénombrement depuis le début des années 90, les outils didactiques que l'énumération pourrait constituer ne se sont que faiblement diffusés dans le système scolaire.

Une diffusion contrariée des outils didactiques vers le système scolaire

Comment comprendre la difficile diffusion des analyses didactiques en direction du système éducatif ? Concernant l'énumération, nous pouvons avancer des éléments de réponse qui touchent aux conditions de réalisation de la transposition didactique (Chevallard 1985).

Comme nous venons de le voir les situations d'énumération ne sont pas spécifiques d'une discipline scolaire et se rencontrent au sein de situations d'enseignement diverses. Or l'école française repose sur un cloisonnement disciplinaire. C'est ainsi, par exemple, que le professeur de mathématiques de l'enseignement secondaire ne s'autorisera pas à aborder « sérieusement » des problèmes d'économies ou de sciences expérimentales pour enseigner l'aléatoire. Les situations extra-mathématiques seront simplement évoquées et jamais vraiment étudiées évitant ainsi toute contestation en légitimité du professeur d'économie ou de sciences physiques (Wozniak 2007). En ce cas, qui devrait prendre en charge l'enseignement des techniques de résolution des problèmes d'énumération ? Si la question se pose dans l'enseignement secondaire où les professeurs sont spécialistes d'une discipline, elle pourrait tomber d'elle-même à l'école primaire où le professeur des écoles enseigne toutes les disciplines. Il n'en est rien, comme nous le verrons plus loin dans ce texte à propos de l'exemple de la modélisation. Même à l'école primaire, lorsque le professeur intervient auprès de ses élèves, il pense son enseignement comme relevant d'une discipline scolaire déterminée. C'est ainsi que les programmes d'enseignement officiels français, institués par le ministère de l'éducation nationale, énoncent clairement le temps d'horloge alloué à chaque discipline scolaire par semaine. Dans quelle « case » pourrait-on alors ranger l'enseignement de l'énumération ?

Pour qu'un objet de savoir soit enseigné, il faut qu'il soit identifié et en quelque sorte « adoubé » par une institution qui se reconnaît comme productrice de ce savoir. Or comme le souligne Brousseau (1984) : *« l'énumération est une notion qui n'a pas de statut culturel en mathématique, même si on peut la rattacher à des concepts et à des théories très importants elle n'est nulle part traitée comme un objet de savoir. »* Ainsi, même si les mathématiciens peuvent identifier les problèmes qui relèvent de l'énumération, cette connaissance n'est pas clairement instituée comme un savoir. Ce faisant, il manque une institution « légitimante » pour assurer le travail de transposition didactique.

Les conditions pour donner un statut autonome à l'énumération ne sont pas réunies. L'énumération reste, à l'école, du ressort des mathématiques – puisque seule institution qui l'identifie – mais encapsulée au dénombrement avec un statut ambigu. C'est ainsi que le document d'accompagnement des programmes de l'école primaire (Durpaire and Mégard

2010), mentionne l'énumération : « *Savoir énumérer est nécessaire pour dénombrer. Cet apprentissage peut se faire par imitation, à force de dénombrer..., mais des situations spécifiques sont à introduire pour s'assurer des compétences des élèves et élargir leur usage.* » (Emprin and Emprin 2010).

La situation du professeur est donc une situation contrainte dont essaie de rendre compte l'échelle des niveaux de codétermination didactique (Wozniak 2007), ainsi l'intervention du formateur a un effet limité (Gilbert 2012) tant certaines contraintes apparaissent indépassables par le professeur. La (re)connaissance des connaissances utiles par les professeurs ne se limite pas aux savoirs « marginaux » comme l'énumération, elle concerne aussi des savoirs mieux établis, comme avec la modélisation.

Reconnaître les connaissances utiles

Contrairement à l'énumération, l'enseignement de la modélisation a une forte légitimité institutionnelle : de nombreux domaines scientifiques, comme les sciences physiques ou les mathématiques, recourent à la modélisation. De plus, la démarche d'investigation telle qu'elle a été instituée dans le curriculum Français en 2000 – au travers du *Plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école* (Rocard et al. 2007) – et la modélisation entretiennent de forts liens épistémologiques et didactiques (F Wozniak 2012). Souhaitant observer les pratiques ordinaires des professeurs, nous avons réalisé une observation naturaliste (F. Wozniak 2012) de cinq professeurs des écoles résolvant un même problème de grandeur inaccessible en dernière année d'école élémentaire (enfants de 10 à 11 ans). Il s'agissait de déterminer la taille d'un édifice représentant un géant, à partir d'une photo (Figure 3).



Figure 3. Photo accompagnant l'énoncé du problème [1]

Au-delà des différences spécifiques que nous avons pu observer, il se dégage un genre prochain dans la façon dont les professeurs ont étudié ce problème avec leurs élèves : les professeurs enseignent la solution plutôt que d'étudier le problème qui n'est pas traité comme un problème de modélisation mais comme un problème donnant l'occasion d'appliquer le modèle de la proportionnalité. Le simple recours impensé au modèle de la proportionnalité comme technique permettant de résoudre le problème empêche toute validation du processus de modélisation et donc de la solution produite. En effet, si les hypothèses qui fondent le modèle ne sont pas explicitement énoncées, interrogées, légitimées, si leur domaine de validité n'est pas exploré, alors l'étape de construction du modèle n'est que partiellement réalisée. Un modèle est alors utilisé et fonctionne sans que sa légitimité ou son domaine de validité ne soit discuté. Pour produire une réponse, la classe a bien eu une activité de modélisation, même si la part de construction du modèle s'est réduite à l'évocation du modèle de la proportionnalité. Cependant, faute d'avoir posé des mots sur ce qui était fait, inscrivant la démarche de résolution dans une perspective élargie, les élèves n'ont pas rencontré leur ignorance par rapport à la construction du modèle mais seulement par rapport à la production des données. L'absence d'explicitation du processus de modélisation était inéluctable dès lors

[1] Copyright Richard Phillips (2001-2009) : www.problempictures.co.uk

que le professeur n'avait pas identifié la modélisation comme enjeu de la situation didactique. Ceci nous conduit à qualifier les praxéologies de modélisation installées par le professeur de *praxéologies muettes* qui ne se donnent à voir qu'au travers de leur composante *praxis*.

Si dans le cas de l'énumération, les conditions de légitimation institutionnelle non remplies pouvaient être avancées pour expliquer l'absence de reconnaissance du professeur de l'énumération comme connaissance utile, ce n'est plus le cas pour la modélisation. Nous pouvons avancer, en revanche, que la modélisation n'est pas dans son « habitat » habituel, les sciences expérimentales ; elle est mobilisée dans ce qui est présenté comme un problème de mathématiques puisque proposé par des chercheurs en didactique des mathématiques. Ainsi, si la légitimité institutionnelle peut apparaître comme une condition nécessaire de la reconnaissance des connaissances utiles, elle ne semble pas être une condition suffisante.

L'énumération et la modélisation apparaissent ainsi comme des *savoirs transparents* (Margolinas and Laparra 2011) qui se manifestent par des connaissances en situation qui ne sont pas enseignées ni institutionnalisées, mais naturalisées et incorporées dans des praxéologies muettes. Or les inégalités scolaires se nourrissent aussi du manque de reconnaissance des connaissances utiles par les professeurs, et conséquemment par leurs élèves. Dans nos exemples, il ne s'agit cependant pas d'un problème individuel : ce n'est pas Mme X ou M. Y qui sont « personnellement » fautifs et responsables d'un manquement professionnel. Dans la mesure où il y a un « genre prochain », où se sont bien « les » professeurs qui agissent comme ils le font, c'est bien un problème de la profession (Cirade 2006) dont il s'agit, problème qui prend sa source dans les conditions et les contraintes dans lesquelles sont plongés les professeurs. En ce cas, à partir de quel levier, est-il possible de faire évoluer la situation du professeur afin qu'il modifie ses pratiques ? Une des réponses classiquement envisagée est de fournir aux professeurs des ingénieries didactiques.

Proposer une ingénierie didactique, pour quels effets ?

Dans le prolongement de nos recherches sur le nombre ordinal, nous nous sommes intéressées à la réception par les professeurs d'une ingénierie didactique conçue pour la recherche (Margolinas and Wozniak à paraître). L'intérêt pour cette question vient de ce que nombre de professeurs ne proposent pas de situations d'enseignement relatives au nombre ordinal. Le nombre ordinal – qui exprime la mémoire de la position d'un élément dans une liste – est un savoir dominé par le nombre cardinal – qui exprime la mémoire de la quantité d'éléments dans un ensemble – à l'école maternelle en France. C'est ainsi que les élèves au cours de l'expérimentation ont inventé une « quantité orientée » (Margolinas and Wozniak 2014) pour dire la position d'une perle de couleur parmi plusieurs perles identiques enfilées sur un fil.

L'ingénierie de recherche – qui reposait sur une évolution des situations didactiques comme moteur de la construction des savoirs – a été mise en œuvre par deux professeures des écoles formatrices d'enseignants. À la suite de cette expérimentation, l'une d'entre elle n'a pas intégré l'ingénierie dans son enseignement. Pour cette professeure, l'apprentissage du nombre ordinal se limite à celui des mots pour dire la position – premier, deuxième, etc. – dans une situation de repérage. En revanche, elle a réinvesti le matériel utilisé dans l'ingénierie – des colliers de perles – pour des situations d'enseignement du nombre cardinal. L'autre professeure, en revanche, a conduit un travail épistémologique et de conception d'une séquence d'enseignement sur le nombre ordinal. Pour ce faire, elle a pris appui sur un ouvrage qui présente les enjeux didactiques d'un enseignement du nombre à l'école maternelle (Margolinas and Wozniak 2012). Elle a ainsi choisi un autre type de matériel – des cubes – et a adapté les situations d'enseignement à l'organisation spécifique de sa classe.

Dans un autre cas, nous avons présenté l'ingénierie de recherche et ses résultats, en particulier les productions écrites et dessinées des élèves, à un troisième professeur. Pour ce

professeur qui envisage de reprendre les lignes directrices de l'ingénierie « mais quelque chose de plus court », la question de la légitimité s'est posée explicitement : « Est-ce que la position ça sert seulement pour la position ou bien est-ce que ça sert pour d'autre chose? » Ainsi, l'intervention du chercheur a aussi un effet limité lorsqu'il propose des ingénieries didactiques de recherche. Une contrainte apparaît en effet comme essentielle pour le professeur : la place que lui laisse l'ingénierie de recherche. Perrin-Glorian (Perrin-Glorian 2011) a montré déjà toute la complexité de la réception des ingénieries didactiques au sein de l'institution scolaire en lien avec les types de questions auxquelles elles apportent réponse, que soit pour la recherche, la formation, ou la conception de situations d'enseignement dans les classes.

En guise de conclusion

Les trois exemples que nous venons de présenter permettent d'illustrer comment la capacité des professeurs à se saisir des outils didactiques dépendent de contraintes qui dépassent celles qui prévalent seulement dans la classe au moment où ils enseignent. Ainsi, la (re)connaissance des connaissances utiles par le professeur apparaît moins le problème d'un professeur singulier qu'un problème de la profession toute entière.

Si l'exemple de l'énumération permet d'illustrer que la légitimité institutionnelle d'un savoir apparaît comme une condition nécessaire à son introduction dans les pratiques des professeurs, celui de la modélisation permet de montrer qu'il ne s'agit pas d'une condition suffisante. Il est nécessaire qu'un travail de transposition didactique ait été accompli et abouti de sorte que certaines praxéologies professorales intègrent les *habitus* de la profession. Culture commune qui fait que lorsqu'un professeur de mathématiques dit à un autre professeur de mathématiques qu'il a « fait Thalès » avec sa classe, son interlocuteur sait les types de problèmes qui ont été étudiés par les élèves.

Ces trois exemples ont illustré le besoin pour l'institution scolaire de repérer les besoins praxéologiques du professeur, tant du point de vue de la complexité des composantes des savoirs en jeu que du point de vue des gestes didactiques qui permettent que ces savoirs vivent comme des connaissances utiles dans les situations.

Si nous avons abordé la question des inégalités scolaires à partir de la reconnaissance des savoirs utiles par le professeur c'est que de nombreux travaux, notamment ceux réalisés dans le cadre du réseau Reseida (Rochex and Crinon 2011) ont montré l'importance de l'institutionnalisation – ou plutôt de son absence – dans la construction des inégalités scolaires. En absence d'institutionnalisation, les techniques non capitalisées sont toujours à (re)construire. Or, comme le souligne Brousseau (1998) son glossaire, « *[L'institutionnalisation] affirme alors:*

(1) que la proposition de l'élève est valide et reconnue comme telle hors du contexte particulier de la situation présente,

(2) qu'elle servira dans d'autres occasions, encore non connues,

(3) qu'il sera alors plus avantageux de la reconnaître et de l'utiliser sous sa forme réduite que de l'établir à nouveau

(4) qu'elle sera acceptée directement par tous ou au moins par les initiés »

C'est donc au professeur de révéler l'enjeu d'apprentissage en extirpant les connaissances du contingent où elles ont été rencontrées pour mettre à jour la généricité des savoirs. Pour ce faire, il est nécessaire qu'il reconnaisse la nécessité même de l'institutionnalisation en créant une topogenèse et une chronogenèse – un espace et un temps – pour que les différentes phases du processus d'institutionnalisation puissent se déployer.

Références

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

Brousseau, G. (1984). *L'enseignement de l'énumération.* Paper presented at the International Congress on Mathematical Education, Adelaide,

Brousseau, G. (1998). Glossaire de quelques concepts de la théorie des situations didactiques en mathématiques <http://guy-brousseau.com/wp-content/uploads/2010/09/Glossaire_V5.pdf>

Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble: La pensée sauvage.

Cirade, G. (2006). *Devenir professeur de matéhmatiques: entre problèmes de la profession et formation en IUFM. Les mathématiques comme problème professionnel*. Thèse de l'Université d'Aix-Marseille I, Université de Provence,

Conne, F. (1992). Savoir et connaissance dans la perspective de la transposition didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques, 12*(2-3), 221-270.

Durpaire, J.-L., & Mégard, M. (Eds.). (2010). *Le nombre au cycle 2*. Paris: SCÉRÉN CRDP-CNDP.

Emprin, F., & Emprin, F. (2010). Premières compétences pour accéder au dénombrement. In J.-L. Durpaire, & M. Mégard (Eds.), *Le nombre au cycle 2* (pp. 23-34). Poitiers: Scérén.

Gilbert, E. (2012). *L'impact des entretiens de conseil pédagoqique sur les modifications de pratique des maitres dans un domaine particulier : l'énumération*. Master International Francophone des Métiers de la Formation, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand.

Laparra, M., & Margolinas, C. (2011). Quand les maîtres contribuent à leur insu à renforcer les difficultés des élèves. In J.-Y. Rochex, & J. Crinon (Eds.), *La construction des inégalités scolaires* (pp. 111-130). Rennes: Presses universitaires de Rennes.

Laparra, M., & Margolinas, C. (2013). Etudes de difficultés scolaires dans les premiers apprentissages In E. Auriac-Slusarczyk (Ed.), *Apprendre et former: la dimension langagière* (pp. 19-58). Clermont-Ferrand: Presses Universitaires Blaise Pascal.

Margolinas, C. (2010). Recherches en didactiques des mathématiques et du français: par-delà les différences. Table ronde - Recherches et didactique. *Pratiques, 145-146*, 21-36.

Margolinas, C. (2012). Connaissance et savoir Des distinctions frontalières? http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00779070.

Margolinas, C. Des savoirs à la maternelle? Oui, mais lesquels? In *XXXIX colloque COPIRELEM Quimper, 2012*

Margolinas, C., & Laparra, M. (2011). Des savoirs transparents dans le travail des professeurs à l'école primaire. In J.-Y. Rochex, & J. Crinon (Eds.), *La construction des inégalités scolaires* (pp. 19-32). Rennes: Presses universitaires de Rennes.

Margolinas, C., & Wozniak, F. (2012). *Le nombre à l'école maternelle. Une approche didactique*. Bruxelles: De Boeck.

Margolinas, C., & Wozniak, F. (2014). Early construction of number as position with young children: a teaching experiment. *ZDM - The International Journal on Mathematics Education, 46*(1), 29-44, doi:10.1007/s11858-013-0554-y.

Margolinas, C., & Wozniak, F. (à paraître). Le nombre comme mémoire de la position : un révélateur des besoins praxélogiques des professeurs. In *Actes de la 16e école d'été de didactique des mathématiques*. Grenoble: La pensée sauvage.

Margolinas, C., Wozniak, F., Canivenc, B., De Redon, M.-C., & Rivière, O. (2007). Les mathématiques à l'école ? Plus complexe qu'il n'y paraît ! Le cas de l'énumération de la maternelle... au lycée *Bulletin de l'APMEP, 471*, 483-496.

Perrin-Glorian, M.-J. (2011). L'ingénierie didactique à l'interface de la recherche avec l'enseignement. Vers une ingénierie didactique de deuxième génération? . In C. Margolinas, M. Abboud-Blanchard, L. Bueno-Ravel, N. Douek, A. Fluckiger, P. Gibel, et al. (Eds.), *En amont et en aval des ingénieries didactiques* (pp. 57-77). Grenoble: La pensée sauvage.

Rocard, M., Czermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberf-Henrikson, H., & Hemmo, V. (Eds.). (2007). *L'enseignement scientifique aujourd'hui : Une pédagogie renouvelée pour l'avenir de l'Europe*. Luxembourg: Office des publications officielles des Communautés européennes.

Rochex, J.-Y., & Crinon, J. (Eds.). (2011). *La construction des inégalités scolaires*. Rennes: Presses Universitaires de Rennes.

Vignon, S. (2014). *L'observation au service de l'énumération*. Master Formation de Formateur de l'Espace Francophone, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand.

Wozniak, F. Conditions and constraints in the teaching of statistics : the scale of levels of determination. In D. Pitta-Pantazi, & G. Philippou (Eds.), *European Society for Research in Mathematics Education. CERME 5, Larnaca, University of Cyprius. , 2007* (pp. 1808-1818)

Wozniak, F. (2012). Des professeurs des écoles face à un problème de modélisation : une question d'équipement praxéologique. *Recherche en Didactique des Mathématiques, 32*(1), 7-55.

Wozniak, F. (2012). Modélisation et démarche d'investigation. In J.-L. Dorier, & S. Coutat (Eds.), *Enseignement des mathématiques et du contrat social: enjeux et défis pour le 21^{e} siècle. Actes du collque EMF 2012* (pp. 1464-1475). Genève: Université de Genève.