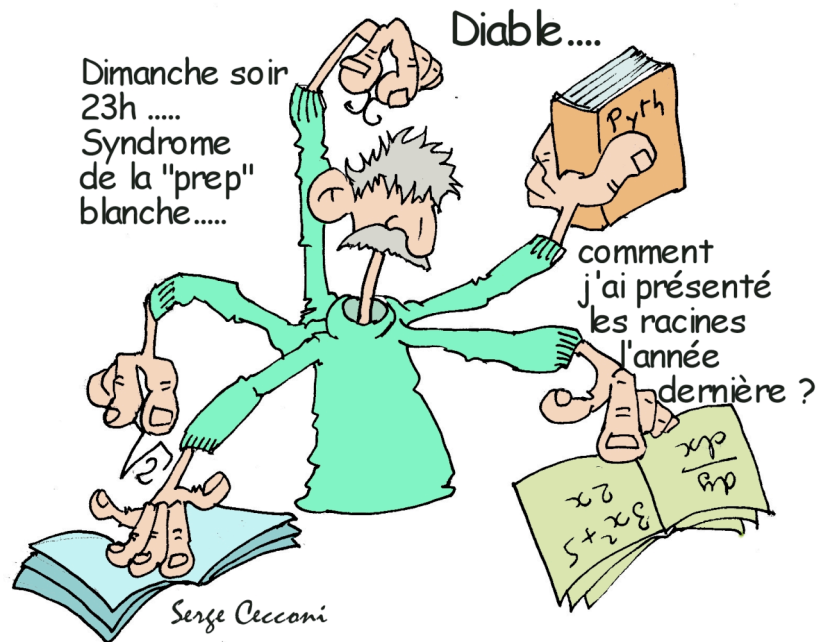


La documentation des professeurs de mathématiques



Ghislaine Gueudet
CREAD et IUFM de Bretagne
Luc Trouche
LEPS (Lyon 1) et EducTice (INRP)

La documentation des professeurs de mathématiques

1. Toile de fond et historique de la réflexion
2. Genèses documentaires
3. Genèses documentaires communautaires
4. Une approche en construction
5. Travaux en cours et perspectives



1. Toile de fond et historique de la réflexion

Journée « Associations d'enseignants et travail collaboratif : quels modèles ? », 24 septembre 2008
(les Clionautes, Sésamath, Weblettrés, co-organisation INRP) :

- ressources mutualisées ;
- travail coopératif et collaboratif au sein des associations, des projets communs ;
- succès des ressources auprès des enseignants.

Des phénomènes importants, qui posent des questions spécifiques.



Dessin de Soph'© Weblettrés

1. Toile de fond et historique de la réflexion

Des évolutions à prendre en compte

- un foisonnement de ressources en ligne (Artigue & Gueudet 2008) ;
- des projets institutionnels (mission e-Éduc 2008) : plateforme d'identification et de présentation des ressources, labellisation, clefs USB ;
- de nouveaux processus collectifs liés à Internet ;
- une frontière numérique - non numérique qui s'estompe (manuels numériques, productions d'élèves sur des ENT...)

1. Toile de fond et historique de la réflexion

Multiplicité des courants et champs de recherche concernés

Recherches en éducation, sur les ressources :

- recherches sur les TIC (Guin & Trouche 2002) ;
- recherches sur le curriculum material (Ball & Cohen 1996, Remillard 2005, Ruthven 2008).

Recherches en éducation, sur l'activité des enseignants, leur développement professionnel :

- Sensevy *et al.* 2000, Vandebrouck 2008 ;
- Cooney 1999, Ball, Hill and Bass 2005...

Recherches en ergonomie, en ingénierie documentaire...

- Rabardel et Pastré 2005 ;
- Pédauque 2006.

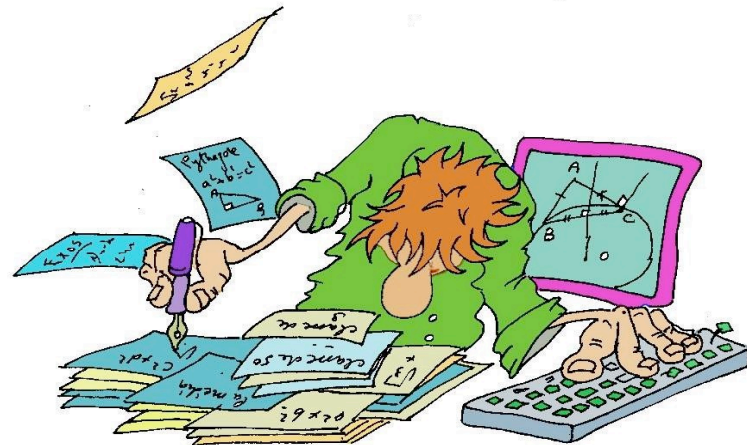
1. Toile de fond et historique de la réflexion

Parcours...

- bases d'exercices en ligne (Cazes *et al.* 2007), GUPTEn (Bueno-Ravel & Gueudet 2008) ;
- TIC (Guin & Trouche 2002), conception et usages (Baron, Guin & Trouche 2007), projet SFoDEM (Guin, Joab & Trouche 2008).

Un thème, un cours

- le thème « situations mathématiques et documents pour le professeur », école d'été 2007 ;
- cours « Vers de nouveaux systèmes documentaires pour les professeurs de mathématiques ? »



1. Toile de fond et historique de la réflexion

Prendre en compte le travail hors et en classe, des données

- 9 entretiens, 5 enseignants de collège, 4 de lycée ;
- rencontrés à leur domicile (Margolinas *et al.* 2007) ;
- recueil de ressources.

Un point de vue sur l'activité et le développement professionnel des professeurs

- étude du *travail documentaire* des professeurs de mathématiques : collecter des ressources, les sélectionner, les recomposer, les partager, les mettre en œuvre, les réviser... ;
- la *documentation* : ce travail, et son résultat.

Le travail documentaire est au cœur de l'activité professionnelle des professeurs de mathématiques ; il est central pour leur développement professionnel.

2. Genèses documentaires

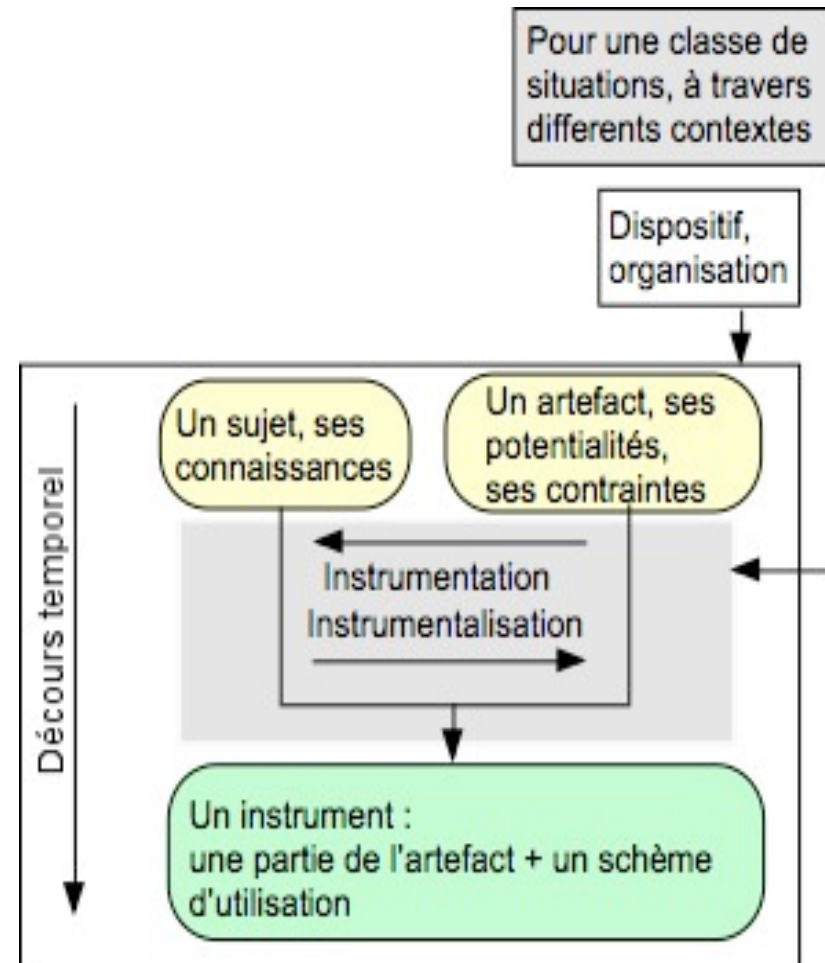
Une dialectique inspirée de l'approche instrumentale

(Rabardel 1999)

- distinction *artefact / instrument* ;
- la notion de *genèse instrumentale*, dans une activité finalisée.

Un regard de didactique des mathématiques

- dans un contexte de calculatrices (Guin & Trouche 2002) ;
- prise en compte du *savoir en jeu*, et des *institutions* (Chevallard 2002).



2. Genèses documentaires

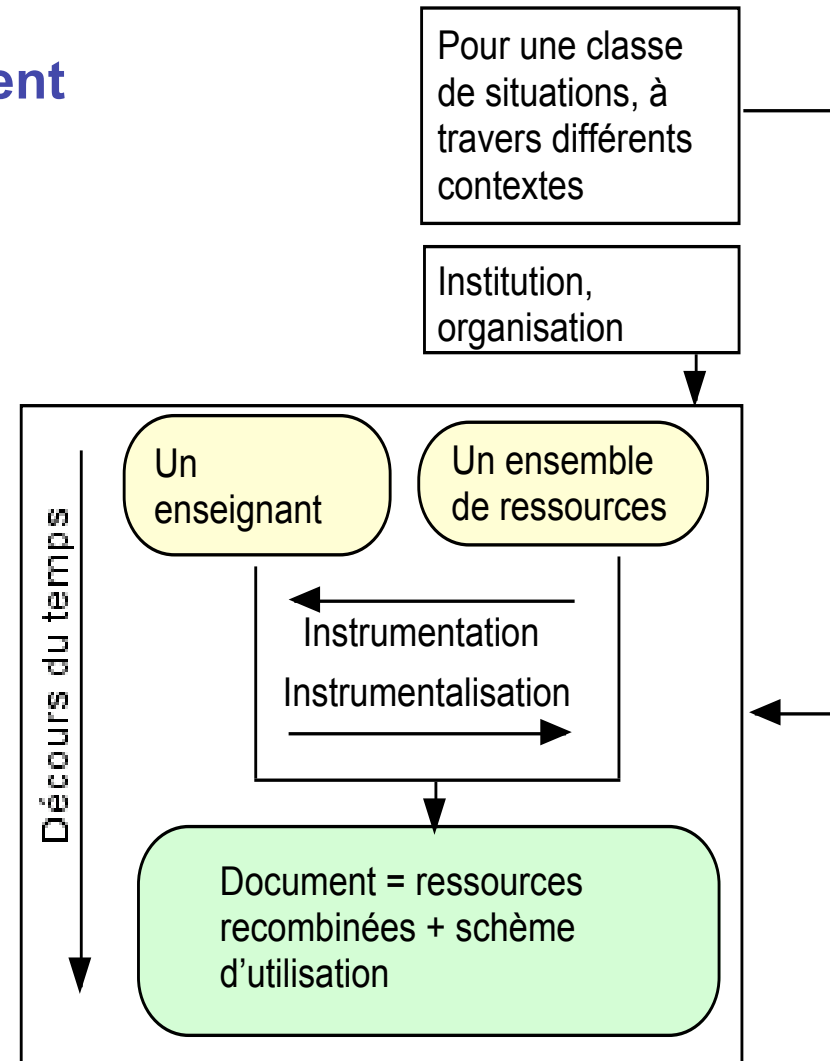
La dialectique ressources / document

« Our conception of a *resourced teacher* then becomes a teacher acting with material and socio-cultural resources » (Adler 2000)

Dans *l'ingénierie documentaire* : le document est porteur d'une *intention spécifique* à un contexte d'usage (Pédauque 2006)

Des *ressources* donnent matière, pour un professeur, dans le cours d'une *activité finalisée*, à un *document*

Des processus de *genèse documentaire*



2. Genèses documentaires

Document, schème, invariants opératoires

Frédéric, la racine carrée en troisième

Préparation d'une activité d'introduction

Utilisée depuis 10 ans, intégrant des évolutions successives

- calculer les aires de carrés, pour différentes mesures de longueurs de côtés ;
- placer les points correspondants sur un graphique ;
- joindre ces points, et trouver graphiquement des mesures de côtés correspondant à des aires données ;
- comparer avec le résultat obtenu en utilisant la touche racine carrée de la calculatrice.

- II) ① Sur du papier millimétré, tracer deux axes perpendiculaires se coupant en O. L'unité est le centimètre. → *Laisse de libre choix.*
- ② Placer les points de coordonnées (a, a^2) . *A Reformer.*
- ③ Tracer à main levée la courbe passant par ces points.
- ④ Marquer le nombre 3 sur l'axe des ordonnées.
 - Quelle est la valeur correspondante à 3 sur l'axe des abscisses. $\approx 1,7$
 - Avec une calculatrice, donner la valeur approchée à 0,1 près de $\sqrt{3}$. $\approx 1,7$
- ⑤ Compléter le tableau suivant à l'aide du graphique :

Aire du carré	2,25	4	4,8	9	10	15
Mesure du côté du carré	1,5	2	$\approx 2,2$	3	$\approx 3,2$	$\approx 3,7$

- Compléter le tableau suivant à l'aide d'une calculatrice :

Aire du carré	2,25	4	4,8	9	10	15
Mesure du côté du carré	1,5	2	$\approx 2,2$	3	$\approx 3,2$	$\approx 3,9$

2. Genèses documentaires

Classe de situations

« Préparer une activité pour introduire la racine carrée en troisième »

Des ressources

Un extrait de manuel (employé depuis 10 ans) ; la fiche élève de l'année précédente, annotée ; un transparent de l'année précédente avec la courbe ; la mémoire d'interventions d'élèves de l'année précédente ; les calculatrices des élèves...

Repérer des invariants opératoires ?

Généraux

« L'introduction d'une nouvelle notion se fait avec le support d'une activité qui met en évidence le sens de cette notion et s'appuie sur un contexte connu »

Spécifiques au contenu

« La racine carrée est le processus inverse du carré »

« Chercher la mesure de la longueur du côté d'un carré, pour une aire donnée, permet de mettre en évidence le sens de la racine carrée »

« La touche racine carrée de la calculatrice permet d'introduire le symbole $\sqrt{\quad}$ »

2. Genèses documentaires

Systemes documentaires

Des *systemes d'instruments* (Rabardel 1999, Rabardel & Bourmaud 2005), une organisation qui correspond à *l'organisation de l'activite professionnelle*.

Systemes documentaires des professeurs ? Une hypothese, corroborée par les observations.

Des ressources materielles articulées ; mais surtout : des invariants operatoires communs à plusieurs classes de situations

Marie-Françoise, invariant operatoire

«L'interpretation geometrique doit être mise en avant, lorsque c'est possible, pour l'introduction d'une nouvelle notion »

Classes de situations : introduction des systemes d'equations, introduction des nombres complexes

Familles d'activite des professeurs ?

2. Genèses documentaires

Les genèses documentaires, des processus qui se continuent

Conception dans l'usage

(Rabardel 2005)

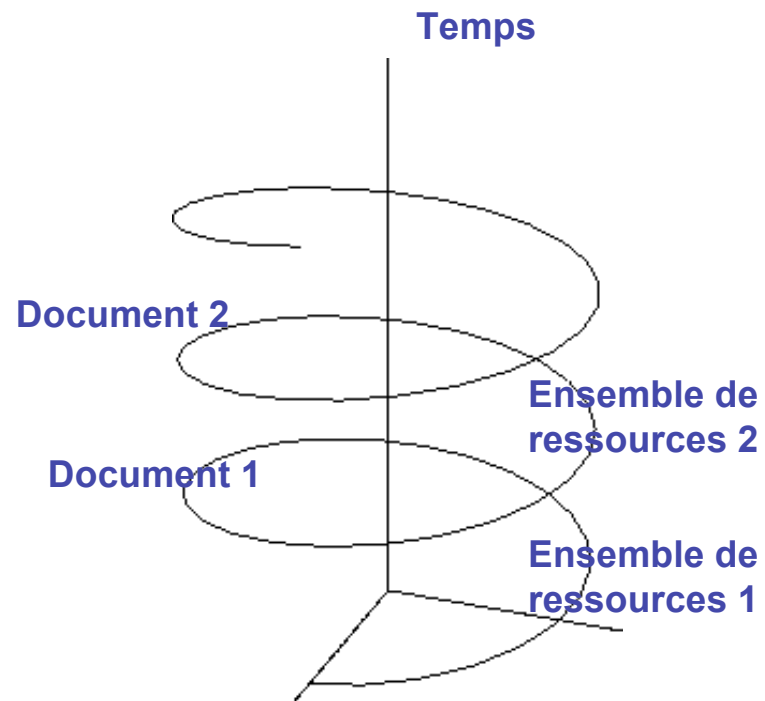
Marie-Françoise, narrations de recherche

Livres, sites Web, idées de collègues

Énoncé d'un problème

Copies d'élèves

« Les élèves ont la liberté d'inventer de choses, et après on peut récupérer toute cette richesse des idées »



2. Genèses documentaires

Genèses documentaires et développement professionnel

Dialectique productif/constructif

(Rabardel 2005, Abboud-Blanchard et al. 2008)

Benoîte, diaporamas de calcul mental

Sophie utilise des diaporamas issus du site Sésamath, transmet l'idée à Benoîte.

Benoîte élabore ses diaporamas à partir de ceux de Sophie, les met en oeuvre en classe, les modifie...

Evolution de la pratique du calcul mental, et des connaissances professionnelles de Benoîte

Question N°1

On sait que
 $245 \times 147 = 36\,015$

Combien vaut $2,45 \times 14,7$?

2. Genèses documentaires

Développement du système documentaire, développement professionnel

Intégration d'une nouvelle ressource : développement d'un document, à partir d'un ensemble contenant cette ressource.

Ce document doit pouvoir s'insérer dans le système documentaire.

Compatibilité avec d'autres ressources, avec un système de connaissances, convictions, croyances professionnelles.

Benoîte

- ordinateur, vidéo-projecteur ;
- « les élèves développent des procédures de calcul mental si ils sont obligés de calculer en temps limité ».

Une approche documentaire du didactique, approche de l'étude du développement professionnel (Gueudet & Trouche, online)

3. Genèses documentaires communautaires

Le développement d'aspect collectifs dans la documentation

Voilà ce que change la numérisation : elle fabrique des communautés virtuelles, flottantes, illimitées, insaisissables, mieux qu'aucun livre.

Document = contrat entre les hommes (Pédauque 2006)

- nos entretiens (Sonia, 50 ans) : « On est 5 profs, on est 2 à bosser beaucoup ensemble, on fonctionne le soir, on s'envoie des choses direct par mel [...]. »
- associations d'enseignants : « le don, la gratuité, le partage, l'ouverture sur le travail des autres... »
- la documentation commune, reconnue comme intéressante, liée à un engagement commun, coûteuse en temps, complexe à organiser.

3. Genèses documentaires communautaires

Des concepts et des théories pour penser le collectif : la théorie des communautés de pratique - CoP (Wenger 1998)

- un *engagement* commun : « une passion commune », « une vision commune », « une envie très forte », « un besoin, une envie, d'un grand nombre de personnes »
- la *participation* active à une entreprise collective : « un démon : le démon du partage », « participation active à un ouvrage collectif », « élaborer ensemble un ensemble de ressources »
- la production d'objets (symboles, gestes, *documents...*) qui *réifient* des éléments de pratique, le développement d'un *répertoire partagé* qui intègre les résultats de ce processus de réification : « Cette communauté géante, cette salle des profs immense, cette banque où piocher.. »

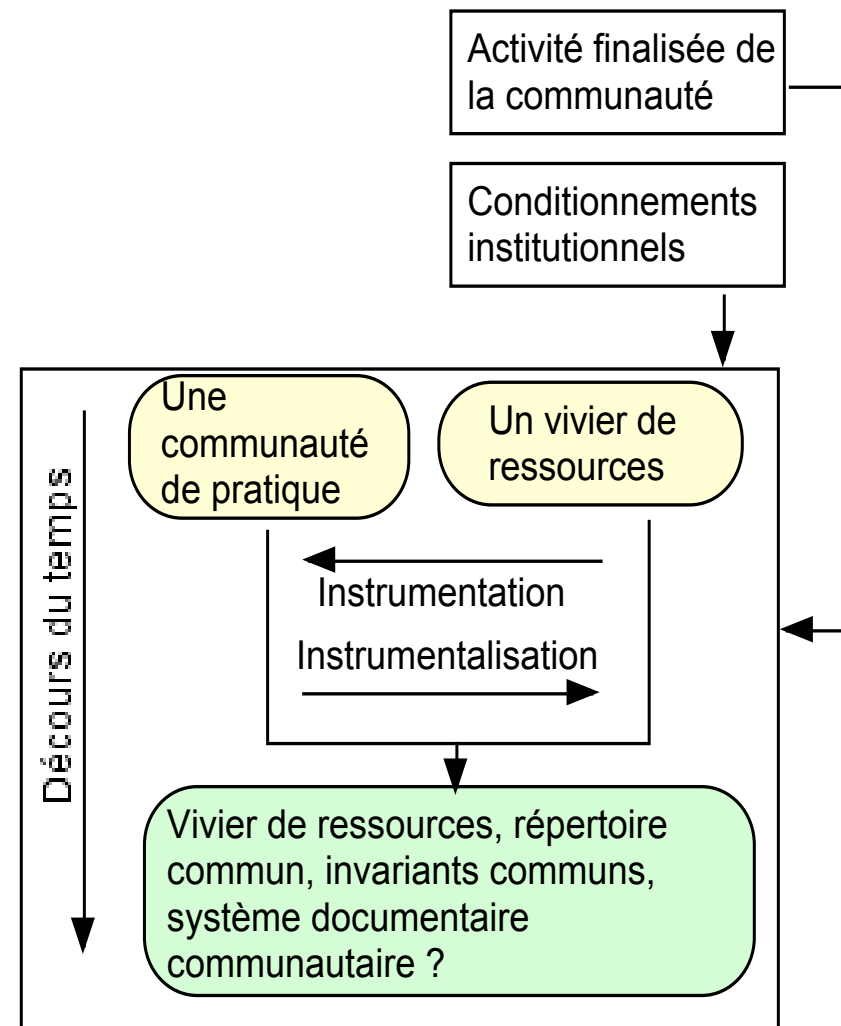
Discussion : l'équilibre nécessaire participation/réification, réification/ressources vivantes, communauté/institution (Gueudet & Trouche, à paraître)

3. Genèses documentaires communautaires

Des distinctions nécessaires pour décrire l'activité des CoP enseignantes :

- un *vivier de ressources* pour l'enseignement, reconnues communes ;
- le *répertoire* de la CoP, ensemble structuré composite (vivier, mots, histoires, gestes, attitudes, symboles...).

Des individus à une CoP, systèmes documentaires communautaires ? De la CoP à l'individu, vivier, répertoire d'un individu ?



3. Genèses documentaires communautaires

Une matrice de notre réflexion, le SFoDEM (Guin et al. 2008)

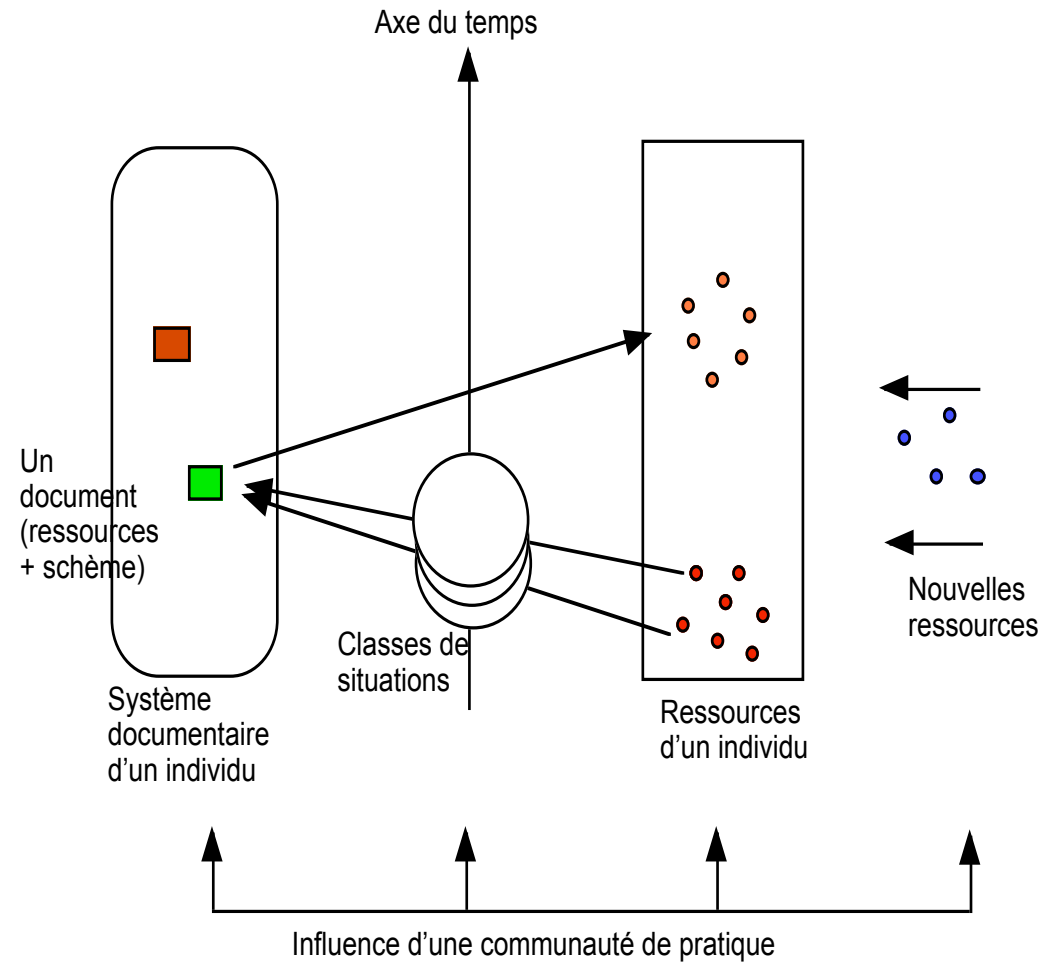
- un dispositif de formation basé sur la conception collaborative de ressources, le temps longs des genèses (2000-2006) ;
- une *constellation* de communautés de pratique ;
- un *vivier* de ressources, le jeu scénario / comptes rendus ;
- un *répertoire* partagé (« germe de ressources », « narration »...)
- l'émergence de *modèles* de ressources, traces, et ressorts de systèmes documentaires communautaires émergents ;
- la notion d'assistants méthodologiques pour le développement conjoint communautés/vivier de ressources.



3. Genèses documentaires communautaires

Individuel/collectif, des relations complexes

- intrication ;
- tout au long des genèses ;
- idée de symbiose (Sabra 2008) ;
- formes variées (propagation, différenciation...)
- étude à poursuivre...



4. Une approche en construction

Problèmes d'articulations théoriques, le *milieu du professeur* (Margolinas 2002)

Le *milieu* désigne tout ce qui agit sur un sujet, et ce sur quoi un sujet agit

- les *ressources* du professeur fournissent un milieu pour son action, aussi bien lorsqu'il prépare la classe que lorsqu'il organise le jeu dans la classe ;
- classes de situations / structuration du milieu ;
- *schèmes* professionnels / *connaissances* du professeur ;
- les invariants opératoires / connaissances de différents niveaux ;
- dimension temporelle : les durées longues des genèses, de la constitution du milieu du professeur.

Des interactions à penser entre les deux approches, sources potentielles d'approfondissement

4. Une approche en construction

Problèmes d'articulations théoriques, la *double approche* (Robert & Rogalski 2002, Vandebrouck 2008)

Aspect pionnier de la prise en compte du travail du professeur

Des questions partagées :

- aspects productifs/constructifs de l'activité ;
- point de vue développement (échelles de temps) ;
- points de vue micro/macro (en classe/hors classe ?) ;
- points de vue multidimensionnels.

Des questions :

- aspects collectifs ?
- double approche ?
- comment décrire les régularités (gestes, techniques, schèmes ?)
- quels observables ?

4. Une approche en construction

Questions méthodologiques : vers une *investigation réflexive* des genèses documentaires des professeurs

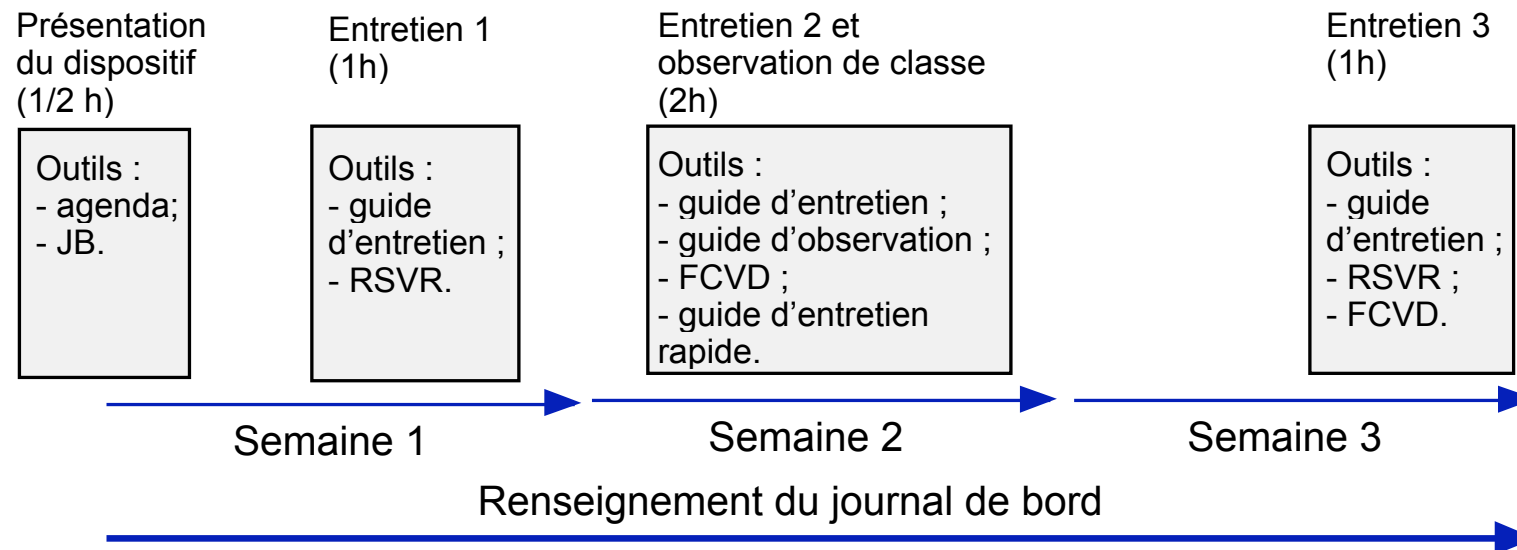
- approfondir la technique des entretiens à domicile, sous la forme de l'« instruction au sosie » (Clot 1999) ;
- analyser le travail documentaire dans sa continuité, à travers entretiens, observations de classe, et *journal de bord* ;
- approche du système documentaire par une *représentation schématique du vivier de ressources d'un professeur* (Sabra 2008) ;
- pour une classe de situations donnée, développer un *fragment de CV de document*.



4. Une approche en construction

Questions méthodologiques : vers une *investigation réflexive* des genèses documentaires des professeurs

- une mise en œuvre cette année dans des contextes ordinaires ;
- en perspective : un travail sur un temps long.



5. Travaux en cours et perspectives

Elucider le système documentaire des professeurs

- le temps long des genèses ;
- système documentaire / structure de l'activité ;
- structure des systèmes (document pivot ?) ;
- systèmes individuels vs systèmes collectifs.

Différents contextes institutionnels

- clés USB nouveaux enseignants, projet GDoN et master L. Hivon (DIDIREM-INRP) ;
- le projet Pairform@nce (INRP-CREAD-IREM), conception et usages de parcours de formation, assistants méthodologiques ;
- premier degré, enseignement supérieur.

Des contextes (plus ou moins) expérimentaux

- systèmes documentaires individuels/collectifs, thèse H. Sabra ;
- documentation du professeur et action didactique, thèse G. Aldon.

5. Travaux en cours et perspectives

Des contextes associatifs (INRP-CREAD-IREM-Sésamath)

- co-construction de questions de recherche ;
- ressources, développement associatif et professionnel.

Différents contextes disciplinaires

- le site Pégase en physique, master R. Hammoud (INRP-LEPS) ;
- projet Mind the gap (CREAD, projet européen, ressources en ligne pour les professeurs et démarches d'investigation).

Comparaisons internationales

- Brésil-France, projet CAPES-COFECUB (INRP-LEPS-DIDIREM).

Rencontres scientifiques

- journées INRP, centrées sur conception et usage de ressources ;
- EMF et CERME en 2009.

5. Travaux en cours et perspectives

**Un travail interdisciplinaire nécessaire, un ouvrage en cours :
*le travail documentaire des professeurs, regards croisés, le cas
des mathématiques***

- croisements d'approches interdisciplinaires (didactique, historique, informatique, documentaire) ;
- croisement d'approches internationales.

Sources et ressources du professeur

Adler, Chevallard, Gueudet et Trouche, Bachimont, Mariotti

Ressources du professeur, dimensions collectives

Winslow, Gueudet et Trouche, Sensevy

Ressources pour et par le curriculum

Proust, Ruthven, Remillard, Bruillard, Margolinas et Wozniak

Ressources du professeur et action didactique

Vandebrouck, Ligozat, Trgalova, Forest et Mercier, Assude.



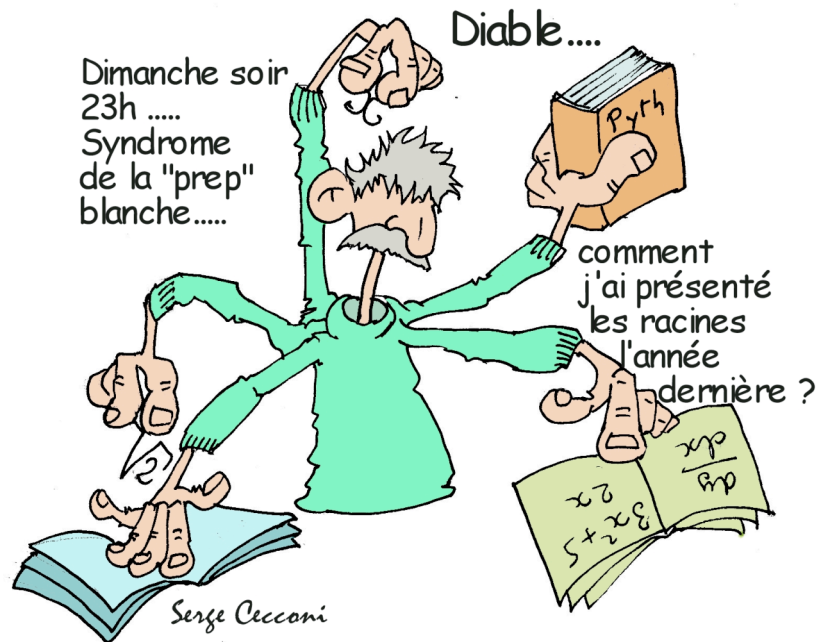
Bibliographie

- Abboud-Blanchard, M., Cazes, C ; Vandebrouck, F. (2008). Une base d'exercices en ligne dans la classe : l'analyse de l'activité des enseignants. In F. Vandebrouck, (Dir.) *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants*. Toulouse : Octarès éditions.
- Adler, J. (2000). Conceptualising resources as a theme for teacher education, *Journal of Mathematics Teacher Education* 3, 205–224.
- Artigue M., Gueudet G. (2008), Ressources en ligne et enseignement des mathématiques. Conférence à l'Université d'été de mathématiques, Saint-Flour.
- Ball, D.L. & Cohen, D. (1996). Reform by the book: what is –or might be– the role of curriculum materials in teacher learning and instructional reform? *Educational researcher*, 25(9), 6-8, 14.
- Ball, D.L., Hill, H.C., & Bass, H. (2005). Knowing mathematics for teaching. Who knows mathematics well enough to teach third grade, and how can we decide? *American educator*, fall 2005, 14-46.
- Baron, M., Guin, D. Trouche, L. (dir.). (2007). *Environnements informatisés et ressources numériques pour l'apprentissage : conception et usages, regards croisés*. Paris: Hermès.
- Bueno-Ravel, L. & Gueudet, G. (2008). Online resources in mathematics: teachers' genesis of use. In D. Pitta-Pantazi & G. Philippou (dir.), *Proceedings of the fifth congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, CERME 5, Larnaca, Chypre.
- Cazes, C., Gueudet, G., Hersant, M. Vandebrouck, F. (2007). Using e-Exercise Bases in mathematics: case studies at university, *International Journal of Computers for Mathematical Learning* **11(3)**, 327-350.
- Chevallard, Y. (1992). Concepts fondamentaux de la didactique : perspectives apportées par une approche anthropologique, *Recherches en Didactique des Mathématiques* 12 /1, 77-111.
- Chevallard, Y. (2002). Ecologie et régulation, in J.-L. Dorier, M. Artaud, M. Artigue, R. Berthelot, R. Floris (dir.) *Actes de la XIème Ecole d'été de didactique des mathématiques, Corps* (pp.41-56). Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Clot, Y. (1999). *La fonction psychologique du travail*. Paris : PUF.
- Cooney, T.J. (1999). Conceptualizing teachers' ways of knowing. *Educational Studies in Mathematics*, 38, 163-187.
- Gueudet, G., Trouche, L. (online). Towards new documentation systems for mathematics teachers? *Educational Studies in Mathematics*.
- Gueudet, G., Trouche, L. (à paraître). Du travail documentaire des enseignants : genèses, collectifs, communautés. Le cas des mathématiques. *Education et didactique*.
- Gueudet, G., Trouche, L. (dir.) (2008). Thème « Situations mathématiques et documents pour le professeur », in I. Bloch, F. Conne, F. Chellougui, G. Gueudet, M. Hersant, & E. Roditi (dir.), (dir.), *Actes de l'Ecole d'été de didactique des mathématiques*. Grenoble : La pensée sauvage.
- Guin, D. & Trouche, L. (dir.) (2002). *Calculatrices symboliques : transformer un outil en un instrument du travail mathématique, un problème didactique*. Grenoble : La pensée sauvage.
- Guin, D., Joab, M., Trouche, L. (dir.) (2008). *Conception collaborative de ressources pour l'enseignement des mathématiques, l'expérience du SFoDEM (2000-2006)*. INRP et IREM (Université Montpellier 2).

Bibliographie

- Margolinas, C. (2002). Situations, milieux, connaissances. L'activité du professeur, in J.-L. Dorier, M. Artaud, M. Artigue, R. Berthelot, & R. Floris (dir.), *Actes de la XI^e Ecole d'été de didactique des mathématiques* (pp.141-155). Grenoble : La pensée sauvage.
- Margolinas, C., Canivenc B., de Redon, M.-C., Rivière, O., Wozniak, F. (2007). Que nous apprend le travail mathématiques hors classe des professeurs pour la formation des maîtres ? 31^{ème} colloque Inter-IREM des formateurs et professeurs chargés de la formation des maîtres, pp. 1-19.
- Mission e-Éduc (2008), *Pour le développement du numérique à l'école, rapport de la mission e-Éduc*, ministère de l'éducation nationale, http://media.education.gouv.fr/file/2008/24/5/Pour_le_developpement_du_numerique_a_l_ecole_27245.pdf
- Pédaque, R. T. (coll.) (2006). *Le document à la lumière du numérique*. Caen : C & F éditions.
- Rabardel, P. (1999). Eléments pour une approche instrumentale en didactique des mathématiques. In M. Bailleul (dir.), *Actes de la X^e Ecole d'été de didactique des mathématiques* (pp. 202-213). Caen : IUFM.
- Rabardel, P. (2005). Instrument subjectif et développement du pouvoir d'agir. In P. Rabardel & P. Pastré (dir.), *Modèles du sujet pour la conception. Dialectiques activités développement* (pp. 11-29). Toulouse : Octarès.
- Rabardel, P. & Bourmaud, G. (2005). Instruments et systèmes d'instruments. In P. Rabardel & P. Pastré (dir.), *Modèles du sujet pour la conception. Dialectiques activités développement* (pp. 211-229). Toulouse : Octarès
- Rabardel, P., Pastré, P. (dir.) (2005). *Modèles du sujet pour la conception. Dialectiques activités développement*. Toulouse : Octarès.
- Remillard, J.T. (2005). Examining key concepts in research on teachers' use of mathematics curricula. *Review of Educational Research*, 75(2), 211-246.
- Robert, A., Rogalski, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche, *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies* 2(4), 505-528.
- Ruthven, K. (2008). Teachers, technologies and the structures of schooling, in D. Pitta-Pantazi, G. Philippou, *Proceedings of the fifth congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, CERME 5, Larnaca, Chypre.
- Sabra, H. (2008). *Interactions entre systèmes documentaires individuels et communautaires. Etude dans le cas du projet e-CoLab*, mémoire de master HPDS, Lyon 1.
- Sensevy, G., Mercier, A., Schubauer-Leoni, M.L. (2000). Vers un modèle de l'action didactique du professeur. A propos de la course à 20, *Recherches en didactique des mathématiques* 20(3), 263-304.
- Vandebrouck, F. (dir.) (2008). *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants*. Toulouse : Octarès.
- Wenger, E. (2005). *La théorie des communauté de pratique, apprentissage, sens et identité*. Traduit de *Communities of Practice* (1998) par Fernand Gervais. Les presses de l'Université Laval.

La documentation des professeurs de mathématiques



Ghislaine Gueudet
CREAD et IUFM de Bretagne
Luc Trouche
LEPS (Lyon 1) et EducTice (INRP)