



HAL
open science

Démarches d'investigation : conceptions et usages de ressources, impact du travail collectif des professeurs

Rim Hammoud, Jean-François Le Maréchal, Luc Trouche

► To cite this version:

Rim Hammoud, Jean-François Le Maréchal, Luc Trouche. Démarches d'investigation : conceptions et usages de ressources, impact du travail collectif des professeurs. Ressources et travail collectif dans la mise en place des démarches d'investigation dans l'enseignement des sciences, EducTice, Nov 2010, Lyon, France. pp.67-76. hal-01556320

HAL Id: hal-01556320

<https://hal.science/hal-01556320v1>

Submitted on 5 Jul 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Démarches d'investigation : conceptions et usages de ressources, impact du travail collectif des professeurs

Journées scientifiques INRP 2010 organisées par EducTice et ACCES en collaboration avec le LIRDHIST

Rim Hammoud^{* **}, Jean-François Le Maréchal^{***} et Luc Trouche^{* **}

** INRP*

19, Allée de Fontenay

69007 Lyon

rim.hammoud@inrp.fr

luc.trouche@inrp.fr

***LEPS*

Université Claude Bernard Lyon 1

**** Ecole Normale Supérieure de Lyon*

lemarech@ens-lyon.fr

RÉSUMÉ. Les nouveaux programmes de physique et chimie de la classe de seconde mettent en avant, dans la continuité du collège, les démarches d'investigation. Notre recherche s'intéresse à la mise en place de ces démarches pour l'enseignement de la chimie. Nous nous attachons à étudier les processus de conception et d'usage de ressources par les enseignants dans cette perspective, ainsi que l'impact du travail collectif sur ces processus, et, plus profondément encore, sur le développement professionnel des enseignants concernés.

MOTS-CLÉS : démarches d'investigation, développement professionnel, enseignement de la chimie, genèses documentaires, ressources pour l'enseignement, travail collectif

KEYWORDS: INQUIRY-BASED SCIENCE LEARNING, PROFESSIONAL DEVELOPMENT, CHEMISTRY TEACHING, DOCUMENTATIONAL GENESIS, RESOURCES FOR TEACHING, COLLECTIVE WORK.

1. Introduction

Depuis quelques années, de nombreuses voix se sont élevées, tant au niveau national qu'international, pour appeler à un renouvellement d'un enseignement des sciences, dans l'objectif de les rendre plus attractives pour les élèves. Pour analyser des raisons de la désaffection pour les études scientifiques, plusieurs rapports ont été publiés en France (Ourisson 2002, Rolland 2006) et en Europe (Rocard *et al.* 2007) pointant la nécessité de repenser l'enseignement scientifique en s'appuyant sur des *démarches d'investigation pour l'enseignement des sciences* (DIES), afin de stimuler l'intérêt des élèves. C'est dans ce contexte que s'inscrivent la réforme du lycée et, plus particulièrement, les nouveaux programmes de seconde, applicables à la rentrée 2010, et mettant en avant les DIES dans la continuité du collège (BO 29 avril 2010). Nous présentons dans la section suivante (§ 2.1) plusieurs approches qui proposent de définir les DIES.

Notre travail s'inscrit dans un double contexte d'évolution de l'enseignement des sciences et de mutation de ses ressources. La période actuelle est marquée, en effet, par une profusion de ressources en ligne qui apparaît comme autant d'opportunités pour renouveler les ressources à disposition des professeurs, et susciter de nouvelles formes de *travail collectif*. Dans notre étude, nous nous intéressons justement aux contextes faisant intervenir des formes collectives de travail des enseignants de chimie en lycée. Ce choix est lié à l'hypothèse d'une relation forte entre le travail collectif et le *développement professionnel* des enseignants dans la perspective de DIES. La mise en place des DIES induit, en effet, une rupture avec nombre de pratiques des enseignants encore en cours. De ce fait, des modifications profondes des pratiques, des ressources et des connaissances professionnelles des enseignants en découlent, il faudra donc, sans doute, quelque temps pour qu'une utilisation maîtrisée de ces démarches se généralise. Cela nous amène à supposer que des formes hybrides de DIES, qui sont souvent plus proches des pratiques habituelles des enseignants que des DIES *stricto sensu*, seront mises en œuvre en classe. Nous cherchons ainsi à caractériser les différentes situations mises en jeu en classe dans l'objectif de mener une investigation scientifique et à travailler les relations entre ces situations et les DIES. Nous considérons que cette variabilité dans les situations mises en œuvre effectivement en classe est, en partie, due aux représentations que les enseignants ont des DIES. Dans cette optique, nous nous attachons également à cerner ces représentations ainsi que leurs effets sur les pratiques des enseignants. Dans la communication présente, nous nous centrons sur un objet d'étude, à savoir le travail collectif enseignant et ses conséquences sur la conception des ressources et l'implémentation des DIES en classe.

2. Eléments de cadrage théorique

2.1. Cadres de référence pour les DIES

Millar (1996) définit une investigation dans l'enseignement comme une tâche pratique où l'approche à suivre pour s'attaquer à une question ou résoudre un problème est ouverte : les élèves peuvent décider ce qu'ils observent ou mesurent, ce qu'ils modifient ou manipulent, quel équipement ils utilisent (dans le cadre des ressources disponibles). Morge et Boilevin (2007) considèrent que cette définition est trop restrictive, puisqu'elle ne retient que les situations dans lesquelles le protocole expérimental est à inventer et exclut toute situation de recherche dans laquelle le phénomène est donné, où l'expérience n'est pas à construire.

D'un point de vue institutionnel, les DIES sont structurées autour de plusieurs moments-clés¹. On y trouve, incluse, l'approche hypothético-déductive d'une démarche expérimentale, avec un accent mis sur l'activité des élèves. Le protocole expérimental n'est pas imposé aux élèves par le professeur, il est laissé à leur initiative, lesquels le conçoivent et le réalisent pour tester leurs hypothèses (Coquidé *et al.* 2009). Parallèlement, l'étude de Mathé *et al.* (2008) sur les DIES au collège montre que le schéma général proposé par les programmes² pour le développement des DIES met l'accent sur le modèle hypothético-déductif exploitant le conflit cognitif qui se noue autour d'une *situation-problème*. Cette notion de situation-problème apparaît aussi dans les nouveaux programmes de seconde qui en font le cœur de l'exercice de l'activité expérimentale (BO 29 avril 2010). Dans de nombreuses définitions de la situation-problème, on trouve l'idée d'un problème concret faisant référence à la vie « réelle » (Mathé *et al.* 2008), d'un problème dévolu à l'élève et orienté selon un *objectif-obstacle* (Fabre 1997).

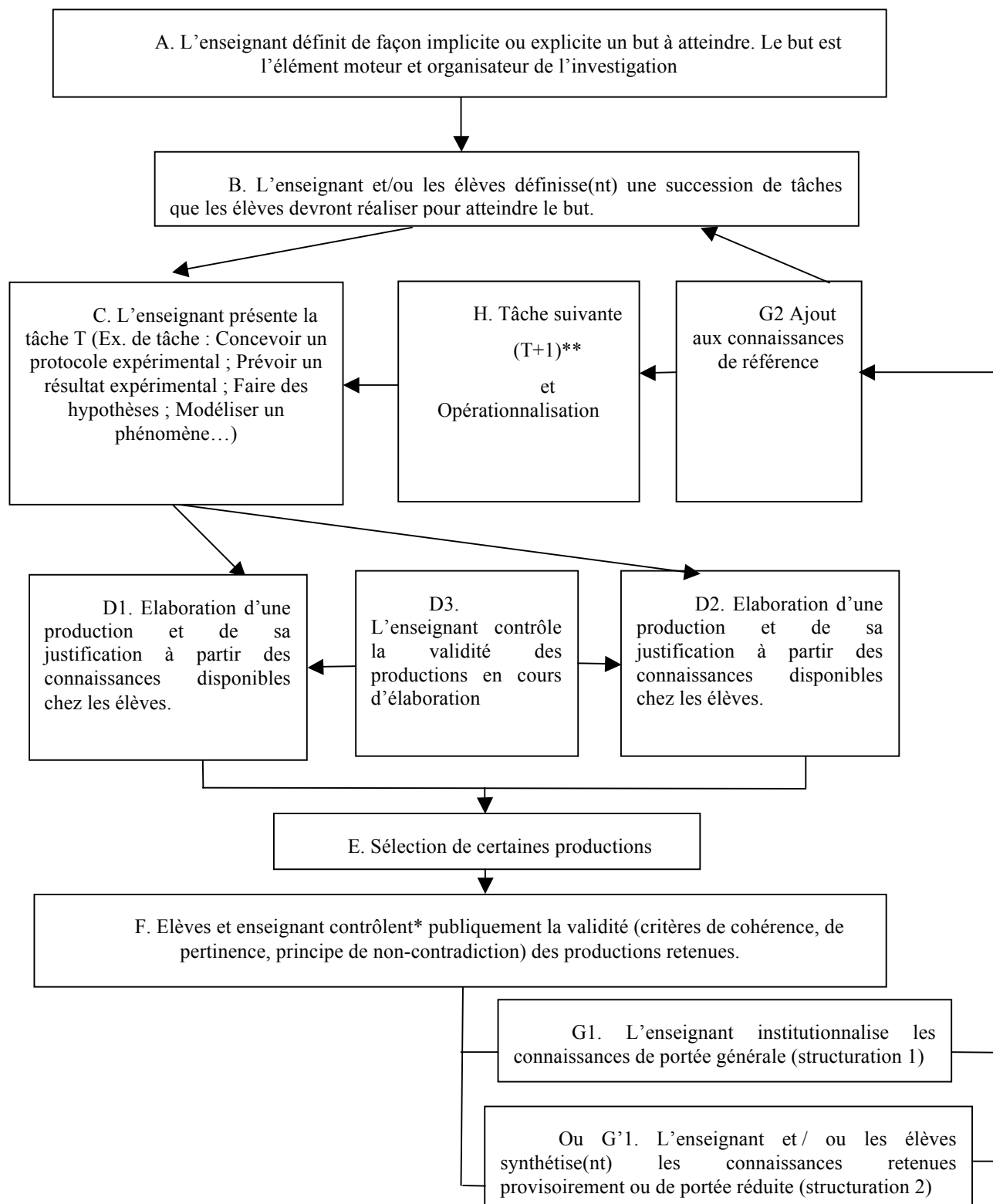
¹ Cinq moments constituent le cœur des DIES : le choix de la situation de départ par le professeur, la formulation du questionnement des élèves, l'élaboration des hypothèses et la conception de l'investigation pour valider/invalidier, l'investigation conduite par les élèves (expérimentation, recherche documentaire, etc.), l'acquisition et la structuration des connaissances sous la conduite du professeur (Groupe Technique associé au Comité de suivi du Plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école, 2001) <http://eduscol.education.fr/cid46578/reperes-pour-la-mise-en-oeuvre-d-une-demarche-%A0du-questionnement-a-la-connaissance-en-passant-par-l-experience%A0.html>

² Les programmes de collège (BO spécial n°6 du 28 août 2008) proposent, pour la mise en place des DIES, un canevas dont la structure s'organise en sept moments essentiels : le choix d'une situation-problème par le professeur ; l'appropriation du problème par les élèves ; la formulation de conjectures, d'hypothèses explicatives, de protocoles possibles ; l'investigation ou la résolution du problème conduite par les élèves ; l'échange argumenté autour des propositions élaborées ; l'acquisition et la structuration des connaissances et l'opérationnalisation des connaissances.

Les DIES, prônées au niveau national, sont à mettre en perspective avec l'Inquiry Based Science Learning (IBSL), qui s'est imposée dans les textes officiels de plusieurs pays anglo-saxons dans les années 1990, et est considérée comme un processus actif de l'apprentissage : ce que *les élèves font* et non pas ce qui est fait pour eux (National Research Council, 1996). Cependant, le point commun entre les DIES et l'IBSL est la nécessité d'*autonomie* et d'*activité cognitive* des élèves.

Dans notre étude, nous nous appuyons sur la définition des DIES et sur le *modèle du déroulement* des DIES par enchaînement de tâches (voir figure 1) proposés par Boilevin et Morge (2007). Nous optons pour ce modèle parce qu'il ne présente pas uniquement les étapes de mise en place des DIES, mais prend également en compte la construction et l'évolution des connaissances mises en jeu au cours des DIES, ainsi que le rôle joué par les élèves et par l'enseignant dans cette évolution. Nous utilisons ce modèle comme un outil d'analyse des situations proposées aux élèves pour conduire une investigation scientifique en classe. Ces auteurs définissent l'investigation par un ensemble de critères permettant de distinguer une séquence d'investigation d'une autre séquence d'enseignement :

- la séquence comprend un enchaînement de tâches dont l'enseignant délègue la réalisation à ses élèves ;
- les élèves élaborent des productions en réponse aux tâches ;
- les élèves ont les moyens de participer au contrôle des productions et y participent ;
- le contrôle des productions s'effectue par la recherche de leur validité, leur cohérence (par opposition à la recherche de correspondance entre la production réalisée par les élèves et le savoir scientifique de l'enseignant) ;
- les élèves effectuent un apprentissage par la réalisation des tâches. Il ne s'agit pas uniquement d'un réinvestissement de connaissances ;
- des tâches d'ordre conceptuel sont à la charge de l'élève. Il ne réalise pas uniquement des tâches d'ordre empirique.



* Action potentiellement problématique. Il y a un problème si l'apparition d'une contradiction ne peut être levée sans remettre en cause les connaissances tenues pour acquises par les élèves, c'est-à-dire sans remettre en cause leurs conceptions.

** La réalisation d'une tâche correspond à une boucle complète de C à H.

Figure 1. Modélisation des actions réalisées au cours d'une séquence d'investigation (Boilevin et Morge 2007)

2.2. L'approche documentaire

L'approche documentaire du didactique (Gueudet et Trouche 2008) distingue les *ressources* (ce qui est disponible) qu'un professeur exploite et les *documents* qu'il développe, à partir de ces ressources. Comme Gueudet et Trouche (*ibidem*), nous adoptons une perspective large sur les ressources en considérant comme ressource tout élément susceptible d'amener une réflexion pour un professeur en réponse à un problème d'enseignement. L'étendue des ressources dépasse donc celle des artefacts *stricto sensu* : une discussion avec un collègue, une réaction d'élève constituent également des ressources pour un enseignant.

Pour réaliser ses tâches d'enseignement, le professeur interagit avec un ensemble de ressources disponibles : il les sélectionne, les transforme, les recompose, les met en œuvre, les partage, les révise.... C'est l'ensemble de ce travail que Gueudet et Trouche nomment *travail documentaire*. Un document est une entité mixte, composé de ressources, d'usages associés et de *connaissances professionnelles* qui les pilotent. Parmi ces connaissances, nous portons une attention particulière aux *PCK* (*Pedagogical Content Knowledge*, Shulman 1986). Les *genèses documentaires*, processus de constitution des ressources en documents, sont donc dans cette approche, au cœur du développement professionnel des enseignants. Ces genèses sont des processus continus et enchevêtrés : une genèse documentaire est sans cesse revitalisée par la rencontre de nouvelles ressources ou de nouveaux événements qui va modifier des éléments constitutifs du document résultat. Ce document lui-même donne matière à de nouvelles ressources, qui pourront être engagées dans de nouvelles genèses. Pour traduire cette dynamique, Gueudet et Trouche utilisent le terme de *documentation*, qui désigne à la fois le travail documentaire et son résultat. Ces auteurs considèrent également que les documents, construits par un professeur, s'articulent entre eux, formant ainsi un *système documentaire* composé du *système de ressources* et de connaissances professionnelles associées.

2.3. Le travail documentaire d'un collectif

Les aspects collectifs du travail enseignant, bien qu'ils soient plus ou moins visibles, sont toujours présents : un enseignant ne travaille jamais seul, il développe ses documents en interaction avec ses élèves, avec des collègues, il participe à différentes institutions ou associations. De ces insertions sociales, ses documents portent la marque. Pour analyser les aspects collectifs du travail documentaire du professeur, nous exploitons la théorie des communautés de pratique (CoP) (Wenger 1998). Les CoP sont des collectifs, souvent professionnels ; ils peuvent être relativement *informels*, et se caractérisent par un *engagement partagé* de tous leurs membres *collaborant* à un projet commun. Wenger (*ibidem*) identifie trois dimensions articulées caractéristiques d'une CoP : l'*engagement* mutuel, la

participation active à une *entreprise commune*, et la *réification* (production d'objets communs au cours de la pratique) qui se traduit par la constitution d'un *répertoire partagé* intégrant les résultats de ce processus de réification. La dualité participation/réification représente un aspect fondamental de la constitution des communautés de pratique et de leur évolution dans le temps et nous paraît ainsi particulièrement pertinente pour l'étude de la documentation des enseignants.

3. Questionnement et méthodologie

Nous questionnerons l'hypothèse que le développement du travail collectif a, en retour, des effets sur la possibilité des DIES en classe, mais plus profondément sur les genèses documentaires et le développement professionnel des enseignants, sous la forme suivante : le travail collectif des enseignants constitue-t-il un appui pour la conception et la mise en œuvre de ressources dans la perspective des DIES ? Et avec quels effets sur le développement professionnel des enseignants ?

Nous portons notre regard sur la documentation des enseignants du second degré et plus particulièrement de la classe de seconde dont les nouveaux programmes qui entrent en vigueur à la rentrée 2010 prônent la pratique des DIES pour l'enseignement des sciences physiques et chimiques (SPC). Afin d'analyser l'impact du travail collectif enseignant sur les genèses documentaires tournées vers les DIES, nous portons une attention spécifique à diverses formes collectives du travail enseignant. Le premier collectif considéré, qu'on note G1, est lié à l'institution, à savoir le groupe APPD³ lycée rassemblant, sous la responsabilité des inspecteurs, des enseignants de SPC qui s'intéressent à la mise en place des DIES et à l'élaboration de ressources dans cette perspective. Certains enseignants de ce groupe font partie d'un deuxième collectif⁴, noté G2, que nous avons également suivi et qui est formé de professeurs de SPC de trois lycées voisins collaborant ensemble par mutualisation de leurs ressources et confrontation de leurs pratiques dans la perspective de la réforme pédagogique. Comme nous examinons une rénovation de l'enseignement scientifique voulue par l'institution, nous avons fait le choix de G1 et G2 puisqu'ils sont des collectifs institutionnels, mais aussi parce qu'ils travaillent l'implémentation des DIES en classe. Le troisième type de collectif, noté G3, auquel nous nous intéressons est celui formé d'enseignants de G1 et de leurs collègues de SPC d'un même établissement. Cinq enseignants dont quatre font partie de G1 participent à notre étude. Ils ont été choisis selon des critères précis, à savoir la pratique des DIES en classe et l'implication dans des formes collectives, à la suite

³Atelier de Pratiques Pédagogiques et Didactiques. C'est un groupe sous la responsabilité des IA-IPR de l'Académie de Lyon. <http://www2.ac-lyon.fr/enseigne/physique/phychi2/spip.php?rubrique86>

⁴ Ce collectif est organisé par les inspecteurs (IA-IPR) de l'Académie de Lyon

d'un questionnaire diffusé lors d'une journée d'étude⁵ à l'INRP. Il s'agit, en effet, de suivre des processus entrelacés de conception, d'appropriation et d'usages de ressources pour les DIES se déroulant en classe comme hors classe, et d'interroger les articulations entre la documentation individuelle et collective.

Nous avons conçu une méthodologie, en cours de développement, qui s'inspire de la méthodologie d'*investigation réflexive* (Gueudet et Trouche 2009). Dans cette méthodologie, les aspects collectifs ne sont pas pris en compte, c'est pour cela que nous avons ajouté aux outils⁶ de cette méthodologie d'autres outils. Dans ce qui suit, nous citerons nos différents outils méthodologiques dont certains seulement sont exploités ici :

- des *entretiens* : un entretien général, un entretien avant et après chaque séance observée qui nous permettent de repérer des éléments relatifs au travail documentaire des enseignants. Trois types de *représentations schématiques* sont réalisés par les enseignants au cours des entretiens : une représentation schématique du système de ressources (RSSR) et une représentation schématique du travail collectif (RSTC) qui seront complétées pendant la durée du suivi ainsi qu'une représentation schématique du déroulement de la séance d'investigation qui sera observée ;
- *observations en classe*, enregistrées en vidéo, pour étudier finement les usages de ressources. Ces vidéos seront ensuite exploitées pour des dispositifs, en cours de développement, d'*entretiens d'autoconfrontation simple* (Theureau 1992) et *croisée* (Clot 1999) (pour analyser l'effet de la discussion collective sur le processus de conception des ressources) ;
- *observation des activités des collectifs* en assistant aux réunions pour examiner la nature du travail collectif et dégager des éléments caractéristiques des CoP;
- un *journal de bord* permettant à l'enseignant, dans une démarche réflexive, de relever son activité de documentation en évoquant aussi les évènements collectifs qui l'alimentent.

⁵ Cette journée est intitulée « Expérimentations d'enseignements scientifiques renouvelés en classe de seconde » <http://www.inrp.fr/manifestations/formation/experimentation-enseignements-scientifiques>

⁶ Les outils de la méthodologie d'investigation réflexive sont : questionnaire de présentation personnelle ; entretien général en début de suivi ; entretien portant sur la préparation de la séance qui sera observée ; entretien après cette séance ; représentation schématique du système de ressources (RSSR) ; observation en classe et journal de bord.

4. Quelques résultats et analyses

Il s'agit, dans la communication présente, d'analyser le travail documentaire et l'impact du travail collectif sur la conception de ressources, dans la perspective de DIES, d'un enseignant que nous nommons ici Paul en s'appuyant sur deux entretiens réalisés avec lui : un entretien général et un entretien précédant la séance d'investigation observée.

Paul a vingt cinq ans d'expérience d'enseignement. Il est impliqué dans G1 et G2. La documentation collective semble l'intéresser ; cela apparaît avec l'analyse de la RSSR (figure 2) : d'une part, les « équipes » occupent la place la plus élevée. D'autre part, sur les quatre pôles de cette représentation (équipes, numériques, papiers et officiel), le travail collectif au sein des équipes, ou autrement dit les échanges avec d'autres collègues, occupent trois pôles parmi les quatre (le mot échange apparaît deux fois en plus du mot équipes). Cela montre bien que son travail documentaire est influencé par la documentation collective. Ce dessin révèle également la diversité des ressources auxquelles Paul a à faire dans son activité professionnelle : on y trouve les ressources numériques et papier ; les textes officiels et les équipes. Les interactions avec les élèves semblent cruciales pour ses ressources : les élèves apparaissent, en effet, au centre de sa RSSR.

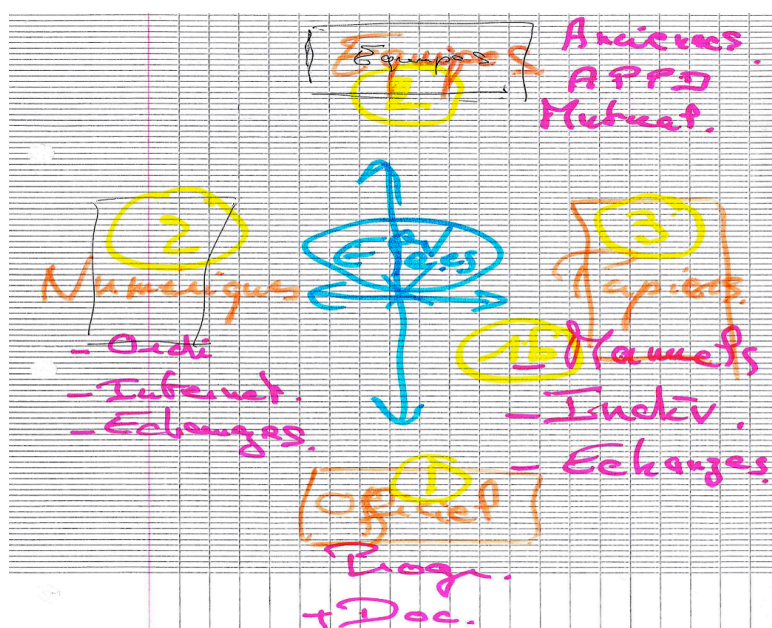


Figure 2. RSSR de Paul

La vision de Paul envers le travail collectif s'inscrit dans une logique qu'on peut résumer ainsi : échanger plus pour comprendre plus et pour avancer plus. Il considère ainsi que le développement professionnel de l'enseignant est en liaison étroite avec le travail collectif. Cet intérêt fort pour le travail collectif se manifeste par la co-élaboration, avec son collègue de G1, d'un TP fondé sur des DIES. Un travail documentaire collectif, à plusieurs étapes, est alors mis en place à travers plusieurs rencontres et échange de courriels : choix par Paul d'un problème chimique ; réflexion ensemble sur la mise en œuvre de ce problème en fonction des niveaux de leurs élèves ; ajustement et adaptation du TP selon les capacités des élèves ; discussion sur la progression de la séance ; élaboration collective d'une première version d'une fiche professeur ; modifications et ajustements de cette fiche par son collègue ; échange de courriels avec des allers-retours entre les deux et construction ainsi de la version finale. Une dynamique d'une co-élaboration s'est donc bien révélée et elle apparaît encore dans la nouvelle RSSR (figure 3) : on voit que Paul fait d'abord appel à ses ressources anciennes, numériques et papier (il illustre cela par deux croix), à partir desquelles il élabore une première version sous format « papier », puis l'échange avec son collègue. De multiples allers-retours entre Paul et son collègue, illustrés par une flèche qui part de « collègue » et y revient, ont favorisé ensuite l'évolution de cette ressource. Ainsi, l'*engagement* et la *participation active* de Paul et son collègue à cette documentation collective s'accompagnent de la production de ressources qui *réifient* des éléments de leurs pratiques.

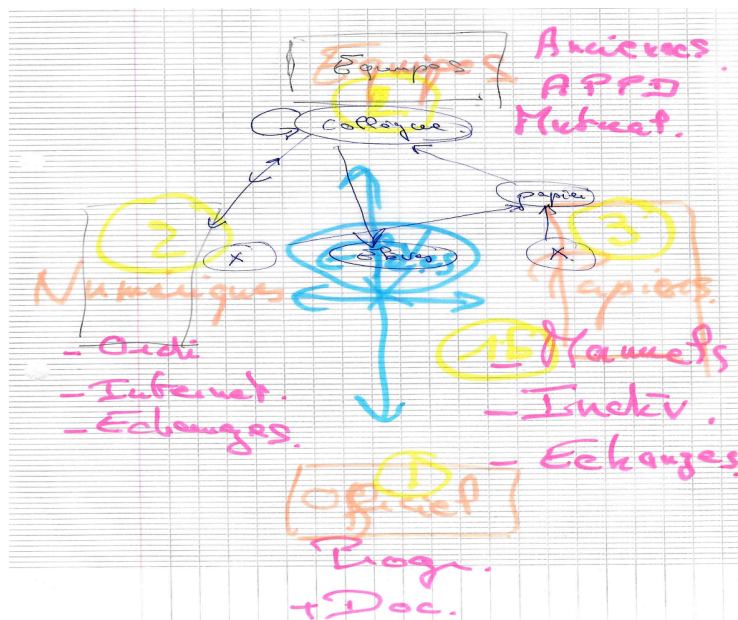


Figure 3. RSSR de Paul pour l'élaboration du TP d'investigation

L'important selon Paul dans les DIES est que l'élève soit acteur, qu'il se lance à fond dans son activité de découverte et qu'il construise son savoir. Pour Paul, mettre en œuvre un TP basé sur les DIES permet à l'élève de construire des connaissances qu'il ne peut pas découvrir lors d'un TP classique. Il opte donc pour les DIES comme stratégie d'enseignement parce qu'elles permettent, selon lui, à l'élève d'acquérir des savoirs, de développer un raisonnement scientifique et de s'investir dans la tâche même s'il n'a pas d'intérêt pour les sciences.

Par ailleurs, Paul relève la charge de travail plus importante (par rapport à une séance classique) que les DIES nécessitent en amont lors de la préparation. Ceci l'amène à chercher plus d'idées et donc à faire appel à plus de ressources d'une part, et au travail collectif d'autre part. Nous pouvons en inférer que la prise en compte, par Paul, des DIES induit une *évolution* de son système de ressources, une évolution qui s'appuie en particulier sur le recours au travail collectif comme en témoigne les données dont nous disposons dans la mesure où Paul a co-construit avec son collègue le TP de DIES.

5. En conclusion

Les entretiens font ainsi apparaître l'importance que cet enseignant accorde au travail collectif pour l'évolution de ses ressources ainsi que pour le développement de sa propre documentation. Il apparaît que cette documentation collective constitue un appui pour la conception et les usages de ressources pour les DIES.

L'exploitation en cours des observations de classe et d'autres données seront évoquées lors du colloque. Il est intéressant cependant de noter quelques constats, notamment les écarts entre ce qui est prévu par les enseignants et ce qui est effectivement réalisé en classe. De plus, une diversité dans les démarches mises en place est observée, ce qui reflète une diversité de représentations de DIES pour les enseignants et montre aussi une proximité plus ou moins importante des pratiques avec les DIES.

La méthodologie présentée pour le suivi du travail documentaire des enseignants est en cours de développement, mais son intérêt réside dans le fait qu'elle permet de regarder l'activité des enseignants dans son unité et sa dynamique. De même l'approche documentaire que nous avons exploitée nous semble pertinente pour notre étude puisqu'elle invite à un changement de point de vue qui considère le travail documentaire au cœur de l'activité professionnelle des enseignants, et central pour leur développement professionnel.

6. Bibliographie

- Boilevin, J.-M. & Morge, L. (2007). Repérer et analyser des séquences d'investigation : quels critères ? des exemples. *Actes des 55èmes journées nationales de l'Union des Professeurs de Physique et de Chimie*. Du 26 au 29 octobre 2007, Paris.
- Bulletin officiel de l'Éducation Nationale (2010), spécial n° 4 du 29 avril.
- Clot, Y. (1999). *La fonction psychologique du travail*. Paris : PUF.
- Coquidé, M., Fortin, C., & Rumelhard, G. (2009). L'investigation : fondements et démarches, intérêts et limites. *Aster*, n° 49, p. 49-76.
- Fabre, M. (1997). Pensée pédagogique et modèles philosophiques : le cas de la situation-problème. *Revue française de pédagogie*, n°1, p. 49-58.
- Gueudet, G., & Trouche, L. (2008). Du travail documentaire des enseignants : genèses, collectifs, communautés. Le cas des mathématiques. *Education et Didactique* 2(3), 7-33.
- Gueudet, G., & Trouche, L. (2009). La documentation des professeurs de mathématiques, in L. Coulange, C. Hache (dir.) *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques 2008*, 249-269. Paris : ARDM et IREM Paris 7.
- Mathé, S., Méheut, M. & de Hosson, C. (2008). Démarche d'investigation au collège : quels enjeux ? *Didaskalia*, n° 32, p. 41-76.
- Millar, R. (1996). Investigation des élèves en science : une approche fondée sur la connaissance. *Didaskalia*, n° 9, p. 9-30.
- Morge, L. & Boilevin, J.-M. (dir.) (2007). *Séquences d'investigation en physique-chimie, recueil et analyse de séquences issues de la recherche en didactique des sciences*. Clermont-Ferrand : SCEREN - CRDP d'Auvergne.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Ourisson, G. (2002). *Désaffection des étudiants pour les études scientifiques*, rapports du Ministère de l'Éducation Nationale, 31 p.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A renewed Pedagogy for the Future of Europe*: European Commission.
- Rolland, J.-M. (2006). *L'enseignement des disciplines scientifiques dans le primaire et le secondaire*. Commission des affaires culturelles, familiales et sociales. Assemblée nationale.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, vol. 11, n° 15, p. 4-14.
- Theureau, J. (1992). *Le cours d'action : analyse sémiologique. Essai d'une anthropologie cognitive située*. Berne : Peter Lang.
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice. Learning, meaning, identity*, Cambridge University Press, New York.