

HUSSEIN SABRA

La notion d'incident pour comprendre les dynamiques de documentations individuelle et communautaire. Cas d'un projet de Sésamath

hussein.sabra@univ-montp2.fr

Institut de Mathématiques et de Modélisation de Montpellier, Université Montpellier 2

Résumé :

Notre étude se situe dans le cadre de l'approche documentaire du didactique. Elle traite des rapports entre documentations individuelle et communautaire des enseignants de mathématiques. Elle concerne un groupe de travail de l'association Sésamath engagé dans la conception d'un manuel numérique pour la classe de seconde. L'étude s'intéresse plus particulièrement à l'enseignement du thème fonctions, du fait de l'importance dans le curriculum et de la variété des ressources mobilisables pour leur enseignement. Nous proposons des concepts (comme incident documentaire et connaissance communautaire) et des développements méthodologiques pour saisir les documentations individuelle et communautaire dans leur structure, leur dynamique et leurs interactions. Nous mettons en évidence des moments critiques de ces processus, les incidents documentaires, qui apparaissent à la fois comme des révélateurs et des accélérateurs. Nous montrons enfin le potentiel qu'ont ces incidents pour le développement des rapports entre des documentations individuelles et communautaires.

Introduction

Nous avons traité dans notre thèse⁸³ (Sabra 2011) des rapports entre aspect individuel et aspect collectif du travail des enseignants de mathématiques, et plus particulièrement des apprentissages des enseignants dans des tels collectifs. Le questionnement de formation des enseignants, plus généralement de leur développement professionnel, est une question vive aujourd'hui en didactique des mathématiques. Nous visons à saisir ces développements à partir du travail sur les ressources que les enseignants réalisent au sein de collectifs. Le travail présenté dans ce texte, pourrait être utile pour penser la formation des maîtres, en donnant aux ressources et au collectif une place centrale ; utile aussi du point de vue des pistes théoriques et méthodologiques qu'il ouvre pour étudier le travail collectif des enseignants, et ses rapports au travail individuel.

L'émergence des thématiques portant sur les ressources et les collectifs est en rapport étroit avec l'évolution des potentialités d'Internet, des plates-formes et des réseaux sociaux (Sabra et Trouche 2009). Nous nous interrogeons alors sur les conditions de développement professionnel portées par les formes émergentes de travail collectif des enseignants de mathématiques. Pour ce faire, nous commençons par une présentation de notre cadre théorique et des questions de recherche ; nous continuons par la présentation de notre méthodologie et des outils associés, mis à l'épreuve sur le terrain d'étude. L'analyse de données recueillies occupe la suite de cet article suivi d'une conclusion générale.

⁸³ Thèse de l'université de Lyon soutenue en décembre 2011. Directeur de thèse Luc Trouche – S2HEP, EducTice.

Cadre théorique et questions de recherche

Les phénomènes à regarder sont complexes. Nous les étudions plus particulièrement à partir des traces de l'activité sur les ressources mobilisées et produites. Dans la construction théorique que nous présentons, nous partons d'un constat que : pour pouvoir étudier les articulations entre l'aspect individuel et l'aspect collectif, nous faisons recours autant que possible à une structure théorique à composantes équivalentes pour le suivi d'un enseignant et le suivi d'un collectif d'enseignants.

La documentation d'un enseignant de mathématiques

L'approche documentaire du didactique (Gueudet et Trouche 2010a) constitue un prolongement de l'approche instrumentale (Rabardel 1995) introduite initialement en didactique des mathématiques pour l'étude de l'intégration des TICE dans les processus d'apprentissage (Guin et Trouche 1999, Lagrange 2001, Artigue 2002). Nous mobilisons l'approche documentaire pour l'étude des dynamiques de conception de ressources pour l'enseignement des mathématiques.

Suivant l'approche documentaire, nous établirons une distinction entre *ressources* et *document*. La construction d'un document se fait à partir d'un ensemble de ressources en passant par des phases d'appropriation et de transformation (combinaison et adaptation) par l'enseignant. Nous représentons la *documentation* comme un jeu d'interaction dynamique qui se développe au cours du temps entre trois pôles : activités, connaissances et ressources.

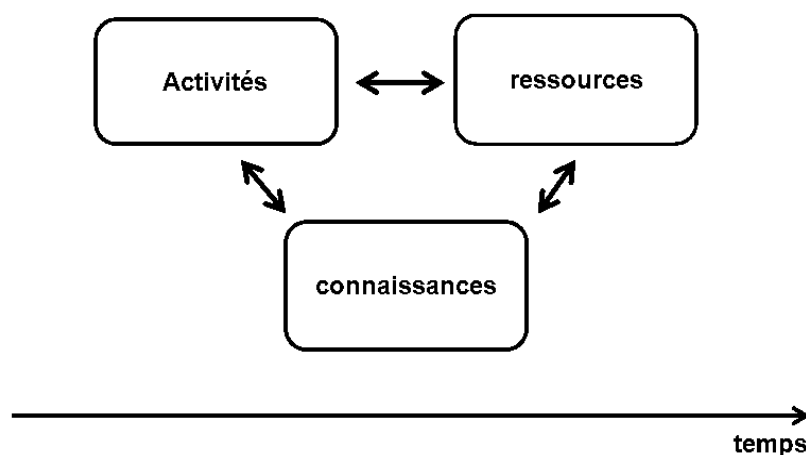


Figure 1. Une représentation des trois pôles de la documentation, genèse en fonction du temps

Pour le pôle « activités », nous nous référons à Margolinas (1995, 2002) qui a proposé un modèle prenant en compte la complexité du travail des professeurs. Son modèle propose une structuration sous la forme de *niveaux* en interactions, dont chacun a ses propres caractéristiques (tableau 1). Le niveau le plus général du modèle, le *niveau idéologique* (+3), représente la réflexion du professeur sur son enseignement. A ce niveau, l'activité du professeur est non finalisée, mais ses relations avec la *noosphère*⁸⁴ se traduisent par des influences qu'il ne peut pas toujours contrôler. Le niveau suivant (+2) est le *niveau de conception d'un thème mathématique*. A ce niveau le professeur cherche à situer son cours dans une progression mathématique. Ensuite le *niveau du projet de leçon* (+1) consiste à traduire et expliciter son projet d'enseignement. Dans son activité de conception d'un thème mathématique (+2), un professeur a en tête une esquisse des projets de leçons (+1)

⁸⁴ L'ensemble des personnes et des groupes dont la fonction est d'assurer, en incluant des éléments de savoir scientifique, l'interface, la relation entre le système d'enseignement et la société globale (Chevallard 1985)

s'inscrivant sous ce thème. Son travail sur un projet d'une leçon donnée (+1) peut être aussi un générateur d'idées sur la construction d'un thème dans lequel s'inscrit cette leçon. Le *niveau de la situation didactique* (0) est le niveau qui prend en compte l'activité du professeur en classe. Ce niveau constitue le centre de l'activité professionnelle d'un enseignant. Il constitue l'« origine » et la finalité de son travail. Le niveau suivant est le niveau d'observation des actions des élèves (-1). Cette structure permet d'interpréter les connaissances mobilisées et construites pour/par l'activité (Margolinas 2002).

Niveau idéologique	+3
Niveau de construction ou de conception d'un thème	+2
Niveau de projet de leçon	+1
Niveau de la situation didactique	0
Niveau d'observation ou de dévolution	-1

Tableau 1. Les différents niveaux d'activité du professeur (Margolinas 2002)

Pour le pôle « connaissances », nous nous référons à Brousseau qui, dans le glossaire de la théorie des situations didactiques (Brousseau & Sarrazy 2002), les définit comme un ensemble de *moyens* : moyens de prendre une décision, de choisir une action, une formulation, une preuve, mais aussi toute une chaîne de rapports réflexifs à ces formes. Brousseau et Centeno (1991) précisent :

moyens transmissibles (par imitation, initiation, communication, etc.) mais non nécessairement explicites, de contrôler une situation et d'y obtenir un certain résultat conformément à une attente ou à une exigence sociale. La connaissance – ou la reconnaissance – n'est pas analysée mais exigée comme une performance relevant de la responsabilité de l'acteur (p. 176).

Ils distinguent les *connaissances* du côté de l'action, et les *savoirs* du côté de la validation et la communication. Partons de cette définition, nous appréhendons les connaissances comme des moyens pour l'action et des moyens de contrôle et de réflexion sur des raisonnements, choix et actions. Les connaissances sont mobilisées et produites par les activités des enseignants.

Pour le pôle « ressources », nous adoptons la définition proposée par l'approche documentaire : tout élément susceptible de *re-sourcer* l'activité de l'enseignant, tout « ingrédient » qu'un professeur exploite pour penser son enseignement et répondre à un besoin d'enseignement de mathématiques », et à partir desquels il va développer des documents.

Un document ne vit pas d'une façon isolée. Les documents s'articulent en système, le *système documentaire* (Gueudet et Trouche 2010a). Un système documentaire est donc un ensemble de documents articulés : ce qui crée les liens entre deux documents, ce sont les ressources communes qu'ils intègrent, ou les connaissances communes qui soutiennent leur conception et leur mise en œuvre. Nous parlerons donc du système de ressources et du système de connaissances d'un enseignant de mathématiques.

La documentation communautaire, généralisation du modèle individuel

Partant de l'hypothèse d'une possibilité de prolongement du modèle de la documentation individuelle au cas collectif. Nous tentons à représenter la documentation communautaire comme un jeu d'interaction dynamique qui se développe au cours de temps entre trois pôles : activités communautaires, connaissances communautaires et ressources communautaires

(figure 2). Nous étudions les définitions que nous pouvons attribuer à chacun des pôles de la documentation communautaire.

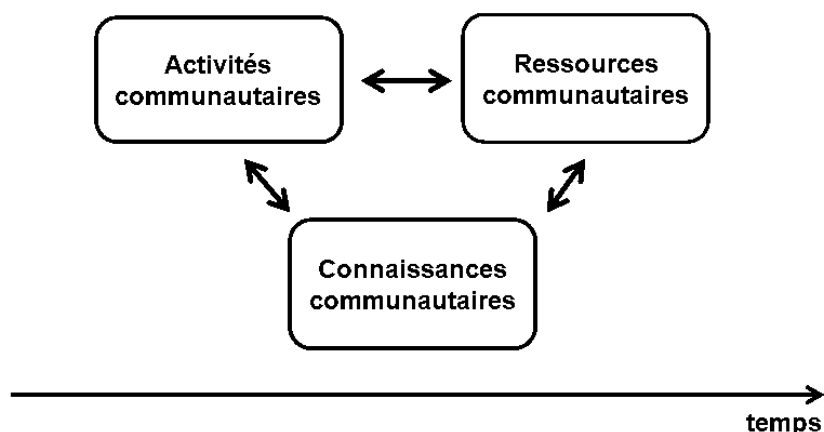


Figure 2. Une représentation de la documentation communautaire

La théorie des communautés de pratique (Wenger 1998) a été importée par des chercheurs en didactique des mathématiques (Georget 2009, Gueudet & Trouche 2010b). Elle a été aussi largement exploitée au niveau international par des chercheurs dans le champ de l'éducation mathématique, comme par exemple Jaworski (2009) pour l'étude des *communautés d'investigation* qui constituent un prolongement des CoP dans des contextes spécifiques.

La théorie des CoP fournit des outils théoriques pour l'analyse des productions de la communauté en rapport avec son activité. Elle constitue donc un cadre pertinent pour l'étude des communautés d'enseignants de mathématiques dans la durée, avec le caractère émergent de ces communautés. Elle met aussi en relation l'activité et les productions de ces activités ; une communauté de pratique émerge au cours de temps, à partir d'un équilibre entre deux processus : la *participation* qui est constituée par les interactions entre les différents acteurs de la communauté ; et la *réification* qui est la transformation d'une expérience en un *objet* identifiable. L'émergence d'une communauté se réalise par des négociations de sens qui s'appuient sur les réifications qui sont elles-mêmes dépendantes de la participation. Le processus de réification est chargé de *connaissances communément acquises* (Wenger 1998).

Nous définissons la participation des enseignants des mathématiques à une CoP comme une contribution individuelle ou collective qui peut prendre des formes variées suivant le niveau d'activité dans lequel elle s'inscrit. La réification renvoie d'une part, au processus structuré par l'ensemble des activités et, d'autre part, aux productions de ces activités. Les productions des activités sont des ressources (qu'on appellera les ressources communautaires) et des connaissances (ce que nous appelons les connaissances communautaires). Nous avons présenté ce que nous entendons par ressources et système de ressources dans la documentation d'un enseignant de mathématiques. Les *ressources communautaires* sont formées de l'ensemble des ressources mises à disposition de la communauté par chacun des enseignants impliqués dans cette communauté, ainsi que celles conçues au sein de la communauté dans le cadre de la réalisation du projet commun : par le processus de réification, il y a en effet introduction de nouvelles ressources, issues de la participation des membres, et production de nouvelles ressources, sur lesquelles la communauté s'appuie pour développer son projet. Par les processus de participation et de réification, l'ensemble des ressources en jeu dans la communauté se développe au cours du temps. Nous définissons alors le *système de ressources communautaires* comme l'ensemble des ressources en jeu dans une communauté, mobilisées par les processus de participation et de réification.

Le développement de la documentation communautaire est porté par le développement du système de ressources communautaires et des connaissances ; le système de ressources communautaire constitue un point d'appui pour la participation des membres (qui peut prendre des formes variées suivant le niveau d'activité dans lequel elle s'inscrit). Dans la participation, les membres mobilisent et produisent des ressources et des connaissances (Figure 3).

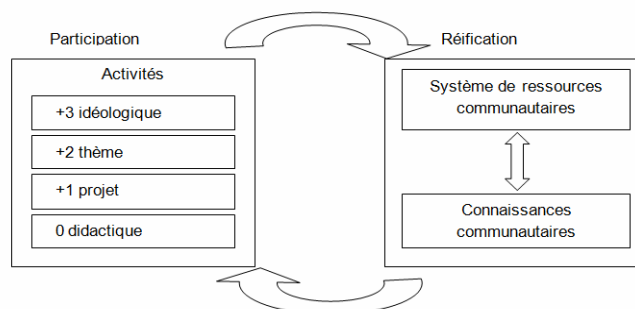


Figure 3. Représentation de la relation entre les deux processus participation et réification dans une CoP

Suivant cette présentation, la théorie des communautés de pratique nous fournit un cadre pour l'analyse de la documentation communautaire (figure 3) à partir de l'interprétation de l'interaction entre : d'une part les activités et, d'autre part les ressources communautaires et les connaissances communautaires. Il s'agit de donner une définition à la notion de « connaissances communautaires », révélant ses caractéristiques pour l'étude didactique des collectifs d'enseignants des mathématiques. Nous définissons une connaissance communautaire comme : moyen d'action, supposé valide dans le contexte du projet commun, se développant par la mobilisation des connaissances des membres (Sabra 2011).

Nous avons présenté la documentation communautaire comme un jeu d'interaction entre activités communautaires, ressources communautaires et connaissances communautaires. La mobilisation de la théorie des communautés de pratique, articulée avec une définition de la notion de connaissances communautaires, nous semble former un cadre pertinent pour une étude didactique du travail de conception de ressources dans une communauté d'enseignants de mathématiques.

Les incidents documentaires communautaires

La documentation communautaire est portée par des dynamiques fortes. Dans cette partie, nous essayons de conceptualiser les moments de rupture de ces dynamiques en termes d'incidents documentaires communautaires.

L'utilisation de la notion d'*incident* est ancienne. Flanagan (1954), déjà, dans le domaine de la psychologie de travail, parlait de l'*incident critique*. Il définissait un incident comme :

Any observable human activity that is sufficiently complete in itself to permit inferences and predictions to be made about the person performing the act

Il expliquait alors comment un incident peut être critique :

To be critical, an incident must occur in a situation where the purpose or intent of the act seems fairly clear to the observer and where its consequences are sufficiently definite to leave little doubt concerning its effects

Il évoquait aussi une méthode d'analyse de l'activité, appelée « technique de l'incident critique »:

A set of procedures for collecting direct observations of human behavior in such a way as to facilitate their potential usefulness in solving practical problems

Pour Flanagan, un incident critique est une activité humaine qui se produit avec un but et une intention de l'action, et n'aboutit pas. Il définit une méthode d'incident critique qui lui permet, notamment, de repérer les situations de dysfonctionnements. Cette méthode consiste à recueillir, à partir d'un entretien individuel, les incidents jugés critiques dans des situations de travail données. Il s'agit de décrire l'activité réalisée jugée comme source de l'incident, les effets de cette activité, les régulations effectuées par les opérateurs et les interprétations des résultats de l'activité et des régulations.

En didactique des STAPS, Eloi et Uhlrich (2011) déclarent que :

L'utilisation du concept d'incident se trouve nous semble-t-il justifiée dans la mesure où il est fait référence à un événement qui n'entrave pas l'activité majeure des personnes impliquées. Il s'agit d'une difficulté secondaire qui " survient " dans le cours d'une action principale

Ils proposent de considérer les incidents comme des artefacts au regard de leur effet sur l'activité du sujet. Dans cette perspective, ils définissent ce qu'ils appellent *incident artefactuel* comme

L'utilisation d'un objet matériel ou non, volontairement introduit par l'intervenant dans l'activité du sujet visant à la modification du cours normal de sa pratique dans le but de provoquer une compréhension nouvelle de son activité

Contrairement au sens proposé par Flanagan, l'incident n'est pas entendu dans le sens de dysfonctionnement mais plutôt dans le sens de transformation de l'activité du sujet et de reconnaissance de la situation.

En didactique des mathématiques, Roditi (2003) définit un *incident didactique* comme

Une manifestation publique d'un élève ou d'un groupe, en relation avec l'enseignement, et en décalage négatif par rapport à l'ensemble des réponses correctes envisageable

Pour Roditi un incident dans un processus d'apprentissage doit être géré par le professeur :

La gestion d'un incident est l'intervention du professeur consécutive à cet incident

Par conséquent, l'incident didactique pour Roditi manifeste un moment de rupture du processus d'apprentissage tel qu'il a été pensé par le professeur. Aldon (2011), quant à lui, définit l'incident didactique comme

Un événement du système didactique qui se produit de manière irrégulière, non prévue, nécessitant des acteurs une réponse appropriée

Pour Aldon l'incident didactique peut être un incident pour l'enseignant, pour l'élève (ou groupe d'élèves), ou bien à la fois pour l'enseignant et les élèves.

Dans notre travail, nous visons de définir un type particulier d'incident : un incident comme élément critique des genèses documentaires. Cet élément critique n'est pas nécessairement un élément de dysfonctionnement, comme c'est le cas pour Flanagan (1954) et Roditi (2003) ; il n'est pas nécessairement un objet matériel comme c'est le cas d'Eloi et Uhlrich (2011) ; et il n'est pas limité à la salle de classe comme c'est le cas de Roditi (2003) et Aldon (2011). Nous définissons un *incident documentaire communautaire* (Sabra 2011) comme l'intégration d'une ressource, imprévue par au moins une partie de la communauté, dans le système de ressources communautaire qui modifie le cours de la documentation communautaire. Dans la documentation communautaire, les moments de rupture sont liés aux processus de participation et de réification. Dans une communauté, les interactions sont complexes : elles peuvent avoir lieu entre deux ou plusieurs membres de la communauté, entre un membre de la communauté et un membre de l'extérieur, entre un sous-groupe de la communauté et un membre de l'extérieur ou un sous-groupe de la communauté et un collectif

extérieur. Les interactions peuvent être liées au projet commun ou non. Elles sont de différents types : didactique, épistémologique, organisationnelle ou même personnelle.

Un incident documentaire communautaire n'est pas entendu dans le seul sens négatif. La gestion de l'incident et le contrôle de ses effets semblent importants pour comprendre la nouvelle orientation prise par la documentation communautaire.

Questions de recherche

Parti du questionnement des rapports entre documentations individuelle et communautaire, nous avons été menés à la construction d'un cadre théorique qui prend en compte l'interaction entre le triplet : connaissances, activités et ressources, dans une dimension individuelle (un enseignant de mathématiques) ou communautaire (des communautés d'enseignants de mathématiques). Cette construction théorique nous permet de préciser nos questions de recherche.

- Q1 : Comment comprendre les relations entre la documentation d'un enseignant et la documentation communautaire dans laquelle il est inséré ?
- Q2 : Comment l'analyse des incidents documentaires communautaires contribue à la compréhension des documentations individuelle et communautaire et les relations entre elles ?

En nous appuyant sur la construction théorique proposée dans cette partie, nous allons développer une méthodologie associée permettant de traiter les questions posées.

La méthodologie : réflexion et conception

Réflexion pour la conception de la méthodologie

Le rapport au terrain expérimental se construit dans un ensemble de choix liés aux problématiques, aux objectifs de recherche, aux cadres théoriques mobilisés (Daina et al. 2011), donc en lien fort avec la méthodologie conçue et mise en œuvre. Le suivi des documentations individuelle et communautaire suppose la prise en compte de plusieurs paramètres (Gueudet et Trouche 2010b) :

- un *suivi conjoint* de la documentation communautaire et des documentations individuelles ;
- un *suivi associé* des activités et des ressources. Les systèmes de ressources individuels et communautaires sont en évolution permanente. Ces évolutions sont liées, pour la communauté, à plusieurs facteurs, dont la participation des membres qui s'inscrivent dans différents niveaux d'activités. Pour les professeurs, ces évolutions sont liées à leurs activités ;
- la *durée longue* et la *continuité* du suivi. Les genèses documentaires s'inscrivent dans le temps long du développement des ressources et des connaissances. La nature *vivante*, aussi bien des ressources individuelles et communautaires que des activités individuelles et communautaires, suppose un suivi *continu*, autant que possible ;
- un suivi en classe et *hors classe*. Pour le suivi des documentations individuelles et communautaire, il est nécessaire de considérer les activités dans une variété de lieux.

Prenant en compte la complexité du rapport à construire avec les acteurs du terrain expérimental, nous nous proposons d'effectuer, avant la mise en place de la méthodologie, une *analyse préalable* de la communauté à suivre. L'objectif de cette analyse est :

- d'avoir une idée de la visibilité des activités individuelles et communautaires ;
- de repérer des outils existants sur le terrain qui puissent nous permettre de recueillir des données. Nous nous efforcerons de penser l'articulation de ces outils avec nos propres outils méthodologiques dans un objectif d'optimisation du dispositif du suivi ;
- d'identifier les rôles différenciés des membres pour la réalisation du projet commun pour choisir des enseignants, membres de la communauté, dont le suivi nous permettra d'interpréter la documentation communautaire.

L'analyse préalable effectuée permettra d'adapter les outils méthodologiques que nous mettrons en œuvre. Nous penserons donc des outils méthodologiques flexibles, pouvant être adaptés, selon les besoins, aux conditions du travail de l'enseignant et de la communauté. Nous ne pensons pas nécessairement des outils méthodologiques différents pour le suivi de la documentation individuelle et celle de la documentation communautaire : certains outils pourront être mixtes, pouvant servir aux deux types de suivi.

Les principes de la conception de la méthodologie

A l'issue de cette réflexion générale, nous construisons notre méthodologie suivant trois principes : 1) l'explicitation du *contrat méthodologique* établi entre chercheur et acteur du terrain expérimental ; 2) la stimulation d'une *réflexivité* sur les activités individuelles et communautaires ; et 3) l'appui sur la *conception dans l'usage*. Nous procédons par une description analytique de chacun de ces principes.

d. L'explicitation du contrat méthodologique

Les enseignants sont des acteurs essentiels du recueil de données dans notre méthodologie. Ils sont nombreux et diversifiés. Plus les acteurs sont nombreux et diversifiés, plus les rapports construits se complexifient, plus un travail d'adaptation continue de la méthodologie est nécessaire. L'élargissement temporel et spatial de notre terrain expérimental induit des questions autour du contrat à établir entre le chercheur et les acteurs, contrat qui est, en général, principalement implicite. Nous introduisons ici *l'explicitation du contrat méthodologique* comme un premier principe de notre méthodologie.

Le contrat *didactique* (Brousseau 1988 ; Chevallard 1988) est introduit en didactique des mathématiques pour situer les responsabilités du professeur et des élèves dans la classe de mathématiques. Nous exploitons une analogie avec ce dernier contrat pour définir le contrat *méthodologique*. Brousseau (1988) définit le contrat didactique comme

l'ensemble des comportements de l'enseignant qui sont attendus de l'élève, et [de] l'ensemble des comportements de l'élève qui sont attendus de l'enseignant [...] Ce contrat est l'ensemble des règles qui déterminent explicitement pour une petite part, mais surtout implicitement, ce que chaque partenaire de la relation didactique va avoir à gérer et dont il sera, d'une manière ou d'une autre, comptable devant l'autre

Pour Chevallard (1988),

[L]e contrat didactique définit les droits et les devoirs des élèves, les droits et les devoirs de l'enseignant et, par cette division des tâches, partage et limite les responsabilités de chacun (p. 19)

Les moments de rupture de ce contrat sont les moments d'apprentissage. En effet, tout enseignement d'un nouvel objet de savoir provoque des ruptures de contrat par rapport à des objets de savoir anciens, et la renégociation de nouveaux contrats. L'apprentissage de l'élève se fait au prix de ces ruptures qu'enseignants et élèves doivent négocier. Nous retenons ces éléments constitutifs du contrat didactique : un partage de responsabilités entre les deux

contractants (élève(s) et enseignant) ; un ensemble de règles pour gérer les responsabilités de chacun ; le caractère implicite du contrat qui ouvre la possibilité de négociations permanentes ; les moments de rupture qui conduisent à une redéfinition du contrat didactique. Dans un contrat didactique, l'enjeu commun des contractants est le savoir (les mathématiques dans le cas de la didactique des mathématiques).

Dans le contrat méthodologique que nous définissons, les contractants sont, d'un côté, le chercheur, d'un autre côté, le(s) acteur(s). L'objet commun des contractants est *l'action didactique* individuelle ou collective de l'acteur ainsi que les ressources produites par/pour cette activité. Le contrat méthodologique permet de formaliser en partie les rapports entre chercheur et acteurs du terrain expérimental. Il tente, par des règles, de définir les rôles et les responsabilités de chacun (chercheur et acteurs). Nous définissons le contrat méthodologique comme un ensemble d'attentes mutuelles entre le chercheur et l'acteur, essentiellement implicites, à propos d'une action didactique sur le terrain expérimental.

L'asymétrie des contractants dans leurs rapports à l'enjeu commun du contrat méthodologique renforce la place de l'implicite et donne lieu à des négociations permanentes. Dans le cadre de notre recherche, nous suivrons l'activité et les ressources des acteurs. Nous souhaitons les solliciter pour participer à cette tâche. Dans ce cadre, l'explicitation du contrat méthodologique semble indispensable. Elle consiste à expliciter les conditions de la participation d'un acteur au recueil de données.

Comme toute analogie, l'analogie entre contrat didactique et contrat méthodologique a des limites. Dans un contrat didactique, l'incertitude de l'élève concernant la résolution du problème est à l'origine de son engagement dans le jeu, tandis que l'enseignant est supposé détenteur de la solution. Par contre, dans un contrat méthodologique, l'incertitude est celle du chercheur : il ne connaît pas les activités individuelles et communautaires des acteurs mais il construit des outils méthodologiques pour les saisir. Pour que l'acteur accepte de donner à voir une partie de ses activités individuelles et communautaires, le chercheur doit créer un intérêt par ses propositions et doit inciter à une réflexivité. Une autre limite de l'analogie entre contrat didactique et contrat méthodologique réside dans la nature des moments de rupture. Dans un contrat méthodologique, les moments de ruptures ne sont pas liés seulement, pour un acteur, à une découverte ou à une communication d'une activité individuelle ou communautaire. Les moments de rupture dans un contrat méthodologique peuvent être dus à une intervention du chercheur influençant les dynamiques des documentations. Ils peuvent être liés à une dévolution, par le chercheur, d'un projet (ressources, outils méthodologiques, autres) qui n'est pas viable dans le milieu d'activités de l'enseignant ou bien le milieu d'activités de la communauté.

Nous tentons de limiter les implicites pour élargir nos potentialités d'interpréter les données recueillies. Pour cela, il s'agit d'explicitier les rapports à l'enjeu commun par un projet élaboré par le chercheur à destination des acteurs. Mais, comme pour le contrat didactique, le contrat méthodologique, même avec un projet explicité, n'enlève pas tous les implicites. Il s'agit de clairement identifier la partie de nos objectifs de recherche que nous pouvons dévoiler : nous ne pouvons pas complètement dévoiler la problématique de la recherche pour que l'acteur ne se limite pas à nous communiquer les activités et les ressources qui lui semblent répondre à notre problématique. En même temps, il faut expliquer à l'acteur quels types d'activités et de ressources nous attendons qu'il nous communique. Ce travail demande un engagement de l'acteur, ce qui entraîne des questions autour de l'intérêt didactique ou professionnel que cette collaboration peut lui apporter. Ce point semble crucial pour que l'acteur accepte l'engagement.

e. La stimulation d'une réflexivité sur l'activité

Dans la méthodologie d'investigation réflexive qu'ils proposent, la réflexivité est basée sur une implication active du professeur. Gueudet et Trouche (2010a) ont retenu une posture générale de leur recherche qui considère, comme Sensevy (2007) que

La description et l'analyse de l'action humaine supposent la prise en compte du sens de leur action pour les acteurs (p. 41)

L'implication active du professeur dans le recueil de données suppose une certaine négociation et explicitation du contrat méthodologique. Il s'agit donc de concevoir des outils méthodologiques suscitant la réflexivité. Certains sont propres à la méthodologie d'investigation réflexive, d'autres en constituent un prolongement. Parmi les outils méthodologiques à concevoir, nous portons notre attention sur les outils permettant de capter le sens de l'activité, individuelle ainsi que communautaire, de l'enseignant.

Dans le cas d'une communauté, nous devons penser une méthodologie qui incite à une réflexivité sur les activités communautaires. Comme dans le cas de l'investigation réflexive, cette méthodologie est basée sur une implication active des membres de la communauté dans le recueil de données, dans le cadre d'un dispositif suscitant une réflexivité. Quand nous passons d'un suivi réflexif individuel à un suivi réflexif communautaire, la difficulté du suivi s'amplifie. Une des sources de cette difficulté réside dans le sens de l'activité communautaire, qui n'est pas toujours partagé pour tous les membres de la communauté. Nous essayons de repérer le sens d'une même activité communautaire pour plusieurs membres ayant des rôles différenciés dans la communauté.

f. L'appui sur la conception dans l'usage

La méthodologie à mettre en œuvre, en particulier pour le suivi de la documentation communautaire, se veut être une méthodologie adaptable à différentes communautés d'enseignants de mathématiques. Folcher (2005) distingue les artefacts *conçus pour soi* et ceux *conçus pour d'autres*. Certains de nos outils méthodologiques sont simultanément des *conçus pour soi* (pour nous, chercheur sur le terrain expérimental) et des *conçus pour d'autres* (acteurs sur le terrain expérimental qui participent au recueil de données). Lors de la conception de la méthodologie, il s'agit de créer un équilibre entre la conception pour soi et la conception pour d'autres, ce qui explique que la conception de la méthodologie se poursuivra *dans* l'usage (Rabardel et Bourmaud 2005), au cours de la mise en œuvre.

La conception dans l'usage s'applique aux outils méthodologiques conçus et mis en œuvre sur le terrain expérimental. Au cours de la mise en œuvre, nous (chercheur) réorganisons constamment la structure de la méthodologie pour la réalisation de notre objectif principal de recherche (observation des activités et recueil des ressources qui soutiennent une construction des connaissances).

La conception dans l'usage nous conduit à mettre en œuvre des outils méthodologiques suffisamment flexibles, susceptibles d'être adaptés aux évolutions du terrain expérimental durant la période du suivi. L'adaptation sera alors le fait du chercheur ou de l'acteur du terrain participant au recueil de données. Les processus de conception dans l'usage et pour l'usage sont articulés dans un même mouvement de développement des outils méthodologiques.

Outils méthodologiques pour le recueil de données

Les outils méthodologiques nous permettent de compléter les données naturellement recueillies, certains sont propres au suivi de la documentation individuelle, d'autres au suivi de la documentation communautaire. Certains sont mixtes : ils peuvent servir aux deux types de suivi. Les outils méthodologiques pour le suivi de la documentation individuelle sont ceux

de l'investigation réflexive (Gueudet et Trouche 2010a) que nous avons adaptée pour notre propre recherche. Parmi ces outils, nous distinguons les entretiens à domicile (avec instruction au sosie), les questionnaires, les journaux de bord, les représentations schématiques du système de ressources aussi que les observations de classe.

En ce qui concerne la documentation communautaire, le recueil de données aura lieu en s'appuyant sur des outils méthodologiques, engageant plusieurs acteurs, membres ayant des rôles différenciés dans la communauté. Nous présentons certains de ces outils en précisant :

- le rôle de l'outil dans la réponse à nos objectifs de recherche ;
- la responsabilité à la charge du chercheur et celle à la charge de l'acteur dans le recueil de données ;
- la stimulation de réflexivité que suppose cet outil ;
- les potentialités d'adaptation de l'outil, que ce soit par le chercheur ou par l'acteur.

a. Le Petit Agenda de Suivi, outil de suivi des incidents

Nous avons conçu le PAS afin d'identifier les incidents documentaires communautaires au cours du processus de réalisation du projet commun. Il s'agit de repérer ces incidents et d'analyser leur impact sur la documentation communautaire. Il est à renseigner par des membres de la communauté. Dans l'analyse préalable de la communauté, nous identifions des rôles différenciés de certains membres (concepteur de ressources, relecteur de ressources, gestionnaire des débats, testeur de ressources en classe, etc.). Nous sollicitons certains parmi eux, ayant un engagement fort dans la communauté, pour le renseignement du PAS. Nous demandons de noter dans ce PAS ce que le membre estime être un incident. On fait l'hypothèse que les incidents sont perçus différemment par les membres de la communauté en fonction de leur rôle. C'est pour cela qu'il est intéressant que plusieurs membres, ayant des rôles différenciés, renseignent le PAS. Nous confronterons ensuite les différents PAS.

Le PAS est formé de plusieurs rubriques qu'il s'agit de renseigner pour chaque incident :

- une description de l'incident ;
- les acteur(s) et fait(s) jouant un rôle dans l'incident. Ils peuvent être un membre, les institutions, les membres dans le cadre d'un autre projet ou autres ;
- la (les) décision(s) prise(s) pour faire face à cet incident : prises d'initiatives, activités, propositions (ou modifications) de ressources ;
- effets de l'incident : certains effets de l'incident sont observables directement après l'incident et d'autres après un certain moment. Il y a plusieurs types d'effets pour l'incident : une renégociation du projet, changement de l'organisation de la communauté, etc. ;
- trace des incidents : nous demandons dans la mesure du possible d'appuyer les réponses par des traces matérielles (mels, une fiche, copies d'écran, sites, vidéos, etc).

Le renseignement de PAS suppose une réflexivité importante sur l'activité communautaire. Par ailleurs, les données recueillies sont chargées de la subjectivité des enseignants : dans l'analyse de ces données, nous prendrons donc en compte le rôle identifié du membre de la communauté.

La dévolution aura lieu lors d'un entretien avec l'acteur. Afin d'explicitier autant que possible le contrat méthodologique, nous présentons le PAS en nous appuyant sur une fiche descriptive qui sera laissée à l'enseignant. Elle contient : les objectifs du PAS, comment renseigner le PAS et une définition des différentes rubriques du PAS. Nous lui proposons le

PAS en laissant les possibilités de l'adapter en fonction de ses besoins et ses propres outils de travail.

b. Le journal de bord individuel

Le journal de bord, outil essentiel de la méthodologie d'investigation réflexive (Gueudet et Trouche 2010a). Il est destiné aux enseignants suivis individuellement. Il s'agit, pour eux, de prendre des notes sur leurs activités en classe et hors classe, individuelle et communautaire, pendant une période donnée. Nous demandons de donner précisément : l'horaire, le lieu, les protagonistes, les ressources utilisées (ce qui est produit, ce qui est archivé) et d'éventuels commentaires. Le journal de bord concerne les activités en lien avec une classe précise. Par ce journal de bord, nous visons à approcher les activités de l'enseignant, en lien avec les ressources mobilisées et produites par ces activités.

Le renseignement du journal de bord est un travail laissé à la charge de l'enseignant suivi individuellement. L'enseignant doit donc y voir un intérêt pour lui-même. Il revient au chercheur de proposer un journal de bord correspondant aux intérêts de l'enseignant, s'articulant avec ses propres outils et soutenant une certaine organisation de son travail.

Le journal de bord est un outil méthodologique qui incite à la réflexivité sur les activités. Il est associé à un recueil de données conçues et citées par l'enseignant. Nous demandons à l'enseignant de renseigner ce journal de bord sur plusieurs périodes de l'année, sur un temps suffisamment long pour repérer à la fois les régularités et la diversité des activités.

La méthodologie : construction du terrain et mise en œuvre

Sésamath, les mathématiques pour tous

Sésamath est une association fondée en 2001 par des enseignants de mathématiques pour mettre à disposition des professeurs des ressources libres et gratuites, avec, en toile de fond, la nécessité de prendre en compte les TICE pour l'enseignement des mathématiques. Les recherches sur Sésamath se sont développées au cours des dernières années (Sabra 2009). Sésamath regroupe une centaine de membres adhérents, ainsi que plus de 13 000 utilisateurs de ressources inscrits sur le site Sésaprof. Outre les membres adhérents, les inscrits sur le site Sésaprof sont les contributeurs (participants aux projets, concepteurs et relecteurs des ressources) et les utilisateurs des ressources. Les interactions entre l'ensemble de ces acteurs ont lieu à distance (via des plates-formes et des listes de diffusion). Dans la majorité des cas. Le Conseil d'Administration (CA) de l'association appuie le développement des différents groupes de projet en tant que *CoP potentielles* (Kuntz et al. 2010).

Trois projets significatifs de Sésamath, dont la compréhension a contribué à la construction de notre terrain d'étude :

- MathenPoche (MeP) : le projet MeP est un projet emblématique de Sésamath. Au début de son existence, l'association a créé une communauté pour concevoir un « *exerciciel* » couvrant l'ensemble des programmes de mathématiques du collège. Le travail s'est développé suivant trois étapes :
- le choix des exercices en liaison avec les programmes (à partir de suggestions proposées sur le site, la scénarisation des exercices retenus, la mise en œuvre technique des scénarios (avec la technologie Flash) (Kuntz et al. 2010).
- Tout au long de ces trois étapes, un échange et une modification des ressources ont eu lieu pour arriver à une faisabilité technique des scénarii proposés ;
- les projets manuels de Sésamath : en 2004, Sésamath décide de concevoir des manuels libres et téléchargeables gratuitement sur Internet. Il s'agit là d'une

expérience originale dans l'enseignement de mathématiques : une conception collaborative de manuels, s'effectuant dans la grande majorité à distance, par le biais de technologies du web (liste de diffusions, échanges de mails, plate-forme de travail et de discussions, wiki, etc.). Réalisés par des groupes de projets, sont ainsi édités successivement le manuel de 5^{ème} (2006), celui de la classe de 4^{ème} (2007), celui de 3^{ème} (2008) et celui de 6^{ème} (2009). Ces manuels sont accompagnés d'exercices MeP et de logiciels développés par les membres de Sésamath, d'où la particularité de ces manuels en ce qui concerne la combinaison des ressources papier avec les ressources TICE.

- le projet Kidimath : il est lancé en 2007. Il s'agit d'un site de soutien scolaire. Au départ, Kidimath vise à concilier deux entrées différentes : l'une de nature scolaire, directement en lien avec les contenus d'enseignement, l'autre centrée sur le jeu mathématique. C'est une collection d'exercices d'entraînement et de développement de notions. Les exercices sont librement accessibles aux élèves sur Internet. Kidimath a été conçu de façon à pouvoir embarquer d'autres logiciels et ressources mathématiques conçues dans Sésamath pour le niveau collège. En effet, les ressources MeP et les manuels Sésamath ont constitué des « briques natives » qui ont été progressivement intégrées dans une base unique. Dans ce projet, on ne conçoit donc pas de ressources nouvelles ; il s'agit de recombinaison des ressources déjà conçues dans le cadre des différents projets Sésamath. En revanche, si Sésamath développe des prolongements des projets au niveau lycée, le projet Kidimath constituerait une entrée principale (Audra et Hache 2009). Ceci constitue une décision centrale à prendre en compte dans le suivi de la documentation dans le cadre d'un projet lycée de Sésamath.

Le projet digiTex, manuel numérique pour la classe de seconde

En juin 2009, une équipe de Sésamath s'engage dans un projet qui a pour objectif de concevoir un manuel « full Web ». Ce nouveau projet constitue un défi didactique pour les membres de Sésamath. C'est le premier projet manuel au niveau du lycée, qui se situe de plus à un moment charnière (un nouveau programme en seconde - juillet 2009 - qui introduit des changements significatifs). La plupart des projets antérieurs de Sésamath sont des projets pour le collège. Monter un projet pour le niveau lycée suppose sans doute de nouvelles organisations didactiques. Dans le cadre de ce nouveau projet, la communauté en train de se constituer n'est pas soumise à des contraintes d'édition ni à des dates limites, comme c'était le cas pour les manuels de collège. Face au défi didactique et d'autres d'ordre technique, les membres de Sésamath ont décidé de se donner du temps.

L'orientation de notre choix de terrain expérimental vers ce projet particulier, est motivée par le défi didactique sus-cité, qui pourra être source d'incidents documentaires communautaires, et pour une autre raison d'ordre méthodologique. Nous appelons le projet de conception d'un manuel numérique pour la classe de seconde « digiTex » (Digital Textbook). Nous venons de situer le projet digiTex dans le cadre de Sésamath. Dans la partie suivante, nous présentons une analyse préalable détaillée du terrain expérimental pour compléter la construction du terrain par des choix méthodologiques qui faciliteront la mise en œuvre de notre méthodologie.

Analyse préalable et choix méthodologiques

Nous présentons, dans cette partie, le processus de construction de notre terrain d'étude. Nous explicitons, dans un premier temps, les raisons pour lesquelles nous avons ancré le suivi de la documentation communautaire dans le domaine de l'analyse, autour de la question de l'enseignement de la notion de « fonction », nous continuons par la justification du choix de

l'enseignant à suivre individuellement et le choix de des membres pour le renseignement du PAS. Dans l'analyse préalable, nous prenons en compte plus particulièrement, les mails échangés (données naturelles) entre début juin et fin septembre 2009 (les trois premiers mois du projet, date du choix des enseignants). Nous avons relevé 144 messages échangés durant cette période, sur la liste de diffusion de digiTex, entre 15 membres inscrits sur cette liste.

a. Les fonctions en classe de seconde

La notion de fonction est le thème par lequel on introduit l'analyse au secondaire. Elle est considérée comme l'un des premiers concepts apparaissant dans l'enseignement de l'analyse. Celui-ci commence essentiellement par les nombres réels et les fonctions (fonctions numériques). Bloch (2000) note que

les fonctions, de par leur place dans les programmes à la fois à l'université et au secondaire, peuvent être créditées d'une très forte légitimité et pertinence épistémologique, et de surcroît d'une forte pertinence culturelle (les fonctions numériques comme « vitrine » de l'enseignement de l'analyse) (p. 26).

Dans les programmes français actuellement, les fonctions apparaissent en classe de seconde. L'étude de ces fonctions est l'occasion d'introduire un vocabulaire spécifique (application, image, antécédent, variable) par le biais des connaissances algébriques et calculatoires. Lors de la construction de connaissances « fonctionnelles » : le statut de la lettre change, on lui attribue le statut de variable en analyse, tandis qu'on lui attribue le statut de l'inconnue en algèbre. Le nouveau programme de la classe de seconde (sortie en juillet 2009) ne précise pas le rôle de l'activité algébrique dans l'introduction de l'analyse. On recommande l'exploitation des potentialités de logiciels, graphiques ou algébriques ; on demande de « combiner » entre aspect algébrique et aspect graphique.

Le projet digiTex constituera le premier projet relevant du niveau lycée de l'association Sésamath. La place charnière qu'occupe le thème « fonction » dans l'enseignement de l'analyse (le passage du raisonnement algébrique au raisonnement fonctionnel), ainsi que sa place dans le programme de seconde nous semblent pouvoir être générateur d'incidents susceptibles d'intervenir dans la documentation communautaire. Par ailleurs, une recommandation institutionnelle, à travers les inspecteurs, a été faite aux enseignants pour concevoir une progression *spiralée*, c'est-à-dire des progressions avec alternance des différents thèmes enseignés en seconde (fonctions, géométrie, statistiques) tout au long de l'année scolaire. Ceci convient à notre objectif de recherche, en particulier pour le suivi de la documentation individuelle des enseignants dans le projet digiTex : suivi tout au long d'une année scolaire de la documentation autour des « fonctions » en classe de seconde.

b. Le choix d'un enseignant pour le suivi individuel

En octobre 2009, nous avons adressé un message à la liste de diffusion du projet digiTex pour demander aux enseignants s'ils accepteraient de participer à notre recherche. Cette participation était subordonnée à une condition organisationnelle : l'enseignant devait accepter notre participation à des observations de séances dans sa classe. Nous avons reçu plusieurs réponses. Pour faire le choix d'un enseignant, nous avons donc procédé à une inspection de la participation des différents membres sur la liste de diffusion de digiTex.

Une enseignante, nommée Anaïs dans la suite de notre étude, est à l'origine du plus grand nombre de messages pendant la période entre juin et septembre 2009 (29/144 messages échangés entre 16 membres impliqués dans digiTex). Regardons en détail le contenu des messages envoyés par Anaïs.

Anaïs a commencé son activité sur la liste de diffusion par des propositions techniques sur le mode de conception de ressources et leur modification. En ce moment, il n'y avait pas une

prise d'initiative, comme si elle cherchait à trouver sa place dans le collectif. La première prise d'initiative d'Anaïs était une proposition de progression du thème « fonction ». Cette proposition est suivie par une autre, concernant une progression sur l'année qu'elle a élaborée avec son collègue au lycée pour la classe de seconde. Les propositions faites par Anaïs créent une dynamique au sein de la communauté, dont elle est placée au centre par ses échanges avec plusieurs membres. Pour synthétiser, à partir de ce que nous constatons de sa participation à la liste de diffusion, Anaïs adhère au projet en fonction de son « déjà là » professionnel. Autrement dit, il nous a semblé que sa participation à la liste de diffusion était de type didactique et institutionnel, et orientée par les conditionnements de son propre travail d'enseignement. Ceci nous a incités à choisir Anaïs, membre de Sésamath impliquée dans le projet digiTex, pour le suivi de sa documentation.

c. Le choix des membres pour renseigner le PAS

Pour compléter la construction de notre terrain expérimental, il nous fallait choisir des acteurs sur le terrain pour renseigner le PAS. Le choix d'acteurs pour renseigner le PAS est soumis à deux conditions : l'un des enseignants doit être en rapport avec le CA de Sésamath et un autre doit être en rapport avec le projet Kidimath. Nous avons fait le choix de :

- Bernard est le trésorier de Sésamath depuis août 2009 et il est membre inscrit sur la liste de diffusion du projet digiTex. Comme il est membre de CA et fait preuve d'une participation active, sur le plan didactique et organisationnel, nous avons orienté notre choix sur Bernard pour renseigner le PAS ;
- Alain est le responsable du projet kidimath. Durant le suivi que nous avons effectué sur la liste de diffusion de digiTex, nous avons repéré un message révélant la présence du responsable de Kidimath dans digiTex. Nous avons pris contact avec Alain pour lui demander de renseigner le PAS. Il a accepté de collaborer avec nous.

Ainsi, nous avons désormais une enseignante pour le suivi de sa documentation individuelle (Anaïs) et deux membres pour le renseignement du PAS (Alain et Bernard).

Traitement et analyse des données

Dans l'analyse des données, nous présentons notre analyse des données recueillies dans le PAS. Nous présentons ensuite notre analyse de la documentation communautaire à l'issue de deux incidents ; nous mettons tout au long de cette analyse le processus de construction et de mobilisation d'une connaissance communautaire. Nous passons ensuite à l'analyse de la documentation d'Anaïs, en mettant en évidence l'impact de la documentation communautaire, plus particulièrement : les incidents et la connaissance communautaire.

Incidents documentaires communautaires, projet digiTex

Le découpage de la période de suivi auquel nous allons procéder aux fins de notre analyse est temporel. Comme le temps entre un incident et l'observation de ses effets n'est pas constant, le découpage est réalisé en fonction des repérages des *effets* de l'incident. Nous essayons d'identifier les incidents documentaires communautaires dans la période de suivi à partir de l'analyse des données recueillies dans les deux PAS (de Bernard et de Alain) en les croisant avec les données d'un ensemble de ressources *naturelles* recueillies (liste de diffusion de digiTex, lettre et compte rendu du projet kidimath Lycée).

Durant le suivi du projet entre juin 2009 et juillet 2010, nous avons repéré quatre incidents dont nous étudierons les effets sur la documentation communautaire. Nous présentons dans ce texte deux incidents plus particulièrement :

- Incident A : Intégration du contenu du nouveau programme de seconde dans le

- système de ressources communautaires (septembre 2009) ;
- Incident B : Imbrication des systèmes de ressources communautaires de Kidimath Lycée et digiTex (avril 2010) ;

a. Incident A, incident ne figurant dans aucun PAS

Avant la mise en œuvre de nos outils méthodologiques et d'après l'analyse préalable que nous avons effectuée, nous avons repéré un incident documentaire communautaire : l'intégration du contenu du nouveau programme seconde dans le système de ressources communautaires. Nous présenterons cet incident par une analyse des données naturelles recueillies.

En juillet 2009, un nouveau programme pour la classe de seconde est publié. Ce programme constitue une ressource cruciale pour la réalisation de digiTex. Il intègre un changement important : l'introduction de l'algorithmique comme objet d'enseignement transversal, c'est-à-dire que l'algorithmique traverse tous les thèmes du programme et une présence spiralee du thème fonction. Cette ressource fera partie du système de ressources communautaires car le manuel à concevoir doit répondre aux recommandations de ce programme et aux textes officiels qui y sont rattachés. Ce nouveau programme se substituera à l'ancien programme de seconde.

Nous n'avons observé l'effet de cet incident qu'à partir de septembre 2009. A partir de ce moment, l'ancien programme n'a plus été pris en compte.

b. Incident B, incident figurant dans les deux PAS

L'imbrication entre le système de ressources de kidimath Lycée et de digiTex a été initiée quand il a été décidé d'intégrer des animations dans l'ensemble des exercices pour le lycée. Nous allons analyser cet incident à partir des éléments relevés dans les deux PAS (Tableau 2). Nous confronterons ensuite ces données avec des données naturelles : les échanges qui ont eu lieu sur les listes de diffusion des projets lycée en lien avec digiTex.

Alain décrit l'incident comme la fin d'une tâche collective (conversion des exercices Troisième au nouveau modèle MeP) ; il présente les acteurs responsables de cette tâche : les développeurs informatiques et lui-même. Selon Alain, après la fin de l'activité collective décrite, la décision est prise de numériser des ressources pour la classe de seconde. Pour Alain, l'effet de l'incident est une accélération du projet Kidimath Lycée. Il s'agit d'une description plutôt technique, liée à la réalisation du projet.

Pour Bernard, l'incident est constitué par la création d'une équipe kidimath Lycée, qui intervient après les constatations d'Alain (ce qui explique le fait que les dates notées soient différentes). Bernard présente les acteurs de cet incident : le président de Sésamath (qui lance officiellement les projets) et Alain, qui est désigné comme responsable du projet. Selon Bernard, le CA a pris la décision de profiter de la dynamique du projet kidimath Lycée pour faire avancer le projet digiTex (mouvement lié des projets). La description de l'incident par Bernard semble liée à sa position de membre de CA.

En comparant les deux descriptions, nous remarquons que ce qui a été noté comme effet de l'incident pour Alain est présenté comme une décision prise par le CA. Les deux histoires sont contrastées dans les deux PAS. Pour approfondir l'analyse de l'incident, nous avons fait recours à la liste de diffusion durant la période : fin mars, avril et début mai. Nous avons remarqué d'après les messages que la décision a été prise d'imbriquer le développement des ressources du projet kidimath Lycée avec celui de digiTex, donc d'imbriquer le système de ressources de kidimath Lycée avec le système de ressources de digiTex.

	Alain	Bernard
Date	Mars 2010	Avril 2010
Titre	Fin de MeP 3 ^{ème}	Reprise du projet manuel par le groupe kidimath
Description de l'incident	La conversion des exercices au nouveau modèle de MeP est terminée pour le niveau 3 ^{ème}	Suite à la création d'une équipe kidimath Lycée, le projet manuel commence à refaire surface
Acteurs	Pour Kidimath 2 ^{nde} : Michel, Rémi, Xavier et Alain.	Président de Sésamath et Alain.
Décision prise	Les développeurs [informatiques] s'orientent vers la seconde.	Utiliser la dynamique créée pour kidimath pour élargir le travail et commencer à écrire des fiches en vue de la création d'un manuel numérique de 2 ^{nde} .
Effets	Accélération du projet Kidimath Lycée, qui prend de l'ampleur avec les exercices interactifs de MeP.	Recentrage des listes vers une liste lycée commune.

Tableau 2. L'incident B tel qu'il apparaît dans les deux PAS

Nous remarquons de ces deux incidents (Incident A et Incident B) que les données recueillies dans le PAS ne sont pas suffisantes, il est indispensable de les confronter avec les données naturelles recueillies, en particulier dans le cas où les informations données contiennent des nuances de contradiction.

La documentation communautaire et effet de l'incident A

L'observation des effets de l'incident A a commencé début septembre, lorsque les enseignants ont commencé à prendre en compte le contenu du nouveau programme dans leurs discussions. La participation des membres s'inscrit, majoritairement, dans les niveaux (+3) et (+2) (voir tableau 3).

Objet	Description analytique du processus de participation
Élaborer une progression pour la classe de seconde	Conception d'une progression pour digiTex et articulation entre les thèmes « fonctions » et « géométrie » (Activité +2) ↔ Échange didactique autour d'un « problème préparatoire » proposé qui peut être utilisé en géométrie et pour l'enseignement des fonctions (Activité +1).
	Proposition d'une transition collège/lycée autour du thème fonctions (Activité +2) → Échanges autour de l'enseignement de mathématiques au lycée (Activité +3) → Discussion de la progression du thème fonctions (Activité +2).
Lancement de la liste lycée	Lancement de la liste mathlycée pour mutualiser le travail dans les différents projets Lycée. Discussion de la décision de concentrer cette année l'attention sur la classe de seconde. (Activité +3) → Parler du modèle de ressources pour les projets Lycée : le thème fonctions est pris objet pour élaborer ce modèle (Activité +2) → Proposition de tisser des rapports avec le projet KidiLycée (Activité +3).

Tableau 3. La participation des membres après l'incident A

Dans ces activités, les membres ont fait une large proposition de ressources sans que l'activité de conception ne soit pourtant importante. Parmi les propositions : 3 progressions pour la seconde ; progression du thème fonction dans deux manuels. La ressource conçue à la suite de la participation des membres : une progression du thème fonctions dans le manuel numérique. La progression « fonctions » constitue une ressource structurant l'activité de conception de ressources pour ce thème (activité +1) dans le manuel numérique à concevoir. Le découpage dans cette progression, suit les recommandations du nouveau programme, mais encore en lien

étroit avec le découpage adopté pour ce thème dans le projet Kidimath lycée. Dans ce découpage, les membres ont adopté une définition ensembliste des fonctions, suivie d'une étude des variations, ordre et extrema. Les équations et les inéquations ont le statut d'outils plutôt qu'objet. Ce choix conduit à une conception des problèmes de mise en équation au fil des chapitres. Les fonctions de référence sont données à titre d'exemple pour illustrer les propriétés des fonctions. Dans cette progression, on remarque la présence d'une stratégie partant du général au particulier : définition des fonctions, caractéristiques ; équations et inéquations comme outils et fonctions de référence comme exemples pour illustrer tout cela. Cette construction du thème fonctions est le résultat d'un long débat entre les membres.

Les membres du projet digiTex ont mobilisés des connaissances dans leurs activités de proposition et de conception de ressources. Ils ont longuement débattu à propos la progression du thème fonction qu'il faut adopter. Il a eu des propositions : « *il faut se mettre d'accord pour que ça soit commun à tous les projets* » (Alain). Jean-Philippe propose une progression qui, à son avis, s'appuie sur le nouveau programme : définition et propriétés des fonctions, suivies d'un chapitre sur les fonctions référence ; les équations et inéquations sont des chapitres transversaux : « *à chaque fois qu'on rencontre un nouveau type de fonction, le calcul d'antécédent donne un nouveau type d'équation* » (Jean-Philippe). Anaïs propose une progression du thème fonction commençant par la définition, suivie par un chapitre sur les équations et les inéquations pour l'étude des fonctions, elle termine par des problèmes de synthèse. Les fonctions de référence sont présentées transversalement pour « *illustrer tous les aspects des fonctions* » (Anaïs). Le désaccord entre Anaïs et Jean-Philippe se présente comme suit : « *dans ta progression, les notions transversales (équations, inéquations) font l'objet de chapitres bien identifiés, alors que les fonctions de référence [...] se retrouvent éparpillées ... J'ai tendance à croire qu'il faudrait faire le contraire* » (Jean-Philippe). Samuel (membre du CA de Sésamath) avait d'autres critères à prendre en compte dans l'élaboration de la progression : « *le mieux serait d'avoir le découpage le plus classique [...] c'est-à-dire celui repris dans la majorité des manuels* » (Samuel). La proposition de Samuel a comme objectif de faciliter le mouvement systémique des différents projets Lycée de Sésamath. Après avoir vu les découpages classiques dans les différents manuels, les membres ont décidé d'adopter un découpage prenant en compte les différents critères suscités : « *On peut utiliser les fonctions de référence pour servir d'exemple dans les chapitres plus généraux [...] le chapitrage proposé par Jean-Philippe (qui cadre bien avec ceux des manuels déjà édités, ...) me semble convenir, en prenant soin d'introduire très tôt les fonctions de référence dans les exemples* » (Samuel). Nous déduisons que « le thème fonction se présente du général (définition, propriétés) au particulier (fonctions de référence comme exemple), les équations et inéquations ont le statut d'outil dans cette progression », paraît être une connaissance communautaire construite du fait que :

- elle a émergé par la mobilisation des connaissances des membres sur la construction du thème fonctions en classe de seconde ;
- certains membres ont accepté cette structuration du thème fonctions malgré la différence existante entre la structuration de ce thème dans leur propre enseignement et celle dans digiTex. Anaïs, par exemple, annonce sur la liste de diffusion de digiTex « *Je persiste à penser que chaque chapitre doit être illustré avec chacune des fonctions de référence, je garde cette idée dans ma progression* ». Ceci remplit une des caractéristiques de la connaissance (son domaine de validité est limité au projet commun).

En ce qui concerne la caractéristique des connaissances comme moyens d'action, il s'agit d'analyser les activités ultérieures. Nous avons repéré la mobilisation de cette connaissance à plusieurs reprises dans le cas de difficultés liées à la conception des ressources pour le thème

fonction. Par exemple, lors de la discussion sur la structure des chapitres dans la progression, comment présenter les fonctions de référence ? Comment illustrer, dans la structure des chapitres, le statut d'outil des équations et des inéquations ? Anaïs a annoncé, en s'appuyant sur son interprétation du programme : « *Le programme insiste bien sur le fait que les deux principaux types de problèmes sont les problèmes de type $f(x) = k$ et $f(x) < k$ et qu'il faut mêler aspect graphique et algébrique* ». Jean-Philippe affirme : « *Je comprends l'idée de casser le chapitre en deux mais le fait de placer la résolution d'équations dans les autres chapitres aussi [...]* ». La connaissance communautaire a formé un moyen d'action pour discuter la structure des chapitres de chacun des chapitres « fonctions ». En outre, il paraît que la connaissance communautaire construite a rendu plus fluide le débat entre les membres, comme elle a appuyé le processus de participation, en particulier l'activité (+1).

La documentation communautaire et effet de l'incident B

L'imbrication des deux systèmes de ressources de digiTex et kidimath, a été décidée pour consacrer le projet Kidimath comme entrée pour les projets Sésamath Lycée ; elle vient aussi après avoir conçu et mutualisé suffisamment de ressources pour les projets Lycée.

Objet	Description analytique du processus de participation
nouvelle orientation du projet digiTex	Synthétiser les différentes orientations du développement du projet digiTex ; préciser les rapports entre Kidimath 2 nd e et digiTex ; implication des nouveaux membres pour la rédaction des ressources (Activité +3) → Inscription de Marie sur la liste de diffusion, elle demande des informations sur le fonctionnement de la liste, Alain prend en charge l'explication (Activité +3)
Une idée d'activité pour un chapitre	Proposition d'une idée pour une activité de géométrie et discussions sur les possibilités d'adaptation de cette ressource pour la classe de seconde (Activité +1 ← → Activité +2).
Concevoir un TD courbes et distances	les membres de kidimath lycée avaient déjà commencé la conception de ressources interactives pour le thème « géométrie », plus particulièrement autour de notions de « repères » et « distance » (Activité +1) → Conception d'une ressource par Anaïs investissant les ressources géométriques pour la conceptualisation des courbes représentatives des fonctions (Activité +1) → cette dernière activité a déclenché un débat autour du rapport entre les thèmes « géométrie » et « fonctions » en seconde (Activité +2).
Activités reliées à l'activité de conception d'une progression pour la 2 nd e (activité +2, § 2)	Proposition par Rémi de scinder un exercice en deux, Alain accepte (Activité +1). Conception d'un exercice interactif autour des extremums des fonctions (intitulé « extremum concret sur un graphique) (Activité +1).
Activité de conception de différentes ressources pour le thème « fonctions »	Conception d'une ressource animée « Extremum et démonstration », discussion entre les membres et modification de la ressource ensuite (Activité +1). Exercice animé autour des caractéristiques des fonctions (« Vocabulaire à partir de la courbe »), débat et modification de la ressource en fonction du débat (Activité +1). Exercice animé autour des variations d'une fonction (Activité +1). Conception d'une ressource autour de la définition formelle d'une fonction (Activité +1).

Tableau 4. La participation des membres après l'incident B

La participation des membres, après l'incident B, en majorité dans le niveau +1. La participation des membres au travail de conception de ressources sont de deux types : conception des exercices animées ; proposition et conception des ressources au format .odt. Les débats qui ont eu lieu ont porté sur l'organisation de l'enseignement d'une leçon en

classe. Les membres ont évoqué encore les découpages de manuels en différentes parties (activité +2). Ces activités ont déterminé le processus de conception des ressources (activité+1). L'articulation des activités (+2) et (+1) portait plus particulièrement sur le rôle que les situations géométriques peuvent jouer dans la conceptualisation des fonctions.

En effet, il a eu une activité importante de propositions de ressources. Dix ressources ont été proposées par 4 membres (Marie pour le thème géométrie du manuel ; Anaïs pour les deux thèmes géométrie et fonctions ; Samuel pour la géométrie ; et Alain pour la conversion des certaines ressources animées au nouveau modèle MeP). Chacune de ces ressources a constitué un objet de débat entre les membres, sans au début qu'il y ait une activité de conception de nouvelle ressource. A la suite de l'incident B, la conception de ressources qui a eu lieu s'est développée dans le sens d'une plus grande imbrication entre les ressources de Kidimath 2^{nde} et les ressources de digiTex. Nous présentons plus particulièrement une ressource « Extremum et démonstration ».

La ressource « Extremum et démonstration »

L'objectif de cette ressource est d'apprendre aux élèves comment déterminer l'extremum d'une fonction du second degré de la forme $f(x) = a + (x + b)^2$. Le choix effectué par les membres : on élabore des conjectures sur l'extremum en interprétant une représentation graphique → on donne l'expression algébrique de la fonction, on demande de calculer les images de certaines valeurs de x dont l'extremum (calcul numérique) → démarche par un calcul algébrique pour identifier l'extremum (pour démontrer la conjecture). Cet exercice s'inscrit dans la première partie de la progression du thème « fonctions ». La structure de l'exercice permet un travail autonome de l'élève puisque la démonstration est rédigée et que l'élève n'a qu'à renseigner des valeurs numériques.

Cette ressource est cruciale dans le développement de la documentation de digiTex. Elle illustre la combinaison de la documentation de deux projets de Sésamath. Lors de la conception de cette ressource, la connaissance communautaire présentée dans la partie précédente a été mobilisé dans l'activité des membres.

En conclusion, nous constatons que le système de ressources communautaires a connu un développement particulier articulant le système de ressources de digiTex et le système de ressources de Kidimath 2^{nde}. La conception des ressources communautaires a commencé lorsque les membres ont résolu le problème de la nature de l'imbrication des deux systèmes de ressources de digiTex et de Kidimath 2^{nde} (quelle est la place des ressources conçues dans Kidimath 2^{nde} dans le projet digiTex). Les ressources conçues dans cette période sont celles développant cette imbrication. La connaissance communautaire construite après l'incident A, a joué un rôle fondamental dans le développement de l'interaction entre activités et ressources mobilisées pour en développer d'autres.

La documentation d'Anaïs en interaction avec DigiTex

L'analyse présentée dans cette partie illustre l'impact de la documentation de digiTex sur la documentation d'Anaïs. Nous mettons en évidence le rôle de la connaissance communautaire construite dans la documentation communautaire sur cet impact, comme sur l'articulation des deux documentations.

a. La documentation d'Anaïs avant l'incident A

Pour son enseignement en classe de seconde, Anaïs cherche des ressources sur Internet, plus particulièrement sur les sites de Sésamath, comme elle explore des livres et différents manuels : « les livres c'est pour préparer des nouvelles...si c'est des livres d'élèves je les utilise pour faire des choix d'exercices de temps à autre, ou bien si c'est recherche d'idées »

(Entretien à domicile). Ses échanges avec Sésamath s'effectuent par mel exclusivement. Pour elle, échanger ne se réduit pas aux ressources matérielles, l'ensemble des idées émergeant lors des discussions constitue une dimension importante des échanges.

Pour Anaïs, L'activité de modification de ressources (Activité +1) est conditionnée par trois facteurs : « En fonction des changements du programme, en fonction des recommandations institutionnelles et en fonction du niveau de la classe » (Entretien à domicile). La planification de l'enseignement des fonctions en classe de seconde (Activité +2) consiste en deux étapes : 1) planifier les périodes d'enseignement du thème : [...] là ça, c'est le thème des fonctions et dans ce thème, je dois avoir f1, puis je dois avoir f2. Ça c'est par période, puis je dois classer... tout ce qui concerne les fonctions, je dois le faire en quatre fois. La première période a été faite et la deuxième aussi f2 » (Entretien à domicile) ; 2) planifier le déroulement temporel d'un chapitre : « Donc, quand on fait une séance...une séance c'est ben...une activité de démarrage pour présenter la notion, après c'est le cours, qu'est-ce qu'on va présenter comme cours et après c'est toutes les séries d'exercices qu'on va faire, les devoirs qu'on va faire, le devoir maison...enfin tous les types d'activités sont à faire » (Entretien à domicile). Elle introduit les fonctions à partir de petits problèmes de recherche, de conjecture et d'expérimentation (Activité +1) : « J'aime bien leur demander d'abord d'expérimenter avec la calculatrice par exemple, chercher d'abord avec la calculatrice, conjecturer le nombre de solutions ... par exemple $f(x) = 0$ qu'ils conjecturent avec la calculatrice...et une fois qu'ils ont conjecturé, après qu'ils fassent la preuve par le calcul. Mais je trouve que c'est bien important d'abord qu'ils visualisent » (Entretien à domicile). La progression construite par Anaïs contient un chapitre « fonctions et équations » (Activité +2). Ce chapitre correspond à l'enseignement de trois types d'équations : les équations du premier degré, les équations du second degré et les équations quotients. Les équations constituent alors un chapitre bien identifié dans la progression d'Anaïs, au contraire de digiTex. La progression du thème fonction d'Anaïs est en décalage par rapport à la progression suivie dans digiTex.

L'activité communautaire est pour Anaïs un moment de recherche d'idées pour préparer son enseignement (Activités +1 $\leftrightarrow$ +3) : « Par exemple celui là. Celui là c'est "variations et Extrema des fonctions", je n'ai pas fait encore la leçon avec les miens. En fait, je veux le transformer et je veux le réutiliser pour ma classe. Je veux l'adapter à ma classe par exemple » (Entretien à domicile).

b. La documentation d'Anaïs entre l'incident A et l'incident B

Durant cette période, Anaïs était en arrêt maladie. Elle continuait à concevoir des ressources pour ses classes (Activités +2 $\leftrightarrow$ +1), mais c'est son remplaçant (Irvin) qu'il les mettait en œuvre dans sa classe (Activité 0).

Dans le système d'activité d'Anaïs, les échanges avec les élèves via les sites de classes sont cruciaux. Ses interactions avec les élèves sont désormais uniquement à distance, les réactions des élèves en classe sur ce qu'elle prépare se font via son remplaçant : « *Ben oui oui, quand on discute, on dit pour les fiches qu'est-ce qui a bien passé, qu'est-ce qui n'a pas bien passé, qu'est-ce qu'il faudrait changer pour l'an prochain. On dit souvent ça... que ça il faudra le modifier, le dire autrement ou le faire autrement. Voilà ! Puis on prépare si quelque chose est bien passé pour les élèves en difficulté. Mais c'est vrai qu'Irvin est le plus réservé pour l'instant* » (Anaïs, entretien à domicile).

Les interactions à distance avec les membres de digiTex via les listes de diffusion ont joué également un rôle important dans la documentation d'Anaïs dans cette période (articulation entre son système de ressources et le système de ressources du projet Kidimath). Ce qui a formé un support avec l'absence d'(activités 0). Mais aussi, elle fait appel à des connaissances

construites dans des activités antérieures avec sa classe de seconde. Dans cette période, elle présentait les fonctions comme outils pour l'enseignement des inéquations (Activité +2). Ceci se traduit par l'activité de conception d'une ressource « résoudre graphiquement une inéquation » (Activité +1) que nous avons observée sa conception. Cette ressource contient trois exercices :

- premier exercice « Avec une fonction affine » : dans cet exercice, l'objectif est de résoudre graphiquement une inéquation. Il s'agit de tracer une droite suivant l'une des deux méthodes prévues par Anaïs : méthode utilisant le coefficient directeur et l'ordonnée à l'origine (qu'elle a jugé difficile pour les élèves) ; la deuxième méthode est celle du tableau de valeurs (on donne des valeurs à la variable x et on calcule les ordonnées correspondantes). À la fin, il s'agit de confirmer les résultats obtenus par un calcul algébrique ;
- deuxième exercice « problème concret » : dans cet exercice, Anaïs vise à enseigner l'utilisation de la représentation graphique pour résoudre un problème concret. Tout au long de l'exercice, il s'agit de passer du langage mathématique (tiré du modèle mathématique) au langage courant de la situation proposée (pour interpréter la situation) et vice versa. Les difficultés que peuvent rencontrer les élèves dans cet exercice résident dans la remise des réponses dans le contexte de l'énoncé, sachant que la variable utilisée est discrète (nombres de jours), alors que la modélisation utilise une variable « t » réelle ;
- troisième exercice « Avec la calculatrice » : Cet exercice a pour objectif d'introduire le tableau de signes. On commence par une explication de lecture sur l'écran de la calculatrice et des discussions autour du réglage de la fenêtre. Dans la deuxième partie de cet exercice, on demande de vérifier le développement d'un produit qui permet de tirer une forme factorisée de la fonction $f(x)$. La forme factorisée de $f(x)$ est formée de 3 facteurs, d'où la nécessité d'introduire un tableau de signes pour résoudre l'inéquation.

D'après cette exposition analytique de la ressource, nous tirons que Anaïs se sert alors des fonctions (et ses caractéristiques) comme outils mathématiques pour résoudre les inéquations. On peut dire qu'il y a toujours un décalage entre la documentation d'Anaïs et la documentation de digiTex. La connaissance communautaire construite après l'incident A n'est pas mobilisée dans la documentation individuelle d'Anaïs, du fait qu'elle construit le thème fonctions (Activité +2) d'une façon différente avec ses classes de seconde. En revanche, nous avons observé des combinaisons entre :

- certaines activités communautaires de niveaux +1 et +2 qui s'inscrivent dans le cadre des activités individuelles d'Anaïs de niveaux +1 et +2 ;
- l'adaptation limitée de certaines ressources conçues pour les projets kidimath et digiTex.

Ces combinaisons ont eu lieu à la fin de cette période, à l'issue de l'incident B.

c. La documentation d'Anaïs après l'incident B

Cette partie d'analyse articule des données recueillies à la fin de l'année 2009/2010 (année du suivi du projet digiTex) et au cours de 2010/2011.

Les rapports entre le système de ressources d'Anaïs et les systèmes de ressources de digiTex sont plus complexes après l'incident B. Les activités communautaires de niveau (+1) ont rendu l'articulation plus directe; les activités dans digiTex constitueraient une extension du processus de conception de ressources pour son enseignement.

L'année 2010/2011 était une année de changement dans l'enseignement des fonctions pour Anaïs. Elle a construit une progression (activité +2) qui se rapproche plus de celle de digiTex (voir Encadré 2) : les fonctions de référence arrivent un peu tard dans la progression pour illustrer toutes les caractéristiques des fonctions ; et les inéquations jouent le rôle plutôt d'outils que d'objet.

Octobre : Image, antécédent, courbe représentative ; Lecture et calcul d'images, lecture d'antécédents. Résolution graphique d'équations.

Décembre : Équations. Calculs d'antécédents. Résolution graphique et algébrique d'équations.

Janvier : Inéquations. Résolution graphique et algébrique d'inéquations. Tableaux de signes.

Février : Premier bilan sur les fonctions de référence. Variations, fonctions croissantes, décroissantes, extrema.

...

Encadré 2. La progression du thème fonctions d'Anaïs 2010/2011

Nous avons réalisé une observation de classe d'Anaïs pour la mise en œuvre d'une ressource autour des fonctions du second degré. La première partie contenait des petits exercices autour de l'influence des paramètres a , α et β sur la variation de la courbe représentative des fonctions de la forme $f(x) = a(x - \alpha)^2 + \beta$.

Cette ressource est une forme adaptée de la ressource « Extremum et démonstration » de la documentation de digiTex. Elle a donné un exercice introductif avec GeoGebra où elle préparait une représentation graphique d'une fonction avec trois curseurs (chacun représentant l'un des paramètres a , α et β de la forme canonique). Par manipulation directe des curseurs, les élèves devaient interpréter les rapports entre les variations des valeurs des paramètres et les variations du comportement de la fonction. Le premier exercice observé consistait à compléter un tableau de variations en fonction de la forme algébrique canonique d'une équation du second degré (l'élève devait interpréter les paramètres de la fonction donnée pour compléter le tableau de variations). Dans cet exercice, Anaïs mettait en relation la forme de l'expression, sa représentation graphique et son tableau de variations (avec les extremums).

D'après cette illustration de la documentation d'Anaïs tout au long de deux années scolaires, nous avons mis en évidence que les activités, en particulier de niveaux (+2) et (+1), mobilisant et produisant des ressources, sont primordiales dans le déclenchement de la dynamique d'articulations des documentations individuelle et communautaire. Les activités imbriquées, individuelle et communautaire, soutiennent la transposition de la connaissance communautaire dans la documentation d'Anaïs. Cette transposition suit un processus de *propagation complexe* (Sabra & Trouche, in press).

Conclusion

Notre travail se veut une contribution à l'étude du travail documentaire des enseignants de mathématiques, plus particulièrement des aspects collectifs de ce travail. Nous souhaitons saisir les effets d'événements particuliers, que nous avons appelé *incidents documentaires* sur les documentations individuelle et communautaire, et sur leurs articulations. Lors du déroulement du projet digiTex, nous avons repéré quatre incidents documentaires communautaires. Nous avons présenté dans le présent article, l'exemple de deux incidents (l'incident A et l'incident B). Ces exemples nous ont permis d'établir que ces moments d'incidents documentaires communautaires ont révélé de nouveaux aspects du système de ressources et des nouvelles formes d'activités communautaires.

A la suite de chaque incident documentaire communautaire, le processus de participation a en effet subi une reconfiguration. Le système de ressources communautaire s'est alors systématiquement développé autour de la(les) ressource(s) à l'origine de l'incident documentaire communautaire. Les articulations entre deux documentations est une articulation simultanée entre les trois pôles de la documentation : les ressources, les activités et les connaissances. Les activités de construction du thème fonctions (activité +2) et de préparation d'une leçon d'enseignement des fonctions (activité +1) paraissent comme déclencheur de l'articulation des deux documentations. L'épistémologie sous-jacente à la construction des objets d'enseignement des fonctions en seconde était source d'incident documentaire et aussi accélérateur des articulations entre les documentations individuelle et communautaire.

L'étude des communautés d'enseignants de mathématiques à partir de la dynamique de leur documentation suppose l'étude des structures, des dynamiques et des interactions au sein de cette communauté. Cette étude appelle de nouveaux développements, articulant niveau d'activité (Margolinas 2002) et Communauté de Pratiques (CoP), approfondissant l'étude des interactions dans le triplet connaissances, ressources et activités. Les interactions au sein d'une communauté sont multiples (mathématique, épistémologique et même personnelle). Il est indispensable alors de prendre en compte la dimension sociale pour mieux interpréter les aspects épistémologiques et didactiques. La compréhension de cette dimension sociale nécessite la mise en œuvre des outils méthodologiques spécifiques.

Cette étude a nécessité un travail méthodologique important, et en particulier le développement d'outils méthodologiques favorisant la réflexivité sur les activités communautaires, articulés avec les besoins des acteurs sur le terrain expérimental, et permettant un suivi dans le temps. La méthodologie adoptée dans ce travail, notamment pour le suivi de la documentation communautaire, reste à tester sur le suivi d'autres formes de communauté. Nous avons mis à l'épreuve un outil méthodologique particulier (le Petit Agenda de Suivi, PAS). Cet outil nous a semblé crucial, en particulier pour l'analyse des incidents documentaires communautaires. La mise à l'épreuve du PAS a été motivée par un principe méthodologique : l'incitation à une réflexivité sur l'activité communautaire. Nous avons également mis à l'épreuve d'autres outils méthodologiques incitant à une réflexivité sur les activités individuelle et communautaire : les représentations schématiques. Le travail d'ordre méthodologique entrepris nous paraît donc ouvrir des pistes prometteuses. L'élargissement temporel et spatial de notre terrain expérimental, ainsi que le principe méthodologique consistant à « inciter une réflexivité sur les activités communautaires », nous ont conduit à éprouver la nécessité d'explicitier le « contrat méthodologique » établi avec les acteurs sur le terrain expérimental. Le concept de « contrat méthodologique » est une proposition que nous faisons pour clarifier la place de l'acteur du terrain expérimental vis-à-vis la place du chercheur dans la méthodologie de recueil de données. Nous avons cherché à travers nos analyses à reconstruire l'activité telle que pensée par l'acteur du terrain : ces analyses sont fonction de ce contrat.

Ce travail pourrait donner des pistes pour la conception de dispositifs de formations des enseignants de mathématiques reposant sur l'idée de conception de ressources collaboratives pour l'enseignement des mathématiques. Assurer une marge de manœuvre à l'enseignant pour la définition du projet de formation (ce qui lui donne la possibilité d'articuler ses intérêts professionnels avec le projet de formation) nous semble crucial, car la documentation communautaire ne s'inscrit pas dans la documentation individuelle à partir d'une relation linéaire. C'est un phénomène de propagation complexe qui ne prend forme qu'en fonction de l'activité de l'enseignant dans la communauté.

Les concepts mathématiques subissent un travail de construction et de reconstruction selon les contextes d'emploi de ces concepts (enseignement, recherches dans différents domaines). Ce travail de construction a toujours lieu dans un réseau de collectifs qui interagissent explicitement ou implicitement !

Références bibliographiques

- Aldon, G. (2011). *Interactions didactiques dans la classe de mathématiques en environnement numérique : construction et mise à l'épreuve d'un cadre d'analyse exploitant la notion d'incident*, Thèse de doctorat (dir. L. Trouche), Université Lyon 1. En ligne <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00679121>
- Artigue, M. (2002). Learning mathematics in a CAS environment: The genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work, *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7, 245–274.
- Audra, G., & Hache, S. (2009). Kidimath : genèse et perspectives, *Mathematice*, 16. En ligne : <http://revue.sesamath.net/spip.php?article236>
- Bloch, I., (2000). *L'enseignement de l'analyse à la charnière lycée/université*. Thèse de doctorat. Université Bordeaux 1.
- Brousseau, G. (1988). Le contrat didactique : le milieu, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 9/3, 309-336.
- Brousseau, G., & Sarrazy, B. (2002). *Glossaire de quelques concepts de la théorie des situations didactiques en mathématiques* [Glossary of some concepts of the theory of didactical situations in mathematics.]. DAEST. En ligne http://daest.pagesperso-orange.fr/guy-brousseau/textes/Glossaire_Brousseau.pdf
- Brousseau, G., & Centeno, J. (1991). Rôle de la mémoire didactique de l'enseignant. *Recherche en Didactique des Mathématiques*, 11/2(3), 167-210.
- Chevallard, Y. (1988). *Sur l'analyse didactique, deux études sur les notions de contrat et de situation*. IREM d'Aix-Marseille.
- Daina, A., Mathé, A.-C., Pelay, N., Sabra, H. (2012). Expérimentation et position du chercheur en didactique des mathématiques : réflexion autour du thème du IVème séminaire des jeunes chercheurs de l'ARDM, *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques*.
- Eloi, S., Uhlich, G. (2011). La démarche technologique en STAPS : analyse conceptuelle et mise en perspective pour les sports collectifs, *e Journal de la Recherche sur l'Intervention en Éducation Physique et Sport*, 23, 20-45. En ligne <http://www.fcomte.ufr.fr/ejrieps/ejournal23/3%20Eloi%20Uhlich%20eJ23.pdf>
- Flanagan, J.C. (1954). The critical incident technique, *Psychological bulletin*, 51/4, 327-358.
- Folcher, V. (2005). De la conception pour l'usage au développement de ressources pour l'activité, In Rabardel P. et Pastré P. (dir.), *Modèles du sujet pour la conception, dialectiques activités développements*, 189-210. Octarès.
- Georget J-P. (2009). *Activités de recherche et de preuve entre pairs à l'école élémentaire : perspectives ouvertes par les communautés de pratique d'enseignants*. Thèse de doctorat. Paris : IREM de Paris 7. ISBN: 978-2-86612-317-8. En ligne <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00426603>
- Gueudet G., & Trouche L. (2010a). Des ressources aux documents, travail du professeur et genèses documentaires, In Gueudet G. et Trouche L. (dir.) *Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques*, 57-74. Collection Paideia, Presses Universitaires de Rennes et INRP.
- Gueudet, G., & Trouche, L. (2010b), Genèses communautaire, genèses documentaires : histoire en miroir, In Gueudet G. et Trouche L. (dir.), *Ressources vives. Le travail documentaire des*

- professeurs en mathématiques*, 129-146. Collection Paideia, Presses Universitaires de Rennes et INRP.
- Guin, D., & Trouche L. (1999). The Complex Process of Converting Tools into Mathematical Instruments. The Case of Calculators, *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 3/3, 195-227.
- Jaworski, B. (2009). The practice of (University) mathematics teaching: mediational inquiry in a community of practice or an activity system, in V. Durand-Guerrier, S. Soury-Lavergne & F. Arzarello, *Proceedings of CERME 6*, 1585-1594. Lyon: INRP. <http://www.inrp.fr/publications/edition-electronique/cerme6/wg9-06-jaworski.pdf>
- Kuntz, G., Clerc, B., & Hache, S. (2010). Questions à l'association Sésamath : un modèle crédible pour créer, éditer et apprendre des mathématiques ?, In Kuzniak A. et Sokhna M. (dir.), *Enseignement des mathématiques et développement:enjeux de société et de formation. Revue internationale francophone, numéro spécial*, 867-880. En ligne <http://fastef.ucad.sn/EMF2009/Groupes%20de%20travail/GT6/kuntz,%20Clerc%20et%20Hache.pdf>
- Lagrange, J.-B. (2001). L'intégration des instruments informatiques dans l'enseignement. Une approche par les techniques. *Educational Studies in Mathematics*. 43(1), 1-30.
- Margolinas, C. (2002). Situations milieux, connaissances: Analyse de l'activité du professeur, In Dorier J.-L., Artaud M., Artigue M., Berthelot R. et Floris R. (dir.), *Actes de la 11e école d'été de didactique des mathématiques*, 141-155. La pensée sauvage.
- Margolinas, C. (1995). La structuration du milieu et ses apports dans l'analyse a posteriori des situations, In Margolinas C. (dir.), *Les débats de didactique des mathématiques*, 89-103. La pensée Sauvage. En ligne <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00418815/fr/>
- Rabardel, P. (1995), *Les Hommes et les technologies : une approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin.
- Rabardel P., Bourmaud G. (2005). Instruments et systèmes d'instruments. In P. Rabardel, P. Pastré (Eds.), *Modèles du sujet pour la conception. Dialectiques activités développement*. Paris, Octarès.
- Roditi, E. (2003). Régularité et variabilité des pratiques ordinaires d'enseignement. Le cas de la multiplication des nombres décimaux en Sixième, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 23/2, 183-216.
- Sabra H. (2009). Entre monde du professeur et monde du collectif : réflexions sur la dynamique de l'association Sésamath. *Petit x*, 81, 55-78.
- Sabra, H. (2011). *Contribution à l'étude du travail documentaire des enseignants de mathématiques : les incidents comme révélateurs des rapports entre documentations individuelle et communautaire*. Thèse de doctorat (dir. Luc Trouche), Université Lyon 1. En ligne <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00768508>
- Sabra, H., & Trouche, L. (in press). Designing digital resources in communities of practice: a way to develop mathematics teachers' knowledge, in A. Clark-Wilson, O. Robutti, N. Sinclair (Eds.) *The mathematics teacher in the digital era: an international perspective on technology focused professional development*. Springer.
- Sabra, H., & Trouche, L. (dir.) (2009). Enseignement des mathématiques et TICE, *Revue de la littérature de recherche francophone* (2002 – 2008), 153 p., INRP. En ligne <http://www.inrp.fr/editions/editions-electroniques/enseignement-des-mathematiques-et-tice>
- Sensevy, G. (2007). Des catégories pour décrire et comprendre l'action didactique conjointe, In Sensevy G. et Mercier A. (dir.), *Agir ensemble. L'action didactique conjointe du professeur et des élèves*, 13-49. Presses Universitaires de Rennes.
- Wenger, E. (1998). *Communities of Practice, Learning, Meaning and Identity*. Cambridge University Press