INVESTISSEMENTS DE SAVOIRS ET INTERACTIONS DE CONNAISSANCES DANS UN CENTRE DE FORMATION PROFESSIONNELLE ET SOCIALE : QUE PEUVENT BIEN NOUS APPRENDRE LES MATHEMATIQUES QUE FONT LES ELEVES DE L'ENSEIGNEMENT SPECIALISE UNE FOIS QU'ILS ONT TERMINE L'ECOLE ?

Jean-Michel **FAVRE**

Groupe ddmes, Rolle (CH) & CFPS du Château de Seedorf, Noréaz (CH)

jmfavre@cfps-seedorf.ch

Résumé

Ce texte rend compte d'une thèse dont l'enjeu principal est d'appréhender les mathématiques à l'œuvre dans le contexte de la formation professionnelle spécialisée que bon nombre d'élèves de l'enseignement spécialisé rejoignent au terme de leur scolarité obligatoire. Menée à l'interne d'un système par l'un de ses acteurs, en ayant recours à un instrument de recherche original : la narration (Groupe ddmes, 2012), la thèse vient questionner, sous divers aspects, les trois champs qu'elle a mis en étroite connexion : l'enseignement spécialisé, la formation professionnelle spécialisée et la didactique des mathématiques. L'un des résultats les plus probants de la thèse est la caractérisation du rapport à l'ignorance que l'enseignant entretient à l'égard des interactions, l'invitant à un jeu avec l'enseigné qui alterne recherche de significations et recherche de contrôles.

Mots clés

Formation professionnelle spécialisée - enseignement spécialisé - didactique des mathématiques - proportionnalité - mesures - narration - rapport de l'enseignant à l'ignorance - jeu

PREAMBULE

Avant toutes choses, je tiens à remercier chaleureusement les organisateurs du séminaire national de l'ARDM 2017 - Christine Chambris et Thomas Barrier - de m'y avoir invité. J'y étais déjà venu en 2003 avec des collègues suisses pour présenter les travaux du groupe de recherche ddmes[1] (Conne & al., 2004) que nous avons fondé en 1998 avec François Conne, mais je n'y ai plus jamais participé depuis. C'est donc à la fois pour moi un grand plaisir et un bel honneur de m'y retrouver une quinzaine d'années plus tard pour y rendre compte de mon travail de thèse.

L'introduction permettra de définir brièvement ce qu'il faut comprendre, lorsque je parle d'enseignement spécialisé, de formation professionnelle initiale et de formation professionnelle spécialisée, étant donné que ces termes recouvrent, déjà en Suisse, des réalités sensiblement différentes lorsque l'on passe d'un canton à l'autre et qu'ils ne correspondent assurément pas non plus à ce qu'on a coutume d'y entendre en France.

[1] Le groupe ddmes (didactique des mathématiques dans l'enseignement spécialisé) est subventionné par l'AVOP (Association vaudoise des organismes privés pour personnes en difficulté) : http://www.avop.ch.

La première partie visera à préciser l'origine et les enjeux de mon travail de thèse, à présenter le contexte dans lequel elle a eu lieu et le dispositif de recherche que j'ai conçu pour en assurer la réalisation, ainsi que le cadre théorique que j'ai construit pour fonder mes analyses. Il s'agira ici de montrer comment je m'y suis pris pour appréhender les mathématiques qui sont à l'œuvre dans la formation professionnelle spécialisée.
Suivant le cadre théorique établi, je présenterai dans la seconde partie les résultats de mes analyses selon trois niveaux d'appréhension : le niveau de l'institution, le niveau des investissements de savoirs et le niveau des interactions de connaissances (Conne, 2003). Il s'agira là de restituer ce que j'ai compris des mathématiques à l'œuvre dans la formation professionnelle spécialisée.
Enfin, conformément au titre de l'exposé : « Que peuvent bien nous apprendre les mathématiques que font les élèves de l'enseignement spécialisé une fois qu'ils ont terminé l'école ? », la conclusion déclinera les perspectives que cette étude augure pour la formation professionnelle spécialisée, l'enseignement spécialisé et la didactique des mathématiques.

INTRODUCTION

Enseignement spécialisé

Tout au long de l'exposé, je considérerai l'*enseignement spécialisé* (Es) comme l'ensemble des classes qui rassemblent : « les enfants et adolescents qui, en raison d'une maladie ou d'un handicap mental, psychique, physique, sensoriel ou instrumental[2], ne peuvent suivre tout ou partie de l'enseignement ordinaire » (Ogay, 2010, p.238).

Ecole ordinaire (Eo)	Enseignement spécialisé (Es)
Univers homogène Etablissements scolaires Normes (inter)cantonales	**Univers composite** Institutions spécialisées Spécificités locales
Organisation verticale marquée Cycles d'enseignement uniformes et filières Plans d'études officiels Moyens d'enseignement obligatoires	**Organisation verticale floue** Organisations spécifiques à chaque institution Projets individualisés Moyens d'enseignement à choix
Etablissement Organisation en « classes » Enseignants seuls face à la classe Visée prioritairement pédagogique et didactique	**Institution** Organisation en « lieux » Equipes d'intervenants : enseignants, éducateurs, psychologues Visées pédagogique et didactique, éducative et thérapeutique
Elèves Statut d'élève permanent Importance donnée au groupe-classe et à son potentiel Paliers de progression endogènes	**Sujets** Statut d'élève intermittent Importance donnée au sujet et prise en compte de ses difficultés Paliers de progression endogènes et exogènes (visant la réintégration en Eo)

Tableau n°1 *- Divers contrastes entre école ordinaire et enseignement spécialisé*

[2] La liste n'est pas exhaustive, sachant d'autant plus que l'on peut trouver dans ces classes des élèves considérés en difficulté, mais dont les causes des difficultés ne sont pas clairement identifiées.

Si certaines de ces classes sont intégrées dans les établissements de l'école ordinaire (Eo), une grande majorité d'entre elles résident dans des institutions spécialisées, définies autour du traitement spécifique d'un ou de plusieurs handicaps[3].
Dans le canton de Vaud, l'Es constitue une entité officiellement reconnue depuis la création, en 1971, du Service de l'enseignement spécialisé (SES) qui a été rattaché au Département de la prévoyance sociale et des assurances (DPSA). Il s'agit d'un univers composite, difficile à appréhender dans son ensemble. Au sein du groupe ddmes (Conne, 2004a), nous avons pourtant pris pour habitude de considérer l'Es comme un tout singulier[4], en le contrastant selon différents aspects (cf. tableau n°1) vis-à-vis de l'Eo.

Formation professionnelle initiale

A la fin de l'école obligatoire - soit entre quinze et seize ans - deux grandes voies de formation s'ouvrent[5] en Suisse aux élèves qui terminent leur cursus scolaire : celle de la *formation professionnelle initiale* qui offre un accès direct au monde du travail et celle des écoles d'enseignement général qui débouche sur les hautes écoles et l'université[6] (cf. figure n°1). Ces deux voies forment ce qu'on appelle le secondaire II (le secondaire II faisant suite au secondaire I, d'une durée de trois ans, qui succède à l'école primaire dans le cadre de la scolarité obligatoire).

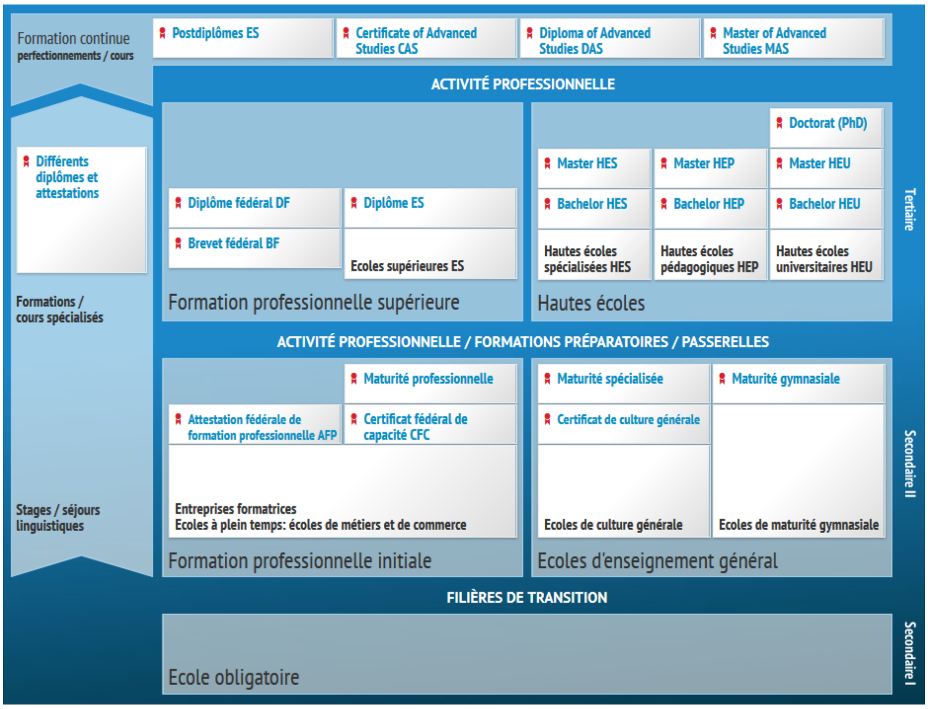


Figure n°1 *- Le système de la formation professionnelle en Suisse (CSFO, 2018)*

[3] Dans cette perspective, échappent donc à l'Es toutes les classes de l'Eo - elles sont de plus en plus nombreuses de nos jours - qui intègrent ou incluent, à temps partiel ou à temps plein, des élèves qui relèvent de l'Es.
[4] Relevons à ce propos qu'en Suisse, en 2012, on comptait au terme de l'école obligatoire, 4,7% de l'ensemble des élèves scolarisés (soit environ 3600 élèves) qui provenaient de l'Es (OFS, 2016).
[5] Durant ces dernières années, diverses filières de transition se sont développées pour accueillir des élèves qui ne peuvent accéder directement à l'une ou l'autre de ces voies. Dans le canton de Vaud, ces filières accueillaient le 6 % des élèves en 1991 ; en 2015, il y en a maintenant 27 % qui y recourent (Mabillard & al., 2016). Pour bon nombre d'élèves, l'entrée effective dans le secondaire II se réalise en conséquence beaucoup plus difficilement qu'auparavant.
[6] Le système comprend toute une série de passerelles (absentes du schéma) devant permettre, plus ou moins facilement selon les cas, de passer d'une voie à l'autre.

La formation professionnelle initiale, appelée aussi « *apprentissage* » en Suisse, recoupe deux cent cinquante métiers (Antille & al., 2011). Environ deux tiers des jeunes du secondaire II se retrouvent dans cette voie de formation qui permet une entrée rapide - après deux, trois ou quatre ans de formation - dans le monde du travail (Mabillard & al., op.cit.).
L'apprentissage peut s'effectuer de deux manières, soit en entreprise, soit en école professionnelle :

- dans la formation en entreprise (on parle volontiers de formation duale), les jeunes cherchent une place d'apprentissage, postulent et sont sélectionnés sur la base d'un dossier de candidature et/ou d'un entretien d'embauche. Ils signent un contrat d'apprentissage avec leur employeur et sont directement intégrés dans le monde du travail. Durant leur formation qui dure de trois à quatre ans, ils reçoivent un salaire et ont au minimum cinq semaines de vacances par an. Un à deux jours par semaine, ils suivent des cours dans une école professionnelle où ils apprennent les bases théoriques de leur futur métier et améliorent leur culture générale. Des cours interentreprises, placés sous la responsabilité des organisations faîtières relatives à chaque profession, traitent certains aspects centraux du métier pour compléter la formation.
- dans la formation en école professionnelle, les jeunes s'inscrivent auprès de l'école concernée et sont sélectionnés sur la base d'un test d'admission. La formation est de même durée que la voie correspondante en entreprise, mais les apprentis conservent un statut d'élève : ils bénéficient d'horaires et de vacances scolaires et ne touchent pas de salaire. Ils suivent des cours théoriques et pratiques et font des stages en entreprise. La formation en école professionnelle n'existe pas pour l'ensemble des métiers de la formation professionnelle initiale. (Antille & al., op.cit.)

Ces deux voies de formation aboutissent à un même diplôme : le *certificat fédéral de capacité* (CFC) qui permet d'entrer directement dans le monde professionnel.
Dans quelque cinquante métiers, il est également possible d'entreprendre un apprentissage en entreprise de complexité moindre qui débouche lui aussi sur un diplôme reconnu au plan fédéral : l'*attestation fédérale de formation professionnelle (*AFP). La durée de la formation est réduite à deux ans et les exigences au niveau de la pratique et des cours sont moins élevées. L'AFP permet également d'entrer directement dans le monde professionnel (voire de poursuivre la formation pour obtenir un CFC).

Formation professionnelle spécialisée

Pour des raisons diverses (que je ne développerai pas ici), certains jeunes arrivés au terme de leur scolarité ne peuvent accéder à la formation professionnelle initiale, même après être passés par des filières de transition. C'est le cas d'une partie des élèves ayant accompli, partiellement ou intégralement, leur scolarité obligatoire dans l'Es. Dans les cantons de Suisse romande, on trouve donc des structures - des *centres de formation professionnelle spécialisés* ou *centres de formation professionnelle et sociale* - qui se sont spécialisées pour accompagner ces jeunes, afin de leur permettre, malgré tout, d'accomplir une formation professionnelle initiale et d'entrer ensuite dans le monde du travail. Ces centres sont financés par l'assurance invalidité[7] (AI).

[7] En Suisse, l'invalidité est une notion qui comprend trois éléments (Imperiale & Lepori, 2013) : un élément médical (atteinte à la santé physique ou psychique), un élément économique (limitation de gain à moyen et à long terme) et un élément causal (rapport entre l'atteinte à la santé et la limitation de gains). Pour accomplir sa formation dans un centre, un jeune doit donc répondre à ces critères. C'est l'AI qui tout à la fois lui en donne l'autorisation, suit sa progression, procède de cas en cas à l'interruption de cette formation et veille à terme à son insertion dans le monde du travail.

Les formations réalisées en centre débouchent majoritairement sur des AFP, bien plus rarement sur des CFC. Par ailleurs, les apprentis qui ne peuvent ni concourir à l'AFP, ni au CFC, obtiennent au terme de leur formation une *attestation de formation pratique* (AFPra) qui devrait également leur permettre d'intégrer le marché du travail, mais le plus souvent au sein d'une structure à caractère social (une entreprise sociale ou un atelier protégé).
A l'image de la place prise par l'Es au sein de la scolarité obligatoire, la *formation professionnelle spécialisée* (Fps) constitue un autre univers composite, formé de ces différentes structures financées par l'AI, destinées à tous ces jeunes qui ne peuvent suivre une formation professionnelle initiale dans une entreprise ou en école professionnelle.

APPREHENDER LES MATHEMATIQUES ET LEUR FONCTIONNEMENT DANS LA FORMATION PROFESSIONNELLE SPECIALISEE

Origines et enjeux de la thèse

La thèse est à considérer comme le produit d'une *continuité* et d'une *rupture* : une continuité dans les travaux du groupe ddmes et dans ceux que j'ai déjà menés, en didactique des mathématiques (ddm), dans le contexte de l'Es ; une rupture dans mon parcours professionnel[8] me conduisant à découvrir le monde de la Fps qui m'était entièrement inconnu[9] jusqu'alors. Elle vise à répondre, au moins partiellement, à la question suivante : « *Au terme de l'école obligatoire, que se passe-t-il, du point de vue des mathématiques, de leur enseignement et de leur apprentissage, pour les élèves qui ont passé tout ou partie de leur scolarité dans l'Es ?* ».
La thèse relève en outre d'un triple enjeu :

- *explorer le terrain de la Fps* à l'aide des outils théoriques de la ddm et de son approche systémique fondée sur l'examen des savoirs, pour problématiser, voire éclairer les pratiques des mathématiques qui y sont à l'œuvre ;
- *informer l'Es des pratiques mathématiques effectives* que l'on rencontre sur le terrain *de la Fps*, pour susciter un questionnement autour des représentations que l'on s'en fait et envisager des ouvertures ;
- *confronter les concepts de la ddm au terrain de la Fps* pour en éprouver la pertinence ; le cas échéant, en développer de nouveaux, plus propices à la compréhension des phénomènes didactiques et l'appréhension du fonctionnement des savoirs au cœur des interactions.

Contexte de recherche

Le contexte de recherche est le *Centre de Formation Professionnelle et Sociale du Château de Seedorf*, sis à Noréaz, dans le canton de Fribourg (CH). Ce centre accueille quelques huitante (de nonante à cent, durant la réalisation de la thèse) apprenties[10] âgées de seize à vingt-cinq

[8] Après avoir travaillé pendant une quinzaine d'années en tant qu'enseignant spécialisé dans un centre thérapeutique de jour et un peu plus de dix ans à la formation en ddm des enseignants spécialisés, j'ai rejoint, en 2009, le monde de la Fps. L'idée d'y réaliser une thèse n'était pas encore présente, mais la belle aventure que j'ai vécue dans ce nouveau contexte m'a peu à peu convaincu qu'il valait vraiment la peine de me mettre à l'ouvrage…

[9] La chose n'est pas banale en soi, si l'on considère que la plupart des travaux qui sont menés en ddm se réalisent dans des contextes connus et éprouvés des chercheurs qui ont déjà fréquenté, que ce soit en tant qu'élève ou comme enseignant, le contexte sur lequel porte leur étude.

[10] J'utiliserai le féminin tout au long du texte, dans la mesure où, pour des raisons liées au développement historique du centre que je ne développerai pas ici, il s'agit presqu'exclusivement de jeunes femmes.

ans, provenant de l'ensemble de la Suisse Romande. Ces apprenties, qui ne peuvent suivre directement une formation professionnelle en entreprise ou dans une école professionnelle[11], bénéficient de mesures de l'AI.
Le mandat délivré au centre par l'AI est de rendre chaque apprentie apte à l'embauche sur le marché du travail, grâce au fait qu'elle y ait accompli avec succès une formation professionnelle initiale. Le CFPS cherche cependant à dépasser le cadre restreint de la formation professionnelle pour offrir une *formation* qu'il qualifie de « *globale* », intégrant et articulant des objectifs professionnels, personnels et sociaux, susceptibles de favoriser, en fin de parcours, une intégration professionnelle et sociale la meilleure possible.
La formation globale des apprenties est assurée conjointement par des maîtres socioprofessionnels, des éducateurs et des enseignants spécialisés (et quelques rares psychologues). Le centre propose actuellement neuf domaines de formation (il n'y en avait que six durant la réalisation de la thèse) : blanchisserie, confection, commerce de détail, cuisine, exploitation (conciergerie), intendance, horticulture, restauration, soins et accompagnement. Comme indiqué précédemment, chaque domaine se décline en trois niveaux de formation, débouchant sur trois types de diplômes : l'AFPra, l'AFP et, dans de rares cas, le CFC.
Depuis 2009, je fonctionne comme responsable de l'équipe des enseignants spécialisés et comme responsable pédagogique du CFPS dans son ensemble. Dans la perspective de réaliser une thèse dans ce contexte, ma position à l'interne de responsable pédagogique présentait à la fois des avantages : j'avais un accès direct aux documents, aux collègues, aux apprenties ; et des inconvénients : en tant que responsable pédagogique, j'occupais une position hiérarchique vis-à-vis de la plupart de mes collègues, ce qui impliquait que j'étais en principe déjà supposé savoir ce que je souhaitais pouvoir appréhender et rendre compte.
Cette position m'a finalement conduit à ne prendre pour objet d'analyse que les interactions que j'étais moi-même en mesure de nouer avec les apprenties. Il s'agit là d'un choix qui constitue une limite forte de la thèse, puisqu'en renonçant à faire porter mes analyses sur les interactions que mes collègues - enseignants ou maîtres socioprofessionnels - entretenaient en mathématiques avec les apprenties, c'est tout un pan d'observation du CFPS et de son fonctionnement dont je décidais sciemment de me priver.

Dispositif de recherche

J'aime à qualifier ma démarche d'*opportuniste* (Giroux, 2007), dans le sens où je n'ai pas créé de dispositif de recherche a priori, ce dernier s'étant progressivement construit selon les opportunités que ma fonction de responsable pédagogique m'a amené à rencontrer durant mes quatre premières années au CFPS. Ces opportunités ont donné lieu à cinq *investigations exploratoires*[12] (cf. tableau n°2), dans lesquelles j'ai été amené à chaque fois à jouer des rôles particuliers, où j'ai choisi d'assumer les *contraintes* (Chevallard, 1988a) qui leur étaient liées.

---

[11] Voilà ce qu'en dit le directeur actuel du CFPS du Château de Seedorf :

> L'une des caractéristiques communes, mais évidemment à des degrés divers, à nombre de jeunes filles placées à Seedorf est une expérience de vie souvent chaotique tant sur les plans personnels et familiaux que scolaires. Ainsi sur le plan personnel, elles n'ont pu, bien souvent, bénéficier d'un environnement sécurisant et d'un parcours de vie qui auraient dû leur permettre de se construire une identité équilibrée.
> […] Sur le plan scolaire, les expériences d'apprentissage ont souvent été synonymes d'échec. […] Nous constatons ainsi, chez nombre de ces jeunes apprenties, ce que les spécialistes de l'apprentissage appellent l'impuissance apprise, convaincues qu'elles sont de leur nullité et de leur incapacité à réussir un apprentissage. (Moulin, 2015, p.14)

[12] L'idée d'*investigation exploratoire* a été développée au sein du groupe ddmes (Favre, 2004) pour qualifier des activités expérimentales moins lourdes que des recherches, de façon à ce que chacun de ses membres soit à même d'en réaliser dans son contexte professionnel. Dans le cas particulier de la thèse, il faut comprendre

La première investigation a consisté à rassembler, pour les analyser, les documents, de provenance externe ou interne au CFPS, qui servent de cadre à la formation des apprenties. La deuxième investigation a porté sur le soutien que j'ai apporté, lors de ma première année au CFPS, à une apprentie employée de cuisine AFP qui éprouvait des difficultés en mathématiques dans le cadre de ses cours professionnels. La troisième investigation comprend l'analyse d'une cinquantaine d'épreuves mathématiques que l'on soumet aux futures apprenties durant le stage qu'elles accomplissent avant leur entrée au CFPS, pour déterminer les savoirs mathématiques qu'elles avaient pu s'approprier durant leur scolarité. La quatrième investigation s'est intéressée aux cours de mathématiques que j'ai donnés sur une année à un groupe de sept apprenties employées en cuisine AFP, en vue de la préparation de leurs examens de fin d'apprentissage. La cinquième investigation a porté sur un nouveau soutien en mathématiques que j'ai donné à une apprentie praticienne en intendance (AFPra).

	Années	**Objet d'étude**	**Rôle emprunté**	**Données récoltées**
1	2009-2012	Documents de références à la formation	Responsable pédagogique	Programmes, moyens, épreuves, etc.
2	2009-2010	Cours de soutien apporté à une apprentie	Enseignant de soutien	5 narrations de séances
3	2010-2011	Epreuves soumises aux stagiaires	Examinateur/évaluateur	53 épreuves
4	2011-2012	Cours de branches professionnelles dispensé à un groupe d'apprenties	Enseignant de mathématiques	13 narrations de séances
5	2012-2013	Cours de soutien apporté à une apprentie	Enseignant de soutien	10 narrations de séances

***Tableau n°2** - Les cinq investigations exploratoires constitutives du dispositif de recherche*

Du fait que sur les cinq investigations, trois reposaient sur des interactions dans lesquelles j'étais moi-même impliqué, j'ai choisi de recourir à un instrument qui permette de suivre et de conserver la trace des échanges des apprenties et de l'enseignant sans (trop) en perturber le déroulement. Il s'agit d'un instrument que nous utilisons régulièrement dans le groupe ddmes, que nous désignons par le terme *narration*[13] et que nous avons, dans une première acception, défini de la manière suivante :

> Nous envisageons la narration comme une description orale ou écrite d'un entretien ou d'une séquence d'enseignement, faite « à chaud » à partir des souvenirs qu'on en a conservés et des productions d'élèves qu'on y a récoltés. Elle s'articule autour d'un ou de plusieurs événements qui se sont produits dans la séquence et qui nous ont particulièrement surpris. La narration vise à rendre compte des interactions qui ont eu lieu durant la séquence en relatant ce qui s'y est passé (et non pas ce qui aurait dû s'y passer) à quelqu'un qui n'y était pas présent […] (Favre, 2012, p.701).

La thèse a ainsi été l'occasion de définir théoriquement la narration, en lien et en contraste, avec des idées/champs proches développés par différents auteurs : l'idée de « protocole (Brun & Conne, 1990) ; l'idée de « récit » (Bruner, 1996) ; l'idée d'« intrigue » (Pastré, 2005 ; en

que la détermination et l'articulation de cinq investigations consécutives constitue bel et bien une recherche à part entière.

[13] La *narration* a été le thème des journées didactiques que le groupe ddmes a organisé en 2011 à La Chaux-d'Abel dans le canton de Berne (Groupe ddmes, 2012). L'acception dans laquelle la narration est prise ici ne doit pas être confondue avec celle qui prévaut ailleurs en ddm, sous la dénomination de *narration de recherche* (Bonafé & al., 2002), laquelle correspond à une modalité de travail développée au sein de l'IREM de Montpellier, demandant aux élèves de rédiger, au terme de la résolution d'un problème, le compte-rendu des démarches qu'ils ont engagées pour parvenir à sa résolution.

référence à Ricoeur, 1985) ; le champ de la « recherche qualitative/interprétative » chez Anadon &Guillemette, 2012. Elle a également permis d'en valider l'usage à travers la collecte des données qu'elle a conduit à réaliser et des analyses auxquelles elle a permis d'aboutir ; mais aussi d'en explorer l'usage, en cherchant à y intégrer[14] trois niveaux d'interprétation : a) le compte-rendu des événements apparus dans l'interaction ; b) les analyses particulières qui peuvent en être faites ; c) les retombées théoriques plus générales qui en découlent.

Cadre théorique

Etant donné la diversité des données récoltées, la complexité de l'objet d'étude et du fait de l'absence de tout travail antérieur en ddm le concernant, j'ai eu besoin, pour procéder à mes analyses, de constituer un cadre théorique suffisamment large pour appréhender les savoirs mathématiques que l'on rencontre dans le CFPS considéré dans sa globalité et suffisamment fin pour décrire et analyser le fonctionnement des savoirs qui s'actualise au cœur des interactions. Pour ce faire, je me suis appuyé sur un *socle théorique* qui a été développé par Conne (2003) dans le contexte de l'Es.

Niveau de l'institution				
Formes	**Déterminations**	**Enjeux**	**Types d'interactions**	**Evolution**
Praxéologie Chevallard (1999)	*Contraintes internes/externes* Chevallard (1988a)	*Enjeu didactique/ non-didactique* Chevallard (1988b)	*Didactiques organisé/improvisé*[15] Chevallard (1988b)	*Objet sensible/ savoir didactique* Chevallard (1988c)

Niveau des investissements de savoirs		
Tâches	**Techniques**	**Déterminations**
Complexité cognitive Vergnaud (1991)	*Calcul assisté par un diagramme* Conne (1997)	*Contraintes internes/externes* Chevallard (1988a)

Niveau des interactions de connaissances		
Types de contrat	**Productions**	**Dynamique**
Contrat de reprise Brousseau (1995)	*Analyse d'erreurs* Brun (1999)	*Activité du couple enseignant/enseigné* Conne (1998)

Tableau n°3 *- Caractérisation des trois niveaux d'analyse du système étudié*

Opérant une coupe transversale dans le système étudié, allant de la périphérie jusqu'à son centre, ce socle distingue trois niveaux d'analyse :

- le niveau de l'*institution*, envisagée comme un réseau de lieux, de personnes et de savoirs, pour appréhender les savoirs mathématiques qui sont en jeu dans la formation des apprenties et les conditions qui les déterminent ;
- le niveau des *investissements de savoirs* pour caractériser de façon plus approfondie les savoirs mathématiques qui font l'objet d'un investissement effectif au cours des investigations menées ;

[14] Dans la thèse, j'ai recouru à diverses manières (successions chronologiques, emploi de différentes polices, décalages typographiques, …) pour tenter d'articuler le mieux possible ces trois niveaux d'interprétation : le chapitre 9, portant sur la cinquième investigation réalisée, les intègre au sein d'un récit continu ; il est assurément le plus abouti en ce sens.

[15] La distinction *didactique organisé*/*didactique improvisé* n'est pas de Chevallard, mais elle a été définie dans le contexte de la Fps (voir plus avant dans le texte) en référence à la distinction *didactique scolaire/didactique familial* qui provient bien de la théorie de Chevallard (1998b).

- le niveau des *interactions de connaissances* pour analyser finement le fonctionnement des savoirs mathématiques mis en œuvre par l'enseignant et par l'enseigné au sein même des interactions et les incidences qui en résultent sur leur dynamique.

Chaque niveau a ensuite fait l'objet d'une caractérisation spécifique par emprunt/ajustement de divers concepts provenant de plusieurs théories de la ddm, afin de préciser les aspects qui feraient l'objet d'une analyse spécifique. Le tableau n°3 spécifie les aspects retenus pour chacun des trois niveaux et les met en regard des concepts didactiques utilisés pour les examiner.

A ces trois niveaux s'ajoute, pour guider le travail d'analyse, la nécessité de définir un *savoir mathématique de référence* (Conne, 1992), qui a été élaboré à partir des travaux de Rouche (1992, 1998, 2006). Le choix de Rouche se justifie tout d'abord par le fait que ses propos traitent des principales notions mathématiques en jeu dans la Fps, alors que certaines d'entre elles (règles de trois, produit en croix) ont parfois disparu des programmes de l'Eo. De plus, les savoirs ne sont pas considérés par Rouche de façon détachée, comme des isolats, ainsi qu'ils apparaissent dans certaines recherches ou certains programmes ; elles relèvent en effet de constructions qui, à l'image d'une axiomatique, conduisent les notions à s'engendrer les unes des autres, marquant ainsi les liens qu'elles entretiennent entre elles. Enfin, les constructions établies par Rouche ont pour enjeu de partir du quotidien et de la pensée commune[16] pour remonter jusqu'aux mathématiques qui en proviennent et les modélisent : elles semblaient donc bien adaptées à un contexte où les mathématiques avaient en principe pour vocation d'être utilisées dans le quotidien professionnel des apprenties.

Dans la thèse, ce savoir de référence prend la forme de deux constructions. La première construction, établie dans le *champ de la mesure*, vise à articuler entre elles les notions de grandeur, de mesures de longueur, de capacité et de poids, de conversion d'unités et de nombre décimal, présentes dans les interactions. La seconde construction, établie dans le *champ de la proportionnalité*, vise à articuler entre elles les notions de grandeur, de rapport, de proportionnalité, de règle de trois, de produit en croix et de pourcentage, présentes dans les interactions. Ces deux constructions ont été utilisées non comme des cadres, mais bien comme des schémas (Bontems,2014), de manière à leur conférer un caractère à la fois sommaire, sélectif et provisoire, susceptible d'être révisé par les interactions ; et ce, notamment, en réponse à la distinction logique d'exposition / logique d'initiation établie par Conne (2004b).

RENDRE COMPTE DES MATHEMATIQUES ET DE LEUR FONCTIONNEMENT DANS LA FORMATION PROFESSIONNELLE SPECIALISEE

Les mathématiques et leur fonctionnement au niveau de l'institution

Les mathématiques que l'on retrouve au niveau de l'institution procèdent de trois caractéristiques majeures : *immobilité, disparité* et *précarité.*

Immobilité

Du début à la fin de la formation, ce sont les mêmes savoirs, presqu'exclusivement numériques[17] que l'on retrouve : les nombres (naturels, décimaux et quelques fractions simples), les quatre opérations élémentaires et certains éléments de calcul mental (tables) ; les

[16] Une critique de cette idée telle que développée par Rouche figure dans le chapitre 3 de la thèse.

[17] On parle volontiers de « calcul professionnel » pour désigner les mathématiques enseignées dans la formation professionnelle initiale ordinaire comme spécialisée.

mesures (longueurs, poids, capacité, temps, argent) : mesure effective, lecture, estimation, conversion, calcul (peser avec la tare, rendre la monnaie, préparer une facture) ; la proportionnalité (règle de trois, calcul de pourcentage). Ce sont par ailleurs des savoirs qui ont généralement déjà été enseignés aux apprenties au cours de leur scolarité obligatoire.
Le fait que les savoirs n'évoluent pas tout au long de la formation s'explique notamment par le fait que la Fps constitue, du point de vue des savoirs mathématiques, un *système autarcique, dépourvu d'un amont et d'un aval*. On ne sait pas trop en effet avec quels savoirs les apprenties sont supposées y arriver, à défaut d'un document qui, comme c'est le cas pour chaque métier de la formation CFC (Antille & al., 2011), définirait ce que sont les savoirs qu'elles seraient supposées maîtriser. On se réfère donc à des savoirs « en creux » de ceux qui sont attendus dans la formation CFC, étant donné que les épreuves qu'on soumet aux stagiaires avant leur entrée au CFPS - la thèse a fort bien pu le montrer (voir chapitre 7) - ne permettent pas non plus de les déterminer. Et on ne sait pas trop non plus avec quels savoirs les apprenties sont supposées en sortir : les ordonnances fédérales et les plans de formation définis sous formes de compétences ne précisent pas les savoirs attendus[18] et il est bien difficile de les identifier au cas par cas à partir des besoins de la pratique ; il n'y a pas non plus de manuels scolaires spécifiques à la Fps qui traceraient les contours des savoirs attendus en fin de l'apprentissage et il n'y a guère que dans la formation d'employée en cuisine AFP, qui se termine par un examen de mathématiques, qu'il est plus ou moins possible de le faire.

Disparité

Si les mathématiques sont bien présentes tout au long de la formation des apprenties dans la Fps, elles relèvent d'enjeux divers. Ainsi, certaines activités proposées s'avèrent-elles dénuées de tout enjeu didactique ; c'est le cas par exemple des épreuves soumises aux stagiaires avant leur entrée en formation où il s'agit en priorité de se faire une idée de leur niveau scolaire en vue du choix ultérieur du type de formation qu'elles seront en mesure d'accomplir ; mais c'est le cas aussi des activités d'éducation cognitive (Coulet, 2003) qui sont proposées aux apprenties pour favoriser l'acquisition de stratégies d'apprentissage afin qu'elles les utilisent ensuite pour s'approprier les contenus de formation.
Par ailleurs, au sein des activités qui relèvent d'un enjeu didactique avéré, il est nécessaire de distinguer celles qui prennent la forme classique d'un cours (ce que j'ai désigné par les termes de *didactique organisé*), de celles qui adviennent, aussi bien dans les cours que dans la pratique, au détour d'un besoin spécifique, et qui font que l'on va consacrer un moment particulier à l'enseignement d'un savoir spécifique (ce que j'ai désigné par les termes de *didactique improvisé*). Ces enseignements de mathématiques improvisés, qui se déroulent dans les différents lieux où se réalisent la formation des apprenties et qui sont le fait de personnes différentes font que les techniques enseignées ne sont pas les mêmes. Il n'existe donc *pas de rapport institutionnel au savoir* (Chevallard, 1988b) clairement défini qui fasse l'objet d'un consensus au sein du système et c'est donc aux apprenties qu'il appartient en dernier lieu - ce qui ne va pas sans heurts (voir plus avant) - de gérer cette disparité.

Précarité

A défaut de déterminations externes suffisamment fortes, il a également été possible d'observer qu'un enseignement des mathématiques de type didactique organisé est tout bonnement susceptible de disparaître, sans que cela n'empêche la formation des apprenties d'être menée jusqu'à son terme. Cela été le cas au CFPS en 2007, à l'occasion du

[18] En référence à l'idée de praxéologie de Chevallard (1999), on peut dire que seules les tâches sont définies, mais pas les techniques, ni les technologies et les théories qui les sous-tendent.

basculement des mathématiques des cours de culture générale dans les cours de branches professionnelles où, à l'exception de la formation d'employée en cuisine AFP qui se termine par un examen comprenant des exercices de mathématique à résoudre, un enseignement des mathématiques de type didactique organisé a disparu de la formation des apprenties.
Cette troisième caractéristique que l'on peut attribuer aux mathématiques dans la Fps vient fortement questionner les représentations que l'on s'en fait depuis l'Es (où elles occupent, comme dans l'Eo, une place de choix tout au long de la scolarité des élèves) quant au rôle qu'elles sont censées jouer dans la formation professionnelle des apprenties. L'idée, solidement ancrée un peu partout que les mathématiques devraient être utiles au bon déroulement de leur formation, se voit en effet fortement remise en cause.

Faire avec et faire sans les mathématiques dans la formation professionnelle spécialisée

L'immobilité, la disparité et la précarité des mathématiques dans la Fps tendent à montrer qu'on peut *faire avec*, comme on peut *faire sans les mathématiques* pour *aller de l'avant* dans la formation des apprenties. Toute tâche requérant l'usage de mathématiques pour être accomplie fait l'objet d'une négociation - largement implicite - pour déterminer si ces mathématiques seront matière à enseignement/apprentissage ou si, au contraire, il est préférable (en termes d'efficacité) d'apprendre à faire sans. Il faut également comprendre que cette forme de négociation intervient tant au niveau de la noosphère et du système, que chez les personnes en charge de la formation et les apprenties[19].
Faire avec et faire sans les mathématiques s'avère donc en fait une condition de (bon) fonctionnement du système pour faire face aux importantes difficultés d'enseignement et d'apprentissage que l'on y rencontre, octroyant à chacun des acteurs un espace de liberté qu'il leur est donné (ou non) d'investir : de fait, si chacun s'entend fort bien sur le fait qu'il peut être important de maîtriser des savoirs mathématiques pour faire de la cuisine (par exemple), en l'absence de programmes spécifiques, de moyens d'enseignement adaptés, de formation des maîtres socio-professionnels en ddm pour les enseigner, de capacités suffisantes chez les apprenties pour se les approprier, tout le monde peut également fort bien apprendre à se « débrouiller » sans.

Les mathématiques et leur fonctionnement au niveau des investissements de savoirs

Au niveau des investissements de savoirs, les investigations menées m'ont conduit à m'intéresser essentiellement aux cours donnés aux apprenties employées de cuisine AFP.

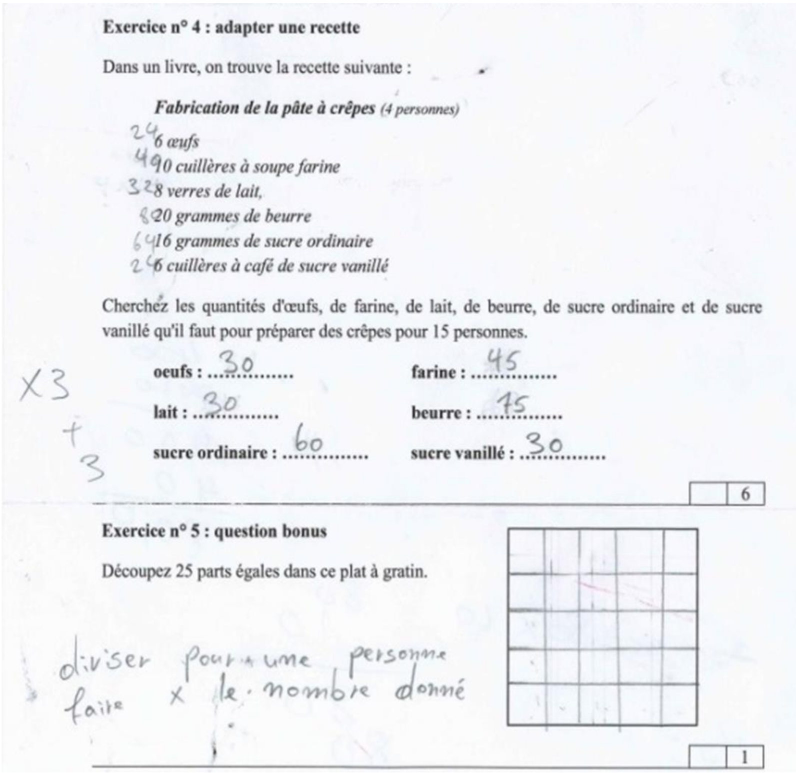
Des exercices à résoudre

Dans le cadre de ces cours, les tâches données aux apprenties prennent pour l'essentiel la forme *d'exercices scolaires*, parce que ce sont des exercices de ce type qu'elles seront appelées à traiter durant les examens de fin de formation. Or, si ces exercices réfèrent tous au contexte de la cuisine, ils ne correspondent pourtant pas aux problèmes effectifs que les apprenties rencontrent en situation professionnelle, comme l'exemple qui suit le montrera fort bien (cf. figure n°2). Ils sont par ailleurs d'une *complexité cognitive* (Vergnaud, 1991) *très*

[19] Ainsi l'exemple d'une apprentie employée en cuisine qui demande au maître socio-professionnel responsable des cours combien « compte » l'épreuve de mathématiques lors de l'examen de fin de formation et ce dernier qui lui répond qu'un bon résultat à cette épreuve lui permettra seulement d'obtenir une meilleure moyenne finale.

variable (l'analyse les révèle en effet d'une très inégale difficulté) et ils reposent pour l'essentiel sur des relations multiplicatives qui sont souvent indisponibles chez les apprenties.
La figure n°2 donne deux exemples d'exercices scolaires que les apprenties doivent apprendre à résoudre. Le premier d'entre eux (exercice n°4, cf. figure n°2) demande de transformer les quantités d'ingrédients d'une recette prévue pour 4 personnes afin de la réaliser pour 15 personnes. On peut facilement montrer que cet exercice se distingue selon plusieurs aspects d'un problème correspondant que les apprenties auraient lieu de rencontrer en cuisine :

- en cours, toutes les données figurent dans l'énoncé, alors qu'en cuisine d'autres éléments peuvent intervenir : prévoir assez pour qu'il en reste, faire avec une plaque de beurre déjà entamée, etc. ;
- en cours, on ne devra passer que par des calculs pour obtenir les résultats des transformations, alors qu'en cuisine on pourra faire appel à d'autres modes de faire : s'appuyer sur des expériences antérieures, estimer des quantités, faire cas de celles qu'on a disposition, etc.;
- en cours, on demande des résultats exacts, alors qu'en cuisine on pourra s'en tenir à des résultats approchés ;
- en cours, l'exercice à traiter est sous la responsabilité de l'apprentie, alors qu'en cuisine, les transformations à effectuer restent sous la responsabilité des maître socio-professionnels (afin notamment d'éviter de gâcher de la nourriture).



Exercice n° 4 : adapter une recette

Dans un livre, on trouve la recette suivante :

Fabrication de la pâte à crêpes *(4 personnes)*

24 *6 œufs*
40 *10 cuillères à soupe farine*
32 *8 verres de lait,*
80 *20 grammes de beurre*
64 *16 grammes de sucre ordinaire*
24 *6 cuillères à café de sucre vanillé*

Cherchez les quantités d'œufs, de farine, de lait, de beurre, de sucre ordinaire et de sucre vanillé qu'il faut pour préparer des crêpes pour 15 personnes.

x3 + 3

oeufs : 30 **farine :** 45
lait : 30 **beurre :** 15
sucre ordinaire : 60 **sucre vanillé :** 30

6

Exercice n° 5 : question bonus

Découpez 25 parts égales dans ce plat à gratin.

diviser pour une personne
faire x le nombre donné

1

Figure n°2 *- Deux exemples d'exercices scolaires de la formation d'employée en cuisine AFP*

Dans le même ordre d'idées, les procédés de résolution utilisés n'auront pas la même validité en cuisine et en cours. Ainsi, si l'on considère les trois procédés que l'apprentie a esquissé sur sa feuille (cf. figure n°2), on observe que :

- le premier procédé - la multiplication de chaque quantité par 4 qui produit les nombres 24, 40, 32, 80, 64 et 24 figurant à côté des quantités de la recette de base - s'avère non-valide en cours, puisqu'il n'aboutit pas à des résultats exacts, alors qu'il est en revanche tout à fait pertinent en cuisine, donnant des quantités approchées pour 16 personnes et permettant ainsi d'éviter l'usage du 15/4 ;

- le deuxième procédé - la multiplication par 3 suivi de l'ajout de 3, qui vise à déterminer la relation numérique entre 4 et 15 et qui n'a pas été mené à terme par l'apprentie - s'avère non-valide en cours, comme en cuisine ;
- le troisième procédé - la règle de trois énoncée en mots : « diviser pour une personne, faire fois le nombre donné » qui produit les nombres 30, 45, 30, 75, 60 et 30 figurant comme résultats de l'exercice - s'avère en principe valide en cours et en cuisine ; mais on remarque cependant que, dans le cadre des cours, il achoppe à l'usage des décimaux : les trois fois où la division donne un nombre décimal, deux fois 6 ÷ 4 = qui donne 1,5 et une fois 10 ÷ 4 = qui donne 2,5, les résultats ont en effet été « arrondis » à l'entier qui suit[20], soit respectivement à 2 ou 3, pour ensuite être multipliés par 15 et aboutir à 30 et 45 qui seront non-valides.

Quant au second exercice de la fiche (exercice n°5, cf. figure n°2), qui a été rapporté par une apprentie, on se convainc sans grande difficulté que son traitement en cours diffère très nettement de celui qui lui est réservé en cuisine :

- en cours, la détermination des 25 parts est donnée dans l'énoncé, alors qu'en cuisine, elle doit être établie : dans le cas particulier, il y avait 5 plats à gratin pour nourrir une septantaine de personnes, mais on a fait « comme si » c'était pour 100 personnes, afin de s'aménager la possibilité d'effectuer un deuxième service proposé à ceux qui en voudraient encore[21] ;
- en cours, le partage en 25 parts égales se réalise à l'aide d'une règle et d'un crayon ; en cuisine, il se fera avec un couteau sans mesure effective, ce qui sera très différent : on ne fera pas de mesures précises, on s'appuiera peut-être sur un partage par quatre parce qu'il est aisé de prendre la moitié de la moitié, puis on diminuera quelque peu la longueur d'un quart pour obtenir le cinquième attendu, etc.

Des algorithmes pour résoudre les exercices

L'enseignement des mathématiques dispensés dans les cours professionnels est avant tout un *enseignement technique, fondé sur des algorithmes,* que les apprenties doivent s'approprier pour traiter les exercices qui leur sont proposés. ***Cet enseignement par algorithmes doit être compris comme une réponse apportée à l'imprévisibilité de la disponibilité des savoirs mathématiques chez les apprenties - et tout spécifiquement des relations numériques - nécessaires à la résolution des exercices, et à l'impuissance manifeste, dans les conditions données, d'œuvrer à les rendre plus stables.***

Un tel enseignement rencontre toutefois divers problèmes didactiques, concernant notamment le choix de l'algorithme et le dépassement des écueils auquel son appropriation se heurte.

a) un exemple dans le champ de la proportionnalité

Pour résoudre des exercices de type transformation de quantités d'ingrédients d'une recette (cf. figure n°2, exercice 4), il existe trois principales techniques qui sont enseignées dans la Fps : l'usage du *rapport interne*, la *règle de trois* et le *produit en croix* (cf. figure n°3).

L'usage du *rapport interne* présente deux facilitateurs dans son exécution : il est direct (il ne comprend qu'une seule opération à réaliser) et il « suit » la variation des quantités de la recette (on multiplie quand les quantités augmentent ; on divise quand elles diminuent). Il

[20] On trouve divers exemples dans la thèse de ce phénomène de « naturalisation des décimaux » visant à rectifier en nombres entiers les décimaux/rationnels produits par la calculette, de façon à ce qu'ils correspondent mieux aux quantités qu'ils représentent : en effet, que peut bien signifier en cuisine une quantité de 1,5 œuf ?

[21] D'ailleurs, dans un exercice similaire demandant d'obtenir 20 parts, une apprentie qui avait proposé de réaliser une découpe en 3 x 7 parts s'est « rattrapée » au moment où elle a remarqué que son partage en avait produit 21, en disant que l'on pouvait très bien conserver la part supplémentaire pour le deuxième service.

peut toutefois se heurter à un solide écueil : on ne peut facilement l'utiliser que lorsque la relation numérique liant le nombre de personnes de la recette de base à celui de la recette transformée est aisément disponible (ce qui n'est pas le cas dans l'exemple de la figure où il est décimal[22]) ; dans le cas contraire, il faut l'établir, ce qui suppose une seconde opération dans laquelle il faut diviser le nombre de personnes de la recette transformée par le nombre de personnes de la recette de base.

Rapport interne

- x 15/4 ->

	Quantités pour 4 personnes	**Quantités pour 15 personnes**
Œufs (p)	**6**	22,5
Beurre (g)	**20**	75
Farine (cs)	**10**	37,5

Règle de trois

- ÷ 4 -> **- x 15 ->**

	Quantités pour 4 personnes	**Quantités pour 1 personne**	**Quantités pour 15 personnes**
Œufs (p)	**6**	1,5	22,5
Beurre (g)	**20**	5	75
Farine (cs)	**10**	2,5	37,5

Produit en croix

Quantités de personnes (u)	**Quantités d'œufs (p)**
4	**6**
15	22,5

Quantités de personnes (u)	**Quantités de beurre (g))**
4	**20**
15	75

Quantités de personnes (u)	**Quantités de farine (cs)**
4	**10**
15	37,5

Figure n°3 *- Trois techniques de résolution d'un exercice de proportionnalité*

La *règle de trois* présente également deux facilitateurs dans son exécution : elle procède de la « même manière » quel que soit le rapport numérique en jeu (rabat de la quantité à 1, avant de l'amplifier par le nombre de personnes de la recette transformée) ; l'idée de rapporter chaque quantité à 1 pour les faire ensuite correspondre au nombre de personnes de la recette transformée est assez « intuitive ». En revanche, la règle de trois est indirecte (elle comprend deux opérations successives à réaliser), elle est indépendante de la variation des quantités en jeu (ce qui fait que lorsque les quantités augmentent, il faut tout de même commencer par diviser) et elle implique de maîtriser (ce qui n'est pas le cas chez certaines apprenties) les deux relations algébriques suivantes : $\forall n \in \mathbb{N}^*, n \div n = 1$; $\forall m \in \mathbb{N}, 1 \times m = m$.

Le *produit en croix* présente le même premier facilitateur que la règle de trois dans son exécution : il procède de la « même manière » quel que soit le rapport numérique en jeu (multiplication des deux termes « croisés », puis division du produit par le troisième) et les deux mêmes premiers écueils : il est indirect et indépendant de la variation des quantités en jeu. Par contre, le fait de devoir multiplier la quantité de la recette de base par le nombre de personnes de la recette transformée est peu intuitif (on obtient en effet la quantité pour n x m personnes, où n correspondant au nombre de personnes de la recette de base et m au nombre de personnes de la recette transformée).

Du point de vue des calculs qu'ils impliquent, on remarque de plus que les trois algorithmes sont très proches : dans l'exemple de la figure 2, on fera, pour déterminer la quantité d'œufs pour 15 personnes, 6 x 15 ÷ 4 = avec le produit en croix, 6 ÷ 4 x 15 = avec la règle de trois et 15 ÷ 4 x 6 = avec le rapport interne (si la relation x 15/4 n'est pas disponible). Et le fait qu'ils fassent tous trois l'objet d'un enseignement au sein de la Fps constitue en soi-même un autre écueil important[23], en ce sens que les apprenties mélangent souvent l'ordre dans lequel il

[22] Sur un plan strictement numérique, on observe que la règle de trois et le produit en croix en viennent à décomposer le facteur rationnel x 15/4 à l'œuvre dans le rapport interne en deux facteurs naturels : ÷ 4, suivi de x 15 pour la première et x 15, suivi de ÷ 4, pour le second.

[23] On peut encore mentionner deux autres écueils d'importance apparus dans la thèse : la non-correspondance entre un nombre décimal obtenu et la quantité qu'il représente (cf. note 19) qui vient interrompre la bonne exécution de l'algorithme ; ou l'existence chez les apprenties de règles « didactiques » liées aux opérations en jeu, quand elles considèrent, par exemple, que pour effectuer une division, c'est toujours le plus grand

s’agit d’agencer les nombres et les opérations, ce qui les empêche d’obtenir le résultat auquel l’algorithme devrait leur permettre d’aboutir.

b) un autre exemple dans le champ de la mesure

Dans le cas de la résolution d’exercices de conversion d’unités de mesure, on enseigne, contrairement à l’exemple qui précède, un seul même algorithme pour effectuer des transformations de kilos en grammes, de centimètres en millimètres, de litres en décilitres, etc. Il s’agit d’un *tableau de conversion*[24] (cf. figure n°4) qui, pour fonctionner, s’appuie tout à la fois sur les régularités/propriétés du système de numération de position en base dix et sur celles du système décimal des poids et mesures (Rouche, 2006). L’appropriation du fonctionnement d’un tel tableau se heurte cependant lui aussi à de nombreux écueils auprès des apprenties. Le plus important d’entre eux tient au fait que, dans la pratique, l’usage des nombres décimaux et des unités de mesure diffère fondamentalement de celui qui est fait en cours.

3 mm -> combien de cm ?

km	hm	dam	m	dm	cm	mm
					0,	3

Figure n°4 *- Exemple de tableau de conversion d’unités de mesure*

S’agissant des unités de mesure tout d’abord, on sait qu’il est possible, dans le système décimal des poids et mesures, de désigner à l’écrit un poids de "quatre kilos et trois cent grammes" à l’aide d’une grande diversité de couples (nombre, unité) : 4,3 kg (ou 4,300 kg), 43 hg, 430 dag, 4’300 g, 43'000 dg…, ou encore : 0,43 Mg (myriagramme), 0,043 q (quintal), 0,0043 t (tonne). Dans la pratique de cuisine, cette diversité est toutefois drastiquement réduite : à l’écrit, on utilise 4,300 kg ou 4'300 g en tout et pour tout, tandis qu’à l’oral, ce sera "quatre kilos trois cents", rarement "quatre kilos trois", mais jamais "quatre virgule trois cent kilos" (qui correspond pourtant à une lecture « mot à mot » de l’écriture 4,300 kg), ni non plus "quarante-trois hectogrammes", par exemple. Cette utilisation réduite des sous-unités de mesure a pour conséquence que beaucoup d’apprenties (c’est sans doute aussi le cas pour bon nombre d’adultes) ont bien du mal à se souvenir de l’ensemble de celles qui figurent sous forme d’abréviations dans le tableau de conversion, tout comme des rapports numériques qu’elles entretiennent entre elles et donc à reconstituer le tableau par elles-mêmes (cf. figure n°5).

3 mm -> combien de cm ?

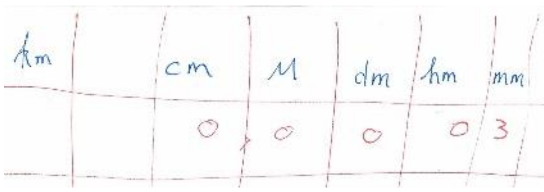


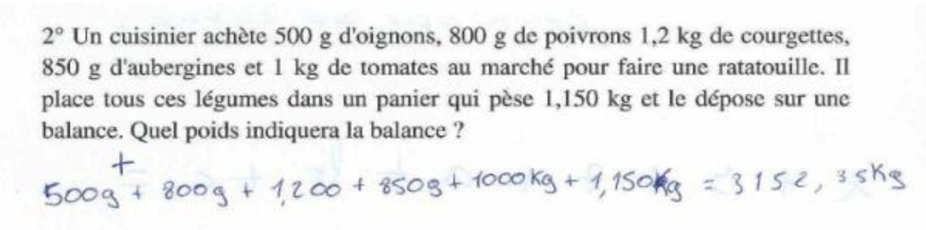
Figure n°5 *- Exemple de reconstitution d’un tableau de conversion d’unités de mesure*

De plus, si l’on compare les usages qui sont faits dans la pratique des sous-unités de mesure, on remarque que ceux-ci varient grandement d’un domaine de grandeur à un autre : si l’on utilise les kilos et les grammes qui sont dans un rapport de mille pour les poids, on utilisera plus volontiers les litres et les décilitres qui sont dans un rapport de dix pour les capacités, les francs et les centimes qui sont dans un rapport de cent pour la monnaie, etc. Ce qui fait que les

nombre qui « doit aller en premier », ce qui les conduit quand ce n’est pas le cas à inverser l’ordre des nombres dans l’exécution de l’algorithme.

[24] L’usage en classe d’un tel tableau n’est pas nouveau puisqu’on le trouve déjà dans un manuel d’arithmétique vaudois (Roorda, 1917) datant du début du vingtième siècle.

régularités inter-domaines présentées en cours dans le tableau rompent considérablement avec les irrégularités qui ont lieu d'être dans la pratique.
Or, cette réduction et ces irrégularités d'usage des sous-unités de mesure entrainent dans leur sillage une réduction et une irrégularité d'usage des nombres décimaux. En effet, si l'on utilise couramment dans la pratique l'écriture chiffrée 4,300 dans le domaine des poids, on ne l'utilisera jamais dans le domaine de la monnaie, où on lui préférera 4,30 ; tandis que 4,3 n'aura jamais vraiment lieu d'être ni dans l'un, ni dans l'autre domaine (ce qui fait que l'emploi du/des 0 final/s n'aura pas non plus la même signification dans le cadre d'un cours où il/s pourra/ont être supprimé/s, qu'en pratique où il/s sera/ont conservé/s).
En s'appuyant fortement sur le contexte pratique dans lequel les apprenties évoluent, il devient dès lors possible de ne s'appuyer que sur les nombres (sans adjonction d'unités de mesures) pour désigner des mesures de grandeurs. C'est en tous les cas ce que révèle l'analyse de certaines productions récoltées en cours qui permettent d'inférer l'existence d'un *système de nombres-mesures* où, pour reprendre l'exemple qui précède, le nombre 4300 se suffit à lui-même pour désigner sans aucune équivoque un poids de "quatre kilos et trois cent grammes".
Dans un tel système, la signification de certains signes à l'œuvre dans le système de poids et mesures va s'en trouver entièrement modifiée : c'est ainsi, par exemple, que les nombres 4'300 et 4,300 (utilisés pour désigner un poids de "quatre kilos et trois cent grammes") y seront considérés comme équivalents, en ce sens que la virgule et l'apostrophe n'y seront plus discriminantes, puisque servant toutes deux à représenter le terme "kilo" de la désignation orale du poids (qui a remplacé le terme "mille" de la désignation orale du nombre) ; et c'est ainsi aussi que lorsqu'une sous-unité de poids y sera employée, c'est l'abréviation "kg" qui accompagnera les nombres de quatre chiffres et plus (indépendamment du fait que ceux-ci comportent une virgule ou une apostrophe) et l'abréviation "g" qui le fera pour les nombres de trois chiffres et moins[25].


2° Un cuisinier achète 500 g d'oignons, 800 g de poivrons 1,2 kg de courgettes, 850 g d'aubergines et 1 kg de tomates au marché pour faire une ratatouille. Il place tous ces légumes dans un panier qui pèse 1,150 kg et le dépose sur une balance. Quel poids indiquera la balance ?

500g + 800g + 1,200 + 850g + 1000kg + 1,150kg = 3152,35kg

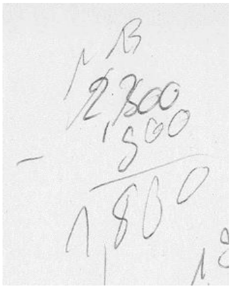


Figure n°6 *- Deux exemples issus d'exercices impliquant des conversions de mesure*

Par ailleurs étant donné que ce système se suffit à lui-même pour effectuer correctement des calculs en colonne (cf. figure n°6, production de droite, où l'on voit que 2,300 – 500 donne bien 1,800 et non pas 497,7), il rend caduc l'idée même de devoir établir des conversions. Sauf évidemment lorsqu'il est nécessaire de recourir à la calculette pour le faire (cf. figure n°6, production de gauche).
La prise en compte de l'existence d'un tel système s'avère donc d'une grande importance d'un point de vue didactique, d'une part, parce qu'il constitue un puissant levier pour interpréter les productions des apprenties ; et d'autre part, parce qu'il vient questionner l'usage à des fins d'enseignement d'un tableau de conversion aux règles univoques, là où il serait plus indiqué d'apprendre à se mouvoir dans des systèmes de signes multivoques.

[25] Dans la production de gauche de la figure 3, on voit que les nombres 1 et 1,2 qui désignent des quantités en kilos dans l'énoncé de l'exercice ont été modifiés de façon à ce qu'ils comportent bien quatre chiffres et qu'ils se suffisent dès lors, indépendamment de la présence d'une virgule (présente dans 1,200, mais absente dans 1000) ou de l'abréviation "kg" (présente dans 1000 kg, mais absente dans 1,200) pour les représenter.

Les mathématiques et leur fonctionnement au niveau des interactions de connaissances

L'émergence d'un rapport à l'ignorance

Les analyses menées au niveau des interactions de connaissances mettent en évidence et appellent donc à prendre en compte le *rapport à l'ignorance* (Conne, 1999) qui caractérise le développement de l'activité du couple enseignant-enseigné au sein de la Fps.

Dans l'interaction, ce rapport à l'ignorance concerne tout autant l'enseignant que l'enseigné. Il coexiste pour chacun d'eux avec leur rapport au savoir[26] dont il constitue le pendant. Cette prise en compte vise à défausser le clivage sachant/ignorant qui caractérise habituellement le rapport maître et élève et qui s'impose d'autant plus "naturellement" dans un contexte qui accueille des apprenties considérées en difficulté d'apprentissage. Le rapport à l'ignorance et le rapport au savoir se conjuguent et s'articulent au détour des *pertes et prises de contrôles* (Conne, 2003) qui scandent la dynamique des interactions.

Dans l'interaction, le rapport à l'ignorance de l'enseignant se manifeste en termes d'*incompréhensions* :

- *face aux productions de l'enseigné* qui le surprennent et dont il n'est pas toujours à même d'effectuer une interprétation adéquate ; c'est le cas, par exemple, lorsqu'une apprentie lui dit qu'elle ne comprend pas ce que signifie la question : « combien y a-t-il de centimes dans un franc ? » et qu'il n'a pas encore saisi que c'est probablement l'absence de pièces de 1 centime dans le système de monnaie suisse (leur disparition date de janvier 2007) qui rend sa question si étrange ;
- *lors de sa propre interaction avec le milieu* et qu'un élément de savoir qu'il n'avait pas pris en compte soudain s'y révèle ; c'est le cas, par exemple, lorsqu'il s'agit de transformer une quantité de 20 g de beurre d'une recette prévue pour 4 personnes en une recette pour 15 personnes et que, après avoir obtenu 300 comme résultat de la première opération (15 x 20) à exécuter dans le cadre du produit en croix, une apprentie lui demande s'il faut y adjoindre l'abréviation "g" et qu'il ne sait pas quoi lui répondre ; et que ce n'est que bien longtemps après la séance qu'il comprendra que ce nombre 300 peut effectivement être envisagé comme la mesure en grammes d'une quantité de beurre, soit celle qui s'avère nécessaire à la confection d'une recette pour 60 (4 x 15) personnes.

Dans l'interaction, le rapport à l'ignorance de l'enseigné se manifeste également en termes d'*incompréhensions* :

- *lors de sa propre interaction avec le milieu* qui ne réagit pas comme il pouvait s'y attendre ; c'est le cas, par exemple, lorsqu'après avoir posé par écrit l'opération 500 g + 800 g + 1,200 + 850 g + 1000 kg + 1,150 kg (cf. figure n°3) et l'avoir effectuée sur la calculette, le résultat 3152,35 qu'elle obtient lui paraît si déconcertant qu'elle en vient à mettre en doute le bon fonctionnement de la calculette ;
- *face aux prises de contrôles de* l'enseignant dont il ne parvient pas à saisir la teneur ; c'est le cas, par exemple, lorsque dans l'effectuation de la première opération d'une règle de trois, une apprentie inverse les deux termes de la division à accomplir, parce que le second est un nombre plus grand que le premier et que l'enseignant lui impose, sans

[26] Le rapport au savoir de l'enseigné émerge de façon imprévisible dans les interactions. **Ne pas savoir, pour l'enseigné, ne correspond jamais à ne rien savoir.** Ainsi, l'exemple d'une apprentie qui disait ne pas avoir appris la division à l'école, mais qui (cela se révélera au fil des interactions) savait pourtant bien qu'elle existait, qu'elle « servait à diminuer », qu'elle demandait de commencer par le plus grand nombre pour opérer ; et qui savait également prendre la moitié d'un nombre ou pouvait itérer quatre fois le nombre 3 pour déterminer combien de fois il allait dans 12, etc. ; ou la même apprentie qui disait ne pas connaître la signification du nombre ½, mais qui l'utilisait pourtant dans ses calculs, tantôt comme 1,2, tantôt comme 0,5.

qu'elle ne parvienne à en comprendre la raison (car ayant toujours agi de la sorte), de les remettre dans le bon ordre.

Pour l'enseignant, ce rapport à l'ignorance est également à l'œuvre en amont et en aval des interactions. *En amont de l'interaction*, le rapport à l'ignorance de l'enseignant se manifeste au travers de la *méconnaissance des savoir à enseigner* qui ne sont pas fixés dans un programme ou explicités dans des manuels : que doit-il enseigner ? comment peut-il s'y prendre pour bien le faire ? … ; *méconnaissance des savoirs maîtrisés* par l'enseigné sur lesquels il sera possible de s'appuyer dans l'interaction ; quels savoirs seront rendus disponibles ? quels savoirs resteront cachés ? … ; *méconnaissance des effets que les contraintes* qui pèsent sur le système assignent au déroulement de l'interaction : doit-il faire comprendre ou faire réussir ? comment conjuguer l'enseignement et l'évaluation dans un temps si réduit ? ... Tandis qu'en aval de l'interaction, le rapport à l'ignorance de l'enseignant se manifestera essentiellement dans les *significations* qu'il saura/ne saura pas attribuer, rétrospectivement, aux productions et aux éléments du milieu qui lui sont apparus en cours d'interaction et surtout de l'*usage* qu'il sera/ne sera pas en mesure d'en faire dans la prévision et l'organisation de nouvelles interactions.

L'interaction de connaissances envisagée comme un jeu

Dans un contexte professionnel comme celui de la Fps, il est important de comprendre et de considérer le rapport à l'ignorance de l'enseignant comme incontournable. S'il s'avère très utile d'un point de vue didactique d'explorer l'ignorance - les constructions de savoirs mathématiques que l'on réalise et les concepts didactiques que l'on élabore pouvant être mis au profit de cette exploration - il est en revanche impossible de la combler. Dès lors, la conduite des interactions que l'on engage avec les apprenties nécessite d'être envisagée comme un *jeu*[27] (Conne, 1999).

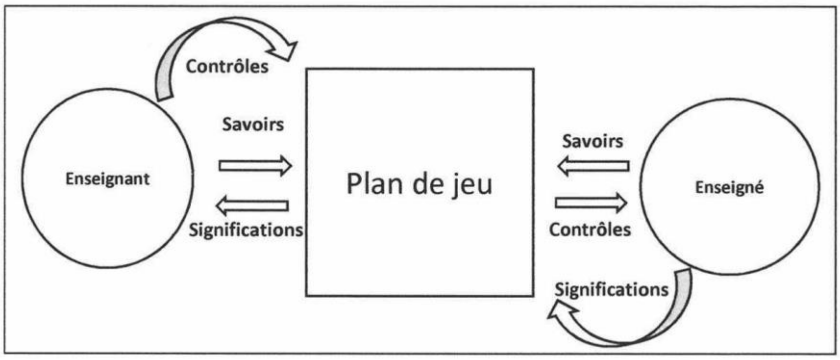


Figure n°7 - *Schéma de l'interaction de connaissances envisagée comme un jeu*

Dans le cadre d'un enseignement algorithmique tel qu'il est proposé dans les cours donnés aux apprenties employées de cuisine, on peut schématiser ce jeu de la manière suivante (cf. figure n°7) : le *plan de jeu* comprend les exercices que l'enseigné doit apprendre à résoudre et le ou les algorithmes que l'enseignant leur propose pour le faire. Pour investir le jeu, l'enseigné devra *engager ses savoirs mathématiques* dans la perspective d'obtenir un *meilleur contrôle de l'usage de l'algorithme* pour résoudre les exercices proposés ; tandis que de son côté, l'enseignant va lui aussi devoir *engager ses savoirs mathématiques et didactiques* pour

[27] Cette idée du jeu s'impose de manière tout aussi probante pour prendre en compte une dimension que les analyses didactiques menées dans la thèse n'ont pas traitée et qui s'avère pourtant omniprésente dans les interactions : la dimension relationnelle que les apprenties entretiennent vis-à-vis des mathématiques, solidement ancrée sur ce qu'elles ont vécu durant leurs années d'école et qui prend souvent la forme d'une dialectique amour-haine.

investir le jeu, mais en vue de *récolter un certain nombre de significations* (interprétations) sur ce que fait l'enseigné, les savoirs qu'il met en œuvre, les écueils auxquels il se heurte, etc. A terme, le contrôle progressif que l'enseigné va exercer sur l'algorithme doit contribuer à *élargir son réseau de significations* à travers la diversité croissante des exercices qu'il lui permettra de traiter ; alors qu'à terme, et de façon réciproque, le gain de significations que l'enseignant aura engrangé dans le jeu doit contribuer à *élargir son champ de contrôle* sur le déroulement du jeu à travers l'efficacité croissante des interventions (des coups) qu'il sera à même d'y accomplir[28].

CONCLUSION

Perspectives pour la formation professionnelle spécialisée

Vis-à-vis de la Fps, les analyses menées dans la thèse permettent de dégager trois principaux axes de recherche. Le premier axe plaide pour un *rapprochement des cours avec la réalité des secteurs professionnels* pour chercher à mieux prendre en considération les problèmes effectifs que les apprenties ont à résoudre dans la pratique, les moyens qui sont mis à leur disposition pour le faire et les conditions dans lesquelles leur résolution doit avoir lieu (Kaiser, 2010, 2011). Le deuxième axe invite à un *travail sur les nombres* - naturels, décimaux, rationnels, voire irrationnels - pour permettre aux apprenties d'appréhender ces objets bizarres que les opérations effectuées sur une calculette les amènent inévitablement à rencontrer. Quant au troisième axe, il vise à *caractériser ces moments de didactique improvisé* (qui n'ont pas fait l'objet d'une analyse spécifique dans la thèse) qui adviennent aussi bien dans les cours que dans la pratique, pour chercher à en considérer les effets et à déterminer comment il serait possible de les habiter pour en tirer un bon parti à destination des apprenties.

Perspectives pour l'enseignement spécialisé

Vis-à-vis de l'Es, les analyses menées dans la thèse visent à *lever la contrainte des mathématiques à vocation utilitaire ou utilitariste* qui y préside de façon à pouvoir engager un travail régulier sur les nombres, leurs relations et leurs propriétés dans un contexte où le temps d'enseignement qui peut être consacré aux mathématiques est nettement plus important que celui dont on dispose dans la Fps ; mais aussi et surtout diversifier les investissements de savoirs pour donner lieu à une formation mathématique qui s'ouvre sur une plus grande variété d'objets (Maréchal, 2012)

Perspectives pour la didactique des mathématiques

Vis-à-vis de la ddm, les analyses menées dans la thèse engagent à poursuivre la construction d'une didactique qui ne soit pas exclusivement tournée vers les élèves qui accéderont plus tard aux mathématiques formelles. Une *didactique de l'entre-deux* qui s'adresse à tous ces

[28] L'investigation menée avec une apprentie au chapitre 9 de la thèse donne un bon exemple d'un tel jeu. Les premières séances montrent en effet l'enseignant à la recherche de significations au travers des algorithmes que, tour à tour, il met dans les mains de l'apprentie ; et l'apprentie à la recherche de contrôles au travers des devoirs qu'elle se constitue pour elle-même. Et ce n'est qu'après avoir engrangé un certain nombre de significations que l'enseignant parvient progressivement à exercer un meilleur contrôle sur le pilotage de l'interaction ; alors que ce n'est qu'après avoir engrangé un certain nombre de contrôles sur l'usage du produit en croix (qui est l'algorithme finalement investi) que l'apprentie parvient à en élargir l'usage dans d'autres exercices et lui associer de nouvelles significations.

élèves qui, à l'image des apprenties du CFPS, n'iront très probablement pas beaucoup plus loin dans l'exploration des mathématiques. La ddm a beaucoup œuvré à la création d'une didactique du bon élève, soit celui qui parvient à se laisser porter par les programmes successifs qu'on lui propose. Mais il y a tout autant lieu de s'interroger sur ce que pourrait être la didactique d'un élève qui s'arrête en cours de chemin.

Il ne s'agit évidemment pas de vouloir ramener la première à la deuxième, mais bien d'en construire une spécifique, qui peut certes se nourrir des concepts de la première, mais qui a aussi besoin de les adapter et d'en élaborer de nouveaux. Et si en retour, elle pouvait s'avérer utile à la première, et bien ce serait tout bénéfice pour l'une comme pour l'autre.

De cette didactique de l'entre-deux, la thèse articule quelques jalons, empruntés pour beaucoup à Conne (1999, 2003, 2004a) : *logique d'initiation / logique d'exposition*, *rapport de l'enseignant à l'ignorance*, *pilotage de l'interaction comme un jeu*, etc. ; et avec, désormais, *négociation du faire avec et du faire sans, didactique organisé / didactique improvisé, recherche de significations et gain de contrôle, recherche de contrôle et gain de significations* ; qui viennent s'ajouter à d'autres : *retournement de situation* (Bloch, 2008), *conduite atypique*, *balises didactiques* (Giroux, 2008, 2013), *jeu de tâches* (Favre, 2008), *narration* (Groupe ddmes, 2012), etc. Mais il reste assurément beaucoup à faire…

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BROUSSEAU, G. (1990). Le contrat didactique : le milieu. *Recherches en Didactique des Mathématiques, 9(2/3),* 309–336.

ANADON, M. & GUILLEMETTE, F. (2012). La recherche qualitative est-elle nécessairement inductive ? *Recherches qualitatives, Hors-série n°5,* 26-37.

ANTILLE, V., GENTILE, C. & MICHELOUD, M. (2011). *De l'école aux cours professionnels. Comment bien commencer sa formation : informations sur l'apprentissage et les connaissances requises.* Berne : Centre suisse de services Formation professionnelle | orientation professionnelle, universitaire et de carrière (CSFO).

BLOCH, I. (2008). Les signes mathématiques dans l'enseignement spécialisé : restauration du processus interprétatif. Etude d'une progression sur la multiplication en SEGPA. *Les Sciences de l'éducation - Pour l'Ère nouvelle, 41(1),* 91-111.

BONAFE, F., CHEVALIER, A., COMBES, M.-C., DEVILLE, A., DRAY, L., ROBERT, J.-P. & SAUTER, M. (2002). *Les narrations de recherche de l'école primaire au lycée.* Montpellier : IREM Montpellier, APMEP.

BONTEMPS, V. (2014). Les mathématiques et l'expérience selon Ferdinand Gonseth. *Bulletin de l'Association Ferdinand Gonseth, 158*, 15-31.

BROUSSEAU, G. (1995). L'enseignant dans la théorie des situations didactiques. In Noirfalise R., Perrin-Glorian M.-J. (Eds) *Actes de la 8ème école d'été de didactique des mathématiques à St-Sauves d'Auvergne.* Clermont-Ferrand : IREM de Clermont-Ferrand.

BRUNER, J. (1996). *L'éducation, entrée dans la culture. Les problèmes de l'école à la lumière de la psychologie culturelle.* Paris : Editions Retz.

BRUN, J. (1999). A propos du statut de l'erreur dans l'enseignement des mathématiques. *Résonances, 5,* janvier 1999, 7-9.

BRUN, J. & CONNE, F. (1990). Analyses didactiques de protocoles d'observation du déroulement de situations. *Éducation et Recherche, 3/90*, 261-286.

CHEVALLARD, Y. (1988a). Médiations et individuations didactiques. *Interactions didactiques, 8,* Université de Neuchâtel, 23-34.

CHEVALLARD, Y. (1988b). L'univers didactique et ses objets : fonctionnement et dysfonctionnements. *Interactions didactiques, 9,* Université de Neuchâtel, 9-36.

CHEVALLARD, Y. (1988c). Esquisse d'une théorie formelle du didactique. In C. Laborde (Ed.) *Actes du premier colloque franco-allemand de didactique des mathématiques et de l'informatique à Marseille* (pp.97-106). Grenoble : La Pensée sauvage.

CHEVALLARD, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherche en didactique des mathématiques, 19(2),* 221-266.

CONNE, F. (1992). Savoirs et connaissances dans la perspective de la transposition didactique. *Recherche en didactique des mathématiques, 12(2),* 221-270.

CONNE, F. (1997). Diagrammes, symboles et marques. Texte inédit, disponible sur HAL archives-ouvertes.fr [On Line] https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01133329/document [consulté le 12.05.2017].

CONNE, F. (1998). L'activité dans le couple enseignant/enseigné. In Bailleul M., Comiti C., Dorier J.-L., Lagrange J.-B., Parzysz B. & Salin M.-H. (Eds.) *Actes de la 9ème école d'été de didactique des mathématiques à Houlgate* (pp.15-24). Grenoble : La Pensée Sauvage.

CONNE, F. (1999). Faire des maths, faire faire des maths et regarder ce que ça donne. In Conne F., Lemoyne G. (Eds) *Le cognitif en didactique des mathématiques* (pp.31-69). Montréal : Presses Universitaires de Montréal.

CONNE, F. (2003). Interactions de connaissances et investissements de savoir dans l'enseignement des mathématiques en institutions et classes spécialisées. In Mary C., Schmidt S. (Eds) *La spécificité de l'enseignement des mathématiques en adaptation scolaire. Education et francophonie, vol. XXXI (2)* [Online], 82-102.

CONNE, F. (2004a). Comprendre la théorie est en attraper le geste et pouvoir continuer. In Durand-Guerrier V., Tisseron C. (Eds) *Actes du séminaire ARDM 2003 de didactique des mathématiques* (pp.79-100). Paris : IREM Paris 7.

CONNE, F. (2004b). Problèmes de transposition didactique. *Petit x, 64*, 62-81.

CONNE, F., CANGE, C., FAVRE, J.-M., DEL NOTARO, L. SCHEIBLER, A., TIECHE CHRISTINAT, Ch., BLOCH, I. & SALIN M.-H. (2004). L'enseignement spécialisé : un autre terrain de confrontation des théories didactiques à la contingence. In Durand-Guerrier V., Tisseron C. (Eds) *Actes du séminaire ARDM 2003 de didactique des mathématiques* (pp.77-185). Paris : IREM Paris 7.

COULET, J.-C. (2003). Les méthodes d'éducation cognitive : bilans et perspectives. In Commission Inter-IREM COPIRELEM (Eds) *Carnets de route de la COPIRELEM. Tome 1. Apprentissage et diversité. Concertum. Dix ans de formation des professeurs des écoles en mathématiques* (pp.169-198). Paris : ARPEME.

FAVRE, J.-M. (2004). La création d'un groupe de recherche pour étudier les questions d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques dans l'enseignement spécialisé. In Durand-Guerrier V., Tisseron C. (Eds) *Actes du séminaire ARDM 2003 de didactique des mathématiques* (pp.127-140). Paris : IREM Paris 7.

FAVRE, J.-M. (2008). Jeu de tâches : un mode d'interactions pour favoriser les explorations et les expériences mathématiques dans l'enseignement spécialisé. *Grand N, 82*, 9-30.

FAVRE, J.-M. (2012). Narrer pour problématiser dans le contexte de la formation professionnelle d'apprenties en difficulté d'apprentissage. In Dorier J.-L., Coutat S. (Eds) *Enseignement des mathématiques et contrat social : enjeux et défis pour le 21e siècle - Actes du colloque EMF2012* (GT5, pp. 699–710).

GROUPE DDMES (2012). Des narrations pour partager et faire rebondir nos expériences mathématiques dans l'enseignement spécialisé. *Actes des deuxièmes journées didactiques de La Chaux d'Abel.* [On Line] http://www.ssrdm.ch/Spip3/spip.php?article62 [consulté le 18.05.2018].

GIROUX, J. (2007). Maillage de situations didactiques dans des classes de l'adaptation scolaire. In Giroux J., Gauthier D. (Eds) *Difficultés d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques* (pp. 35-63). Montréal : Editions Bande didactique.

GIROUX, J. (2008). Conduites atypiques d'élèves du primaire. *Recherche en didactique des mathématiques, 28(1)*, 9-62.

GIROUX, J. (2013). Étude des rapports enseignement/apprentissage des mathématiques dans le contexte de l'adaptation scolaire : Problématique et repères didactiques. *Education et Didactique*, *7(1)*, 59-86.

IMPERIALE, M. & LEPORI, M. (2013). *Formations initiales, rôle et prestations de l'AI.* Conférence donnée à l'Institut Agronomique de Grangeneuve (IAG), le 17 septembre 2013, p.3 du support à la présentation.

KAISER, H. (2010). Situiertes Wissen, subjektive Erfahrungsbereiche und Mathematik in der Berufsbildung. In Prediger S. (Ed.), *Beiträge zum Mathematikunterricht* (pp. 469-472). Münster : WTM-Verlag.

KAISER, H. (2011). *Le calcul professionnel recentré - approches novatrices dans la formation de cuisinière/cuisinier.* Zollikofen : Institut fédéral des hautes études en formation professionnelle (EHB-IFFP-IUFFP).

MABILLARD, H., IMHOF, G. & GOY, M.-F. (2016). *Numerus. Numéro hors-série - juin 2016.* Lausanne : Statistique Vaud, Département des finances et des relations extérieures.

MARÉCHAL, C. (2012) Effets des contraintes institutionnelles sur les pratiques enseignantes dans l'enseignement spécialisé. In Dorier J.-L., Coutat S. (Eds) *Enseignement des mathématiques et contrat social : enjeux et défis pour le 21e siècle - Actes du colloque EMF2012* (GT8, pp.1102-1113).

MOULIN, J.-P. (2015). CFPS, Centre de formation professionnelle de spécialisée à sociale : un renversement conceptuel et pratique. *Pages Romandes, 1, 03/2015*, 14-15.

OGAY, C. (2010). *Leurs droits, malgré tout.* Vevey : Editions de l'Aire.

OFS (2016). *Analyses longitudinales dans le domaine de la formation. La transition à la fin de l'école obligatoire - Édition 2016.* Neuchâtel : Office fédéral de la statistique - Numéro OFS 1666-1600.

PASTRÉ, P. (2005). La deuxième vie de la didactique professionnelle. *Éducation permanente*, *165*, 29-46.

RICOEUR, P. (1985). *Temps et récit. Tome III : le temps raconté.* Paris : Seuil.

ROORDA VAN EYSINGA, H. (1917). *I. Arithmétique. Théorie et exercices.* Lausanne : Payot & Cie.

ROUCHE, N. (1992). *Le sens de la mesure.* Bruxelles : Didier Hatier.

ROUCHE, N. (1998). *Pourquoi ont-ils inventé les fractions ?* Paris : ellipses.

ROUCHE, N. (2006). *Du quotidien aux mathématiques : Nombres, grandeurs, proportions.* Paris : ellipses.

CSFO (2018). *Système suisse de formation. Voies de formation et titres délivrés*. Berne : Centre suisse de services Formation professionnelle | orientation professionnelle, universitaire et de carrière (CSFO). [On Line] https://www.orientation.ch/dyn/show/2800 [consulté le 18.05.2018].

VERGNAUD, G. (1991). La théorie des champs conceptuels. *Recherche en didactique des mathématiques, 10(2.3)*, 133-170.