

ACCOMPAGNER LES PROFESSEURS DES ÉCOLES À LA PRISE EN COMPTE DE LA DIVERSITÉ DE L'ACTIVITÉ DES ÉLÈVES EN RÉOLUTION DE PROBLÈMES : POTENTIALITÉS ET LIMITES D'USAGES DU MODÈLE DE VERSCHAFFEL ET DE CORTE (2008)

David BEYLOT

Formateur en mathématiques, INSPE de Créteil
david.beylot@u-pec.fr

Aline BLANCHOUIN

MCF en sciences de l'éducation, INSPE de Bretagne
CREAD
aline.blanchouin@inspe-bretagne.fr

Françoise CHENEVOTOT

MCF en didactique des mathématiques, INSPE de Lille
LDAR
francoise.chenevotot@univ-lille.fr

Nadine GRAPIN

MCF en didactique des mathématiques, INSPE de Créteil
LDAR
nadine.grapin@u-pec.fr

Laurence LEDAN

Formatrice en mathématiques, INSPE de Toulouse
laurence.ledan@univ-tlse2.fr

Éric MOUNIER

MCF en didactique des mathématiques, INSPE de Créteil
LDAR
eric.mounier@u-pec.fr

Résumé

Notre objectif est de présenter et analyser un outil pour la formation continue des professeurs des écoles (PE) concernant la résolution de problèmes arithmétiques à énoncés verbaux (RPAV) (Houdement, 2017). Cette formation s'appuie sur un modèle de l'activité en RPAV adapté de celui de Verschaffel et De Corte (2008) qui est cité dans la documentation institutionnelle récente (MEN, 2022). Selon nous, ce modèle fait apparaître les multiples facettes de l'activité de l'élève et, en miroir, met en lumière la complexité du travail du PE pour définir *a priori* les enjeux d'apprentissage prenant en compte la diversité des connaissances des élèves. Dans la communication, nous explicitons ce modèle ainsi que nos adaptations (Chenevotot-Quentin, Ledan, Beylot, Mounier, Blanchouin et Grapin, 2023 ; Mounier et al., soumis) et donnons un exemple de son potentiel pour éclairer des démarches singulières d'élèves. Nous présentons et analysons un scénario de formation à destination d'enseignants des cycles 2 et 3. À partir, entre autres, de notre vécu en formation, nous concluons sur l'intérêt et les limites du modèle et de ses usages dans des formations initiales et continues qui visent à outiller les PE ou futurs PE à prendre en compte la diversité de l'activité des élèves.

I - PROBLÉMATISATION

1 Introduction

Nous nous intéressons à l'activité¹ des élèves en résolution de problèmes arithmétiques à énoncés verbaux (RPAV) à l'école élémentaire (élèves âgés de 6 à 11 ans). Nous les définissons comme des « *problèmes numériques, résolubles avec une (ou plusieurs) des quatre opérations usuelles et dont l'énoncé est un texte, plutôt écrit* » (Houdement, 2011, p. 68) qui « *racontent des histoires. Ils sont donnés avec des mots et font intervenir peu de symbolisme mathématique* » (Feyfant, 2015, p.9). Ces problèmes relèvent des structures additives et multiplicatives (Vergnaud, 1990 ; Pfaff et Fénichel, 2005).

La figure 1 donne à voir les productions écrites d'un élève de début CE1 relativement à deux problèmes proposés deux jours différents de la même semaine. On lui a lu le problème, mais il disposait aussi du texte, ainsi que d'un espace pour sa recherche qu'il pouvait utiliser selon ses besoins. Il devait compléter une phrase de réponse. On ne lui demandait pas d'indiquer comment il avait fait, et donc de laisser des traces de sa réflexion. Comme on le voit, l'activité déployée par un élève laisse parfois peu de trace, ce qui rend difficile son identification par le professeur des écoles (PE). En outre, l'activité apparaît très sensible à certains éléments comme la taille des nombres.

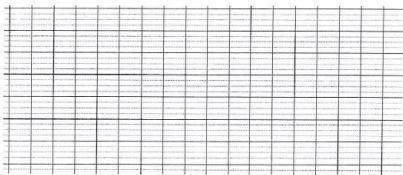
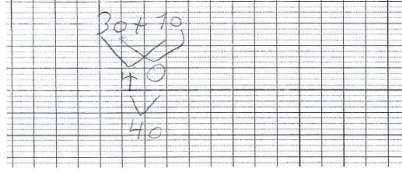
Problème A	Problème B
On a une boîte et des jetons. Au début, il y a 5 jetons dans la boîte. Je prends 2 jetons dans la boîte. Quel est le nombre de jetons dans la boîte à la fin ?  A la fin, il y a jetons.	On a une boîte et des jetons. Au début, il y a 30 jetons dans la boîte. Je prends 10 jetons dans la boîte. Quel est le nombre de jetons dans la boîte à la fin ?  A la fin, il y a jetons.

Figure 1. Trace de l'activité d'un élève résolvant deux problèmes similaires

On peut parfois ne voir qu'une trace du calcul mené, voire uniquement la réponse au problème. Mais quelle activité se cache derrière ces observables ? Dans un contexte institutionnel portant attention à l'enseignement de la RPAV (Villani et Torossian, 2018 ; MEN, 2022), notre question initiale est la suivante : comment, dans le cadre d'une formation continue (FC), aider les professeurs des écoles (PE) à « lire » l'activité de leurs élèves en RPAV ?

2 Nos partis-pris concernant la formation continue des PE

2.1 Généralités

Nos travaux s'inscrivent dans un contexte institutionnel d'évolution de la FC qui se caractérise par la mise à distance par les PE de leurs pratiques ordinaires pour les transformer, mais aussi par l'adossement à la recherche (Rapports Filâtre, 2016 et 2018 ; CNECSCO, 2021). Enseignants comme formateurs, nous considérons ainsi que l'activité réflexive est au cœur du développement de l'activité professionnelle (Blanchouin, Grapin, Mounier et Sayac, 2022 ; Blanchouin et al., 2021 ; Blanchouin, Grapin et Mounier, 2021). Il s'agit en particulier d'enrichir le répertoire de gestes professionnels en classe (Blanchouin, Grapin et Mounier, 2022 et 2023). Dans le cadre de notre questionnement, nous voulons outiller les PE d'une grille de lecture, afin qu'ils puissent mieux avoir accès à l'activité des élèves

¹ Nous distinguons tâche et activité. « *La tâche est ce qu'il y a à faire ; le « but qu'il s'agit d'atteindre sous certaines conditions* » [...] L'activité est ce que développe le sujet lors de la réalisation de la tâche : non seulement ses actes extériorisés, mais aussi des inférences, les hypothèses qu'il fait, les décisions qu'il prend, la manière dont il gère son temps, mais aussi son état personnel [...]. » (Rogalski, 2003, p. 349-350).

lorsqu'ils sont en RPAV. L'objectif est que chaque PE puisse identifier ses propres gestes professionnels (Jorro, 2016) ajustés aux connaissances disponibles de l'élève (prises d'information, hypothèses, choix de régulation) pour s'engager dans un projet de transformation de sa pratique, conduisant notamment à construire un autre rapport avec les résultats de la recherche, quels que soient leurs modes de diffusion (orale par des formateurs-traducteurs, (Jorro, 2016) ; écrite via des articles de vulgarisation scientifique ou non, des rapports...).

2.2 L'outil mobilisé pour analyser l'activité en RPAV

L'activité en résolution de problèmes peut être envisagée comme un processus de modélisation mathématique (Verschaffel et De Corte, 2008 ; Yvain, 2018). C'est le point de vue adopté par le document institutionnel sur la résolution de problèmes paru fin 2021 (MEN, 2022, p. 38-39). C'est aussi celui que nous avons choisi, ce qui nous a conduit à une réinterprétation pour l'adapter à nos recherches sur la RPAV à l'école élémentaire (figure 2 ; Chenevotot-Quentin, Ledan, Beylot, Mounier, Blanchouin et Grapin, 2023 ; Mounier et al., soumis).

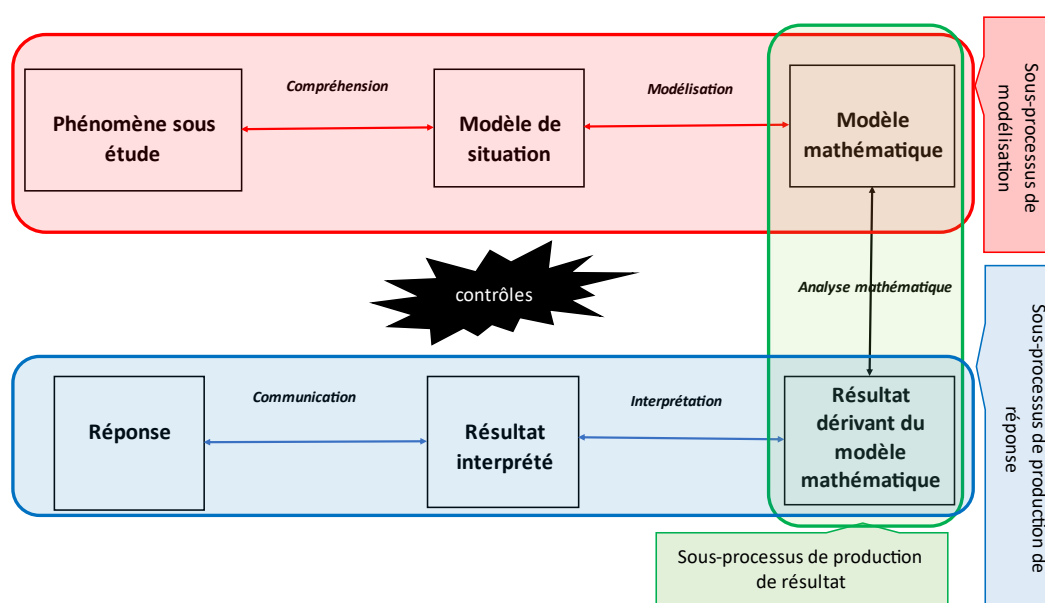


Figure 2. Notre réinterprétation du schéma de Verschaffel et De Corte (2008) en trois sous-processus

Plusieurs éléments nous semblent importants à relever pour le PE. Le processus décrit une activité complexe, non linéaire, comportant en particulier des contrôles (Margolinas, 1993 ; Burgermeister et Coray², 2008 ; Houdement, 2011) et plus largement des stratégies d'autorégulation cognitive (Focant et Grégoire, 2008) menant à des allers-retours entre les sous-processus. Ainsi, par exemple, s'il n'est pas uniquement question de savoir lire le texte du problème (compréhension dans le sous-processus de modélisation), ni uniquement de calculer ou compter (sous-processus de production de résultat) ou encore de vérifier que le résultat obtenu après un calcul est une réponse plausible au problème (sous processus de production de réponse), l'activité de l'élève peut cependant se centrer davantage sur l'un des trois sous-processus. Quant aux contrôles, ils peuvent intervenir aux différentes étapes de cette modélisation. Résoudre un problème nécessite alors une posture de chercheur qui s'acquiert sur un temps long, ce qui peut rompre avec les contrats didactiques usuels en mathématiques. En effet, Verschaffel et De Corte (2008, p. 162 - 167) font une synthèse d'études concordantes sur ce point : en France, la RPAV est présentée le plus souvent via des textes sémantiquement pauvres ; les élèves et

² Burgermeister et Coray appellent processus de contrôle « [...] l'ensemble des moyens, adéquats ou pas, efficaces ou non, mis en œuvre par l'élève en situation de résolution de problèmes pour répondre à ses doutes quant à sa résolution en voie d'élaboration. » (Burgermeister et Coray, 2008, p. 68).

leurs enseignants sont habitués au fait que la solution existe toujours et peut s'obtenir en effectuant des calculs simples avec tous les nombres présents dans ce texte ; en outre on observe ceci très tôt dans le cursus scolaire.

Les démarches superficielles (Verschaffel, Greer et De Corte, 2000 ; Van Dooren, Verschaffel, Greer, De Bock et Crahay, 2015 ; Fagnant, 2018 ; Mounier et al., soumis), schématisées dans la figure 3 ci-après, décrivent l'activité déployée en RPAV lorsqu'elle est réduite au seul sous-processus de production de résultat. Par exemple, l'élève peut avoir entrepris un calcul ou un comptage en se fiant à un mot du texte du problème qui induit chez lui une opération (le terme « ajouter » engagerait une addition) puis, après avoir obtenu un résultat numérique, le fournir comme réponse sans en avoir vérifié la vraisemblance. Cela pourrait être le cas de l'élève (figure 1) dans le problème A, mais aussi dans le problème B, pour lequel la seule procédure mise en œuvre avec les nombres du texte est celle de « l'arbre à calcul » (Mounier et al., soumis).

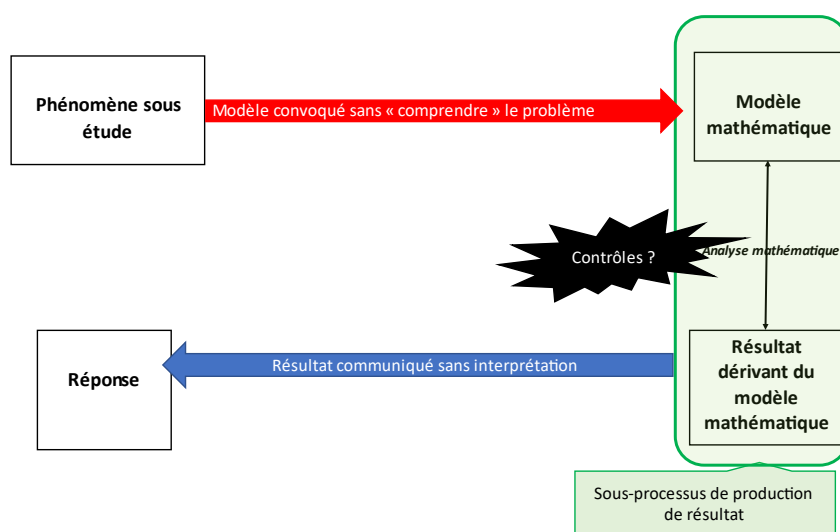


Figure 3. Démarche superficielle reprise de Van Dooren, Verschaffel, Greer, De Bock et Crahay (2015) et Fagnant (2018)

3 Questionnement

Nos hypothèses de travail viennent en partie de notre fréquentation des élèves et des PE (dans et hors la classe, en formation ou non). Du côté des classes, les élèves nous semblent en effet perçus par leur enseignant comme en difficulté en RPAV, ce qui va dans le sens des évaluations nationales (Andreu et al., 2022). Ils y déploient des activités diverses qui laissent des traces difficiles à interpréter. De ce fait nous avons rencontré beaucoup de PE se sentant démunis pour agir, alors que la documentation institutionnelle est actuellement importante sur la résolution de problèmes (cf. par exemple, MEN, 2022 ; CNESCO, 2016 et 2017 ; MEN, 2020). Du côté de la recherche, nous avons développé des éléments théoriques (cf. paragraphe précédent) qui permettent d'éclairer l'activité en RPAV, en nous appuyant sur les travaux mentionnés aussi par le ministère de l'éducation nationale et de la jeunesse (MEN, 2022). Notre question est alors : quelle ingénierie proposer en FC pour que le modèle de Verschaffel et De Corte (2008), tel que nous l'avons réinterprété, aide le PE à prendre en compte la diversité de l'activité des élèves ? Il s'agirait ainsi de permettre aux PE en formation de mieux comprendre l'activité des élèves repérés comme fragiles en RPAV ou refusant de s'y engager *a priori*, mais aussi les contre-performances d'élèves repérés comme performants par ailleurs en mathématiques et en français (CNESCO, 2016 et 2017).

Pour répondre à cette question, nous nous sommes appuyés sur l'analyse d'une formation continue menée en 2022-2023 ainsi que sur des entretiens avec des PE.

II - MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE DE LA FORMATION

1 Présentation de la formation et du matériel à disposition pour l'analyse

Il s'agit d'une animation pédagogique intitulée « Maths-Résolution de Problèmes en cycles 2 et 3 » qui s'est déroulée lors de deux séances de 3 heures en présentiel espacées de 4 semaines à la fin du premier semestre de l'année scolaire 2022-2023. Elle a été conçue et animée par deux chercheurs-formateurs en INSPE (Éric Mounier - EM* et Nathalie Pfaff - NP*) en réponse à une sollicitation de la CPC³ de la circonscription en juin 2022 laissant « *toute marge de manœuvre à NP** » (entretien avec NP*, mai 2023). Elle a concerné une vingtaine de PE exerçant en cycles 2 et 3 dans trois écoles de petite et moyenne taille (140 à 210 élèves) rattachées pour deux d'entre elles à un PIAL (pôle inclusif d'accompagnement localisé pour les élèves en situation de handicap) dans le cadre d'un parcours de formation continue obligatoire. En plus de ces 6 heures, le parcours comprenait la participation à l'enquête de l'observatoire académique des mathématiques⁴ pour les enseignants de deux des trois écoles (75 % des enseignants), ces écoles présentant de « bons résultats » aux évaluations d'entrée en 6^e. Cette participation a d'ailleurs eu des incidences sur les besoins exprimés par les enseignants en fin de séance 1, avec comme conséquence une place plus importante accordée à la schématisation lors de la séance 2. Les objectifs de la formation définis par les deux formateurs dans leurs documents préparatoires sont : en séance 1 s'arrêter sur « *qu'est-ce que résoudre un problème arithmétique verbal ?* » et en séance 2 « *donner des outils pour la classe* ».

Le matériel principal concernant l'activité des deux formateurs est constitué : des traces de conception, sous la forme de fiches de préparation détaillées des deux séances et des diaporamas projetés ; de traces d'activité réflexive, lors d'entretiens entre les deux concepteurs et un enseignant-chercheur en sciences de l'éducation et de la formation du groupe (Aline Blanchouin - AB*), à partir des documents préparatoires pour accéder à leur vécu mais aussi aux écarts avec ce contenu (entre avril et mai 2023). En effet, n'ayant pas anticipé le statut de terrain d'enquête de cette formation, nous n'avons pas procédé à des formes de recueil de traces *in situ* (photos, audios, films) ou d'analyse *a posteriori* (bilan écrit, audio, échanges). Ce matériel a été complété avec le point de vue d'enseignants : un enseignant de CM1 (Y) ayant participé à la formation analysée (ANNEXES A et E) avec lequel des entretiens ont été réalisés, ainsi que les propos des PE que nous rencontrons dans le cadre du groupe IREM de Paris Nord en recherche-formation sur la résolution de problèmes (séance collective de mars 2023, dans la continuité de deux séances en 2022 vécues par certains ou non). L'ensemble a été exploité dans les parties 3 et 4 de ce texte.

2 Traitement du matériel

2.1 Méthodologie

L'enjeu est de caractériser le potentiel de notre réinterprétation du modèle théorique de Verschaffel et al.⁵ pour l'accompagnement des PE dans leur enseignement quotidien de la résolution de problèmes. Pour ce faire, nous avons dégagé deux types de tâches données par les concepteurs de la FC pour

³ Conseillère Pédagogique de Circonscription.

⁴ https://www.dsden94.ac-creteil.fr/IMG/pdf/maths2022_livretobservatoirepratiquesmaths_presentationobservables.pdf repéré 18.09.2023

⁵ Désormais nous écrivons « Verschaffel et al. », sans mettre les années des articles, pour indiquer la référence aux articles déjà cités (Verschaffel et al., 2000 ; Verschaffel et De Corte, 2008 ; Van Dooren et al., 2015) qui prennent leur source dans des travaux autour de la modélisation de l'activité en résolution de problèmes datant des années 90. Signalons que cette approche peut être complétée par d'autres, comme celle de Jean Julo et plus récemment celle de Catherine Houdement, mais aussi par les travaux de l'équipe autour de Carine Reydy (Reydy, 2022 ; Foulquier, Lambert, Laroche, Reydy et Urruty, 2023), de celle autour de Caroline Bulf (Anquetil et Bulf, 2022 et 2023) et de Annie Camenisch et Serge Petit (Camenisch et Petit, 2023).

renseigner de façon située le déroulement de l'entièreté de la formation, en nous référant à la théorie de l'activité (Rogalski, 2003) : les tâches pour introduire la référence à Verschaffel et al. ; les tâches proposées explicitement ou non par les formateurs pour l'utiliser.

Deux grilles complémentaires de lecture d'une formation ont été mobilisées, aussi bien pour la phase de conception d'une formation (analyse *a priori*) que pour en faire un bilan réflexif après la formation (analyse *a posteriori*). Nous avons tout d'abord procédé à une analyse des traces de conception des formateurs, commentées de façon différée, pour constituer les données à l'échelle globale de l'animation pédagogique à partir des « 5 directions pour une formation continue » (Serres et Moussay, 2016 ; Centre Alain Savary IFÉ, 2019). Cela nous a permis de sélectionner les moments de l'animation pédagogique à investiguer à partir du « cadre d'analyse de situations de formation des professeurs des écoles en mathématiques développé par des membres de la COPIRELEM » (Mangiante et al., 2016) pour prendre en compte de façon explicite la dimension mathématique des enjeux de formation. La figure 4 ci-dessous résume la méthodologie générale :

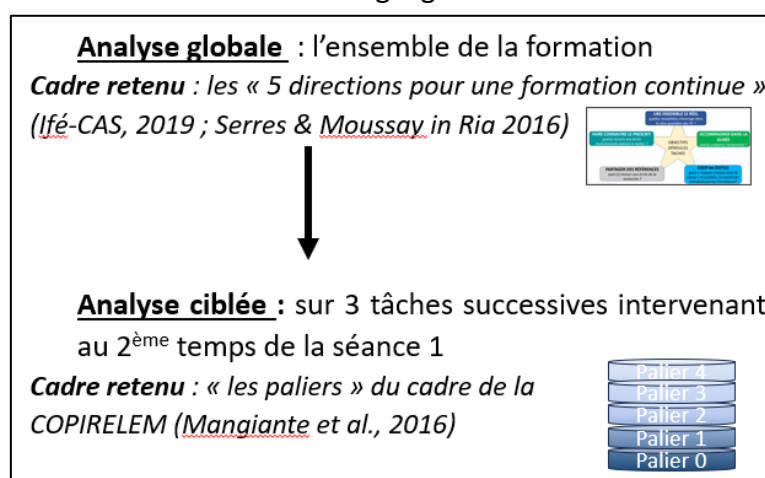


Figure 4. Méthodologie générale fondée sur la complémentarité des deux grilles de lecture

La suite de la section est dévolue à la présentation successive de ces deux grilles de lecture que nous désignerons dorénavant par « grille de lecture IFÉ-CAS » et « grille de lecture COPIRELEM ».

2.2 La grille de lecture IFÉ-CAS

Dès 2016, Serres et Moussay, dans un ouvrage dirigé par Ria à destination des formateurs, constataient que « les formateurs sont le plus souvent amenés à concevoir des interventions destinées à des collectifs et/ou accompagner des individus ou des collectifs dans une logique de conseil » (Serres et Moussay, 2016, p. 154). Faisant référence aux analyses de pratiques conduites avec des formateurs et formalisées par Picard⁶ en 2014 dans la première version du dossier IFÉ-CAS (Picard, 2014), les auteurs soulignaient la nécessité de développer chez les formateurs d'enseignants des compétences professionnelles autour de *cinq domaines* :

- Faire connaître le prescrit (textes officiels, etc.) ;
- Aider à lire le réel et à problématiser les difficultés professionnelles rencontrées par les formés, identifier les dilemmes professionnels ;

⁶ Patrick Picard était responsable du Centre Alain Savary au moment de la publication du dossier. Ancien instituteur, nourri par les travaux de sociologie, de psychologie sociale, d'ergonomie, de didactiques, il réalise un master Ingénierie de la formation, suit le séminaire d'Yves Clot et devient coordonnateur en réseau d'éducation prioritaire (REP) puis ingénieur de formations avant d'être recruté par le centre Alain-Savary dont il devient directeur, contribuant à la création de la plateforme Néopass@ction puis à de nombreuses actions de formation de formateurs.

- Partager les références théoriques, mettre des mots sur les situations et les ressentis, avec l'appui de différents modèles explicatifs issus des savoirs de recherche (différentes branches de la psychologie, didactiques, sociologie, analyse du travail, pédagogie...);
- Proposer des outils, faire connaître ce qui existe dans le métier, partager les ressources;
- Accompagner dans la durée pour développer la confiance, le pouvoir d'agir en prenant le temps d'allers retours entre travail en classe et groupe de formation, soit en présentiel, soit en utilisant des modalités hybrides désormais possibles, en synchrone et asynchrone (p. 154-155).

C'est dans une même perspective d'analyse du travail de l'enseignant que nous nous inscrivons (Blanchouin, Grapin, Mounier et Sayac, 2022) et que nous nous sommes appropriés cette référence. Notre instrumentation (Rabardel, 1995) a consisté à préciser chacun des *domaines*, requalifiés de *directions* dans la version 2019 de l'IFÉ-CAS, en formulant une question et en définissant des catégories d'analyse de contenu de la formation. Pour les identifier, nous avons d'une part appréhendé la formation avec le modèle ternaire de l'approche sociotechnique d'un dispositif d'Albéro (2010 ; repris dans Ravez, 2023, p. 12), et d'autre part pris en compte le contexte global institutionnel de la formation continue en France (section I.2.1) et les recommandations des travaux de la conférence de consensus sur la formation des enseignants en France (Mons, Chesné et Piedfer-Quênay, 2021). La figure 5 donne à voir les cinq directions de l'IFÉ-CAS telles que nous nous en sommes saisis pour étudier chronologiquement le déroulement de la formation au regard des objectifs poursuivis par les formateurs.

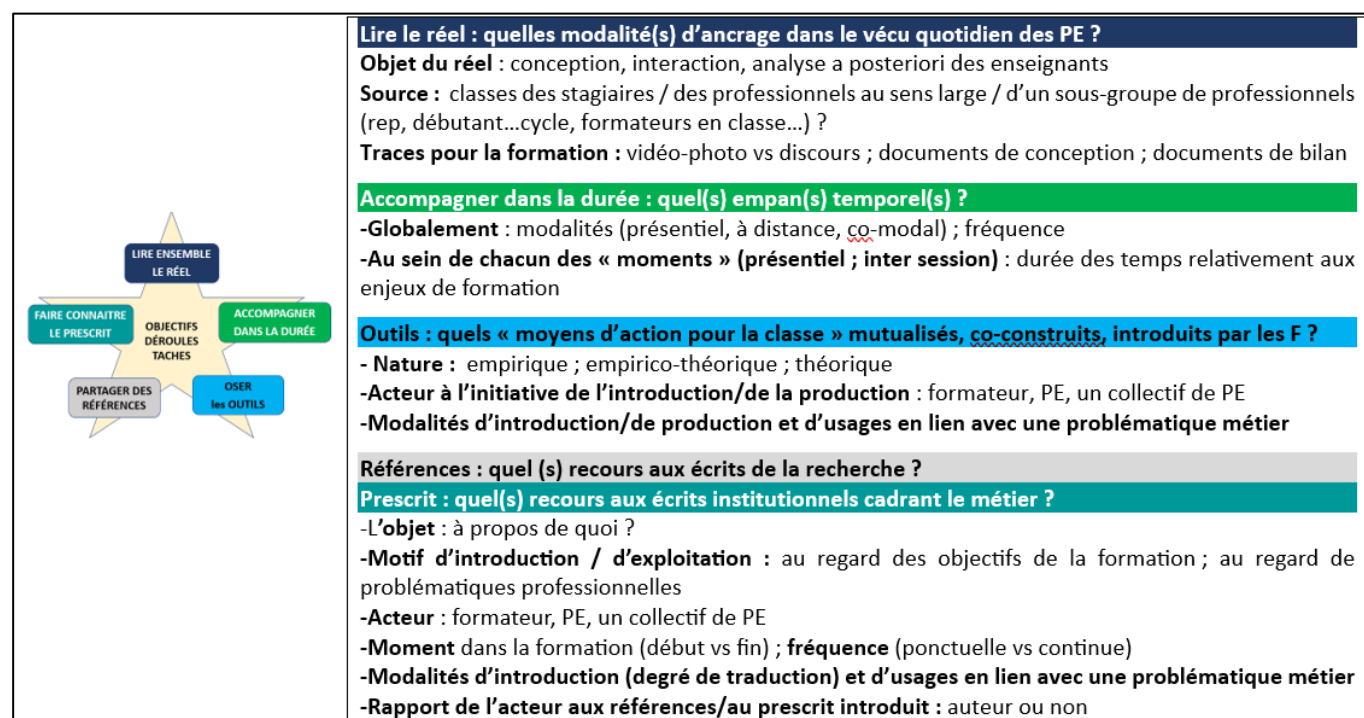


Figure 5. Appropriation de la grille de lecture IFÉ-CAS

2.3 La grille de lecture COPIRELEM

Le cadre développé par des formateurs et des enseignants-chercheurs investis dans la COPIRELEM (Mangiante et al., 2016 ; Guille-Biel Winder, Mangiante - Orsola, Masselot, Petitfour et Simard, 2019) pour analyser des scénarios et des situations de formation des PE en mathématiques a plusieurs visées : « identifier les potentialités », « cerner les savoirs potentiellement mis en jeux ainsi que leur articulation », « clarifier les enjeux dans les différentes phases de la mise en œuvre » (Guille-Biel Winder, Petitfour, Masselot et Girmens, 2016, p. 160). Ce cadre s'intéresse tout d'abord à la nature de l'activité du formé au sens de Rogalski, c'est-à-dire à « ce que développe un sujet lors de la réalisation de la tâche » (Rogalski, 2003, p. 349). Cinq types d'activités (colonne 2 de la figure 6) sont distingués :

l'activité mathématique (faire des mathématiques dans la résolution d'une tâche mathématique) ; l'activité d'analyse mathématique (analyser les mathématiques en jeu dans la résolution d'une tâche mathématique) ; l'activité didactique et/ou pédagogique (mettre en lumière les choix didactiques et/ou pédagogiques liés à la tâche mathématique) ; l'activité d'analyse didactique et/ou pédagogique (analyser ces choix didactiques et/ou pédagogiques) ; l'activité de problématisation (identifier et investiguer une question professionnelle, en mobilisant des concepts mathématiques, didactiques et pédagogiques). Chaque type d'activité est ensuite caractérisé selon trois critères : le type et le degré de décontextualisation des connaissances convoquées (colonnes 4 et 5) ainsi que la posture du formé dans l'activité (colonne 3).

Houdement (2013) et Simard, Masselot, Imbert et Ouvrier-Bufferet (2012) ont identifié trois types de savoir utiles pour enseigner : le savoir mathématique correspond aux mathématiques nécessaires à l'enseignant pour préparer, réguler et évaluer sa séance et ses élèves ; le savoir didactique, qui se nourrit des recherches en didactique des mathématiques pour l'école primaire ; le savoir pédagogique ou d'expérience. Dans une situation de formation, les formés développent différents types de connaissances relatives à ces savoirs : des connaissances mathématiques (savoirs mathématiques que les formés enseigneront à leurs élèves ainsi que ceux non enseignés aux élèves mais nécessaires aux formés pour enseigner) ; des connaissances pédagogiques (conceptions de l'apprentissage, de l'organisation et de la gestion de la classe, indépendamment des contenus disciplinaires) ; des connaissances didactiques (spécifiques du contenu mathématique enseigné, connaissances pour l'enseignant). Brousseau (1988) et Douady (1986) ont déterminé trois degrés de décontextualisation d'une connaissance mathématique (colonne 4 de la figure 6) : mobilisée en contexte implicitement (en acte) ; mobilisée en contexte explicitement ; décontextualisée (pour devenir mobilisable dans d'autres contextes). Les trois degrés de décontextualisation d'une connaissance mathématique ont été transposés aux connaissances didactiques et pédagogiques (colonne 5 de la figure 6) : mobilisées en acte dans l'identification par le formé des choix didactiques ou pédagogiques effectués dans l'activité mathématique considérée ; explicitées en contexte dans l'analyse des implications de ces choix ; décontextualisées dans la mise en évidence et l'explicitation des concepts didactiques ou pédagogiques sous-jacents.

En appui sur des travaux de Sayac (2010), plusieurs postures spécifiques du formé sont attendues par le formateur (colonne 3 de la figure 6) : posture d'élève (réalise la tâche mathématique ou s'intéresse aux connaissances mathématiques décontextualisées mobilisées dans la réalisation de la tâche) ; posture d'élève-enseignant (étudie des activités à destination des élèves ou des productions d'élèves, analyse les conditions de mise en œuvre en classe de la tâche mathématique considérée) ; posture d'enseignant (entre dans un questionnement plus large sur les pratiques de classe ou sur les enjeux d'apprentissages mathématiques) ; posture de praticien-chercheur (problématise une question professionnelle en lien avec les pratiques de classe et les enjeux d'apprentissage).

Finalement, les différentes tâches proposées dans une situation de formation peuvent se répartir dans cinq paliers (colonne 1 de la figure 6) caractérisés par la nature de l'activité du formé (Mangiante et al., 2016). Le palier 0 correspond à l'activité mathématique ; la tâche mathématique peut être vécue ou évoquée ; le formé est placé en posture d'élève (par rapport aux connaissances mathématiques) ; les connaissances mathématiques convoquées (implicites ou explicites) sont contextualisées. Le palier 1 concerne l'activité d'analyse mathématique liée à l'activité du palier 0 ; les connaissances mathématiques sont décontextualisées, ce qui place le formé en posture d'élève apprenant les mathématiques ; les connaissances didactiques et/ou pédagogiques en acte initient le changement de posture du formé vers une posture d'élève-enseignant. Au palier 2 (activité didactique et/ou pédagogique liée à l'activité du palier 1), l'analyse des conditions de mise en œuvre (effective ou seulement anticipée) de la tâche mathématique nécessite une posture d'élève - enseignant de la part du

formé ; les connaissances didactiques et/ou pédagogiques sont explicitées en contexte. Le palier 3 est en rapport avec l'activité d'analyse didactique et/ou pédagogique de l'activité de palier 2 ; elle conduit à la décontextualisation des connaissances didactiques et/ou pédagogiques ; elle peut se présenter sous la forme d'un questionnement sur les pratiques de classe (gestes professionnels) ou sur les enjeux d'apprentissages mathématiques d'un ou plusieurs contenus (programmes, progressions) ou encore sous la forme d'une mise en évidence d'outils d'analyse didactique (types de tâches) ; le formé a une posture d'enseignant. Enfin, au palier 4, l'activité de problématisation de questions professionnelles est en lien avec les pratiques de classe, les enjeux d'apprentissage et/ou les outils d'analyse didactique ; elle permet une posture de praticien-chercheur, notamment lorsqu'il s'agit d'élaborer une méthodologie d'analyse ou d'inférer des résultats. Les cinq paliers, organisés de manière hiérarchique et non chronologique, sont imbriqués et peuvent donc se chevaucher.

Palier	Nature de l'activité	Posture du formé	Connaissances	
			mathématiques	didactiques pédagogiques
4	Activité de problématisation de questions professionnelles	Praticien-chercheur	Décontextualisées	Décontextualisées
3	Activité d'analyse de l'activité didactique et/ou pédagogique de l'activité du palier 2	Enseignant		
2	Analyse didactique et/ou pédagogique liée à l'activité du palier 0	Élève-enseignant.		Explicitées en contexte
1	Activité d'analyse mathématique liée à l'activité du palier 0	Élève-enseignant Élève (apprenant les math.)		En acte (implicitement mobilisées en contexte)
0	Activité mathématique	Élève (par rapport aux connaissances math.)	Contextualisées Implicites ou explicites	

Figure 6. La grille de lecture COPIRELEM (Guille-Biel Winder et al., 2019)

III - CARACTÉRISATION DE LA FORMATION

Nous commençons par étudier le contenu global de l'animation pédagogique à partir des cinq directions de la grille de lecture IFÉ-CAS (échelle 1). Ceci nous permet de dégager le contexte d'introduction et de mobilisation du modèle de Verschaffel et al. et de cibler les moments de la formation étudiés complémentirement avec la grille de lecture COPIRELEM (échelle 2).

1 Le contenu global de l'animation pédagogique

1.1 Les choix de conception à partir de la grille de lecture IFÉ-CAS

Le matériau composite recueilli a été traité à partir des cinq directions de la grille IFÉ-CAS, au grain des tâches proposées tout au long du dispositif. Nous avons caractérisé l'architecture temporelle générale (temps des séances et temps les encadrant) ainsi que de chaque séance, en découpant des unités de temps à partir des enjeux déclarés (par écrit et lors des entretiens) par les formateurs. L'annexe B donne à voir le déroulé reconstitué, épuré de la description des tâches. Nous avons caractérisé aussi les contextes d'introduction et d'utilisation du modèle réinterprété de Verschaffel et al. en revenant aux objectifs de la formation. Une illustration du codage pour deux des cinq directions figure en annexe C. Le code couleur utilisé (en annexe comme ci-après) renvoie aux cinq directions de la grille IFÉ-CAS : **lire le réel**, **accompagner dans la durée**, **outils**, **références**, **prescrit**.

Les objectifs de la formation ont tout d'abord été définis par les deux formateurs **sur l'ensemble des 6 heures**. Après la séance 1, ils ont été réajustés **pour la séance 2** afin de mieux **prendre en compte les difficultés exprimées par certains PE** concernant l'emploi de schémas en RPAV⁷. Cela a conduit à accorder une place prépondérante aux schémas (**près de 2 heures**) en n'abordant pas, ou de façon survolée, les autres outils prévus en séance 2. La réintroduction du **modèle réinterprété de Verschaffel et al.** y a cependant été maintenue. Elle a été effectuée lors de la mise en commun après résolution par les PE d'un **problème de cycle 3**, qui a aussi été l'occasion de rediscuter des schémas. Après les deux séances, les objectifs ont été poursuivis avec l'envoi par mail par les formateurs de références scientifiques (dont l'article de référence de Verschaffel), mais aussi en proposant aux PE, **à la fin de la séance 2**, de contacter un des formateurs pour continuer à réfléchir à la place des données inutiles (aucun PE ne le fera).

Les tâches proposées lors de la formation ont été le plus souvent réalisées en petits groupes, ponctuées par des mises en commun et articulées à des moments de travail en oral collectif. Elles placent les PE dans **une activité réflexive** de leurs pratiques d'enseignement/apprentissage de la résolution de problèmes C2-C3, via **l'évocation de séances de RPAV** en classe, sans partir des traces effectives des PE impliqués dans la formation. Plus précisément, elles les mettent **dans une posture réflexive sur leur enseignement** à partir de mutualisations, de mises à distance, par l'étude de **productions d'élèves** ou **de schémas**, en les confrontant à leurs propres connaissances en résolvant eux-mêmes des problèmes, etc.

Le prescrit est **ponctuellement mobilisé** pour justifier et introduire la réflexion **à propos d'outils pour la classe** (construction de programmations **en séance 1** ; études de schémas **en séance 2**), alors que les références scientifiques (et/ou expériences de recherche des deux formateurs) sont **régulièrement** proposées **tout au long des deux séances**. Les références concernent des connaissances relatives au processus général de la RPAV (figures 2 et 3), aux classes de problèmes (Vergnaud, 1990 ; Pfaff et Fénichel, 2005), aux schémas (Auquier, Demonty et Fagnant, 2018 ; Gervais, Savard et Polotskaia, 2013) et à la compréhension de textes (Marin et Legros, 2008). Les références servent à lancer un travail en sous-groupe ou à conclure après une mise en commun (institutionnaliser le point de vue des formateurs, faire un apport) ou encore à conduire un moment collectif oral. Elles sont introduites à partir d'une citation commentée et/ou d'un récit d'une recherche, mis à part **le modèle théorique de Verschaffel et al.** qui, lui, est introduit dans une version réinterprétée (figure 2) **via** une tâche de résolution de problèmes effectuée par les PE. Enfin, **deux outils** ont été introduits par les formateurs pour être manipulés : le modèle réinterprété de Verschaffel et al. ; une programmation en résolution de problèmes par cycle, croisant classes de problèmes et procédures personnelles vs attendues. Des pistes pour que les PE de retour en classe **élaborent d'autres outils** ont été proposées collectivement en fin de séance 2. Des réflexions portant sur le contenu type d'un affichage mural de référence (institutionnalisation) et les types et le nombre de schémas à utiliser ont ainsi été amorcées.

Le modèle de Verschaffel et al. n'est donc ni la seule référence ni l'enjeu principal pour les formateurs. De façon réinterprétée, c'est un moyen mobilisé à plusieurs reprises pour atteindre leurs deux objectifs articulés, qui sont de « *faire connaître au PE le processus de RPAV afin ensuite d'aller **sur des outils*** », en indiquant simplement son existence dans **une ressource institutionnelle** (MEN, 2022).

1.2 Les moments de la formation, objets de l'analyse ciblée

L'introduction de la référence au modèle de Verschaffel et al. s'effectue après la résolution d'un problème de niveau *adulte* dans **la première partie de la séance 1** sous **sa forme réinterprétée (présentée en figure 2, section 1.2.1)** en tant que **moyen pour décrire le processus de résolution de**

⁷ Précisons que ces difficultés exprimées à propos des **schémas** (notamment du recours unique au schémas « en barres ») émanaient des échanges que certains PE avaient eus **avec les formateurs** « de l'observatoire des pratiques Maths » **venus les voir peu avant la séance 1**.

problèmes. Cette référence est amenée progressivement, sous-processus par sous-processus, de manière dynamique, tandis que les contrôles en jeu dans la RPAV y sont présentés. Cette référence est immédiatement mobilisée comme outil pour analyser les productions d'un élève (*interpréter des traces écrites ; faire des hypothèses sur la réussite de l'élève dans d'autres résolutions*). En début de séance 2, l'outil est convoqué formellement par les formateurs lors de la première mise en commun (les PE devaient résoudre un problème de niveau cycle 3) et informellement lors du temps principal concernant l'étude de schémas.

N'ayant pas de traces des échanges lors des deux séances, nous avons sélectionné les trois premiers temps (qui correspondent aux deux tiers) de la séance 1 (figure 7 ci-dessous) pour caractériser le contenu mathématique du contexte d'introduction du modèle réinterprété de Verschaffel et al. et de son utilisation explicite par les formateurs.

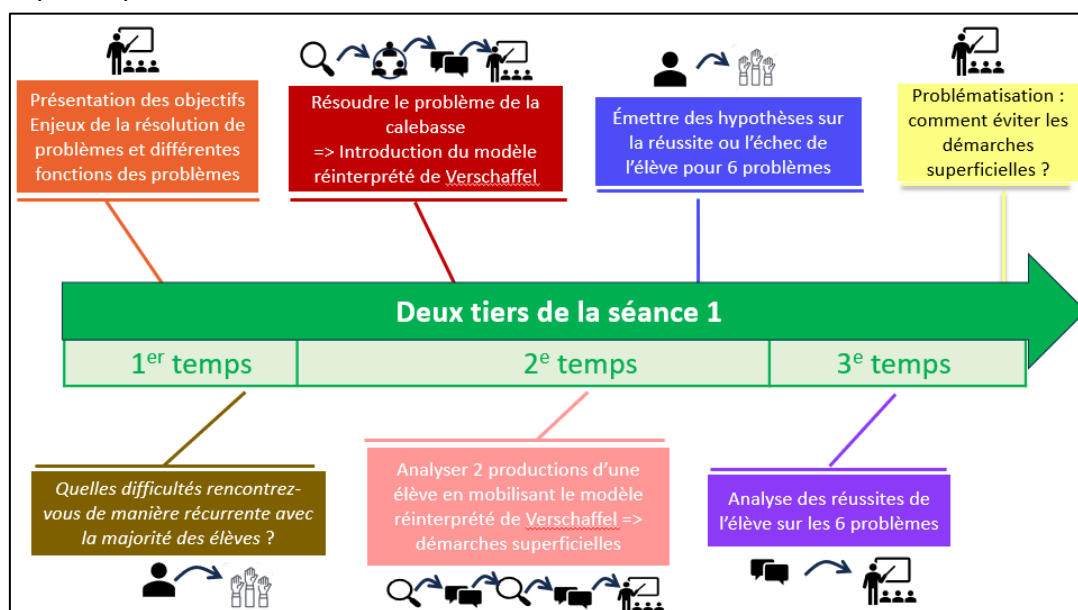


Figure 7. Mise en récit des trois premiers temps de la séance 1 sélectionnés pour l'analyse ciblée

2 Focale sur les trois premiers temps de la séance 1

2.1 Présentation des tâches successives (en appui de la figure 7)

Lors du premier temps, les objectifs de la formation et les enjeux de la résolution de problèmes sont présentés, ainsi que les différentes fonctions des problèmes (« situations problèmes » pour introduire une nouvelle notion, problèmes « pour chercher », « problèmes arithmétiques verbaux » pour donner du sens aux opérations arithmétiques). Suite à cela, il est demandé aux formés : « *Quelles difficultés rencontrez-vous de manière récurrente avec la majorité des élèves ?* » ; une réponse écrite individuelle précède une mise en commun à bras levés.

Lors du deuxième temps, trois tâches sont proposées. La première tâche consiste à résoudre individuellement, puis en petits groupes, un problème mobilisant des connaissances qui ne sont pas nécessairement disponibles pour tous les participants (ANNEXE D). Enfin, après une mise en commun sur les différentes réponses et l'activité déployée pour résoudre le problème, suit une synthèse introduisant le modèle de Verschaffel. Lors de la seconde tâche (qui sera analysée par la suite), une première production d'élève (problème A de transformation négative avec recherche d'état final avec des petits nombres présenté en figure 1) est montrée aux formés qui doivent l'analyser en convoquant le modèle réinterprété de Verschaffel et al. Une mise en commun est faite avec de potentielles hypothèses sur l'activité de l'élève dans chacun des sous-processus. Il est ensuite demandé de réaliser la même analyse avec une seconde production du même élève (problème B du même type avec de plus grands nombres, cf. figure 1). Cette tâche aboutit à une synthèse portant sur la notion de démarche

superficielle (figure 3). La dernière tâche consiste à demander aux formés : « *Est-ce qu'un élève peut réussir avec une démarche superficielle ?* » ; elle est suivie d'une mise en commun à bras levés.

Le troisième temps débute par une mise en commun et une synthèse à propos de la tâche précédente. Il s'agit d'amener le formé à prendre conscience que, selon le type de problème de transformation (recherche de l'état final après retrait, après ajout, recherche de la transformation après ajout), et selon le type de nombres, une démarche superficielle peut mener à la réussite à beaucoup d'exercices et que les habiletés en calcul peuvent cacher ces démarches. Un tableau récapitulatif propose les pronostics de réussite d'un élève à partir de démarches superficielles sur un problème additif, selon le type de nombres.

2.2 Caractérisation avec la grille de lecture COPIRELEM en termes d'activités inférées pour les enseignants

La figure 8 donne à voir au grain fin les variations d'activités (*paliers*) des PE inférées à partir des tâches proposées successivement (évoquée précédemment succinctement) lors des trois temps du début de la formation.

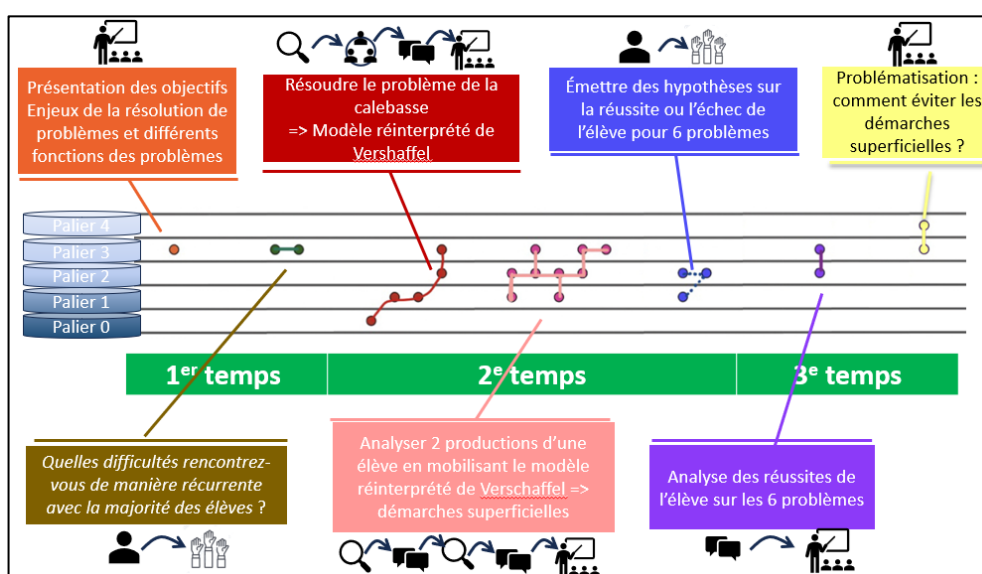


Figure 8. Caractérisation des trois temps de la formation avec le cadre COPIRELEM

À l'aide de la figure 9, nous explicitons pour la tâche 2 du deuxième temps comment nous avons inféré la nature des activités des enseignants.

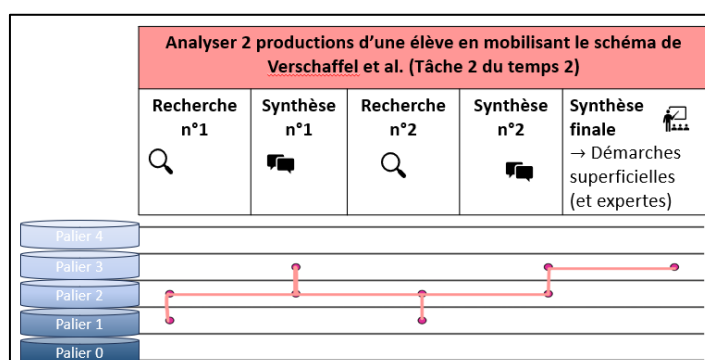


Figure 9. Les trois premiers temps de la séance 1 de l'analyse avec le cadre COPIRELEM

Lors des recherches n°1 et n°2, nous avons inféré une potentielle activité des enseignants aux paliers 1 et/ou 2, car il leur est explicitement demandé de convoquer le modèle réinterprété de Verschaffel et al. (vu précédemment de manière décontextualisée et déjà illustré sur leur propre activité lors de la résolution du problème *adulte*), ici de façon recontextualisée (palier 2). Mais, parallèlement, les PE

peuvent aussi convoquer des connaissances personnelles implicites, comme, par exemple, le fait que les mots du texte du problème peuvent induire chez l'élève une opération, ce qui relèverait du palier 1. Concernant les *synthèses* (n°1, n°2 et finale), nous avons inféré des activités des formés relevant des paliers 2 et 3 : le palier 2 correspondant à la recontextualisation du modèle réinterprété de Verschaffel ; le palier 3 correspondant au fait de s'en servir en tant qu'enseignant comme outil d'analyse de l'activité d'un élève. Enfin, *la synthèse finale* correspond à une activité de palier 3, car il s'agit explicitement de questionner l'outil d'analyse pour le professeur des écoles en classe, en lien avec l'activité des élèves ; il y a généralisation et décontextualisation des démarches superficielles selon le type de nombres.

Globalement, nous voyons que l'enrôlement des formés (1^{er} temps) se situe au palier 3 (figure 8, point orange), en les plaçant directement en posture d'enseignant à partir de connaissances présentées par les formateurs de façon décontextualisée. À noter que, lors du premier temps, les questionnements des formés peuvent rester naïfs, et donc l'activité sous-jacente pourrait être très implicite. Nous remarquons ensuite (2^e et 3^e temps) que les paliers rencontrés sont majoritairement plutôt élevés (2 ou supérieurs). De façon plus fine, au grain de la succession des tâches, nous constatons que la lecture que les formés ont de ce modèle est évolutive. Chaque nouvelle activité débute à partir d'activités de paliers 0, 1 ou 2. Le modèle réinterprété de Verschaffel et al. leur est finalement présenté en tant qu'objet (Douady, 1986), puis comme outil pour comprendre l'activité d'un élève. Cela leur permet de compléter la lecture qu'ils ont du modèle (objet) et d'engager une réflexion sur son exploitation en tant que grille de lecture (outil) de l'activité des élèves de leur classe (palier 4). Il faut noter que les passages des paliers 2 à 3 ou 3 à 4 ne sont pas liés à une activité prescrite d'analyse didactique ou de problématisation du formé mais se font lors des mises en commun et synthèses gérées au moins en partie par les formateurs.

3 Caractérisation du mode d'introduction et des contextes d'utilisation

Voici ce que nous permet de dire le recours à nos deux grilles de lecture pour documenter à deux échelles différentes (globale ; ciblée sur les trois premiers temps de la séance 1) le dispositif « animation pédagogique de 6 heures ».

L'introduction du modèle de Verschaffel et al. se fait juste à la suite du début de la séance 1 (donc au début du deuxième temps) permettant aux formateurs de circonscrire l'objectif du travail (RPAV) et aux formés de s'exprimer sur les principales difficultés qu'ils rencontrent en classe (palier 3). Cette introduction s'effectue par une situation d'homologie (Houdement, 1996), à partir d'un problème de mathématiques au niveau formé, qui engage *a priori* successivement les formés dans des activités qui relèvent des quatre premiers paliers (paliers 0 à 3). Cette introduction est immédiatement suivie de tâches invitant à mobiliser le modèle.

Concernant les contextes d'utilisation, plusieurs tâches sont successivement proposées.

Lors du deuxième temps, les PE sont amenés à analyser deux productions réelles d'élèves (figure 9). Le déroulement global conduit successivement à engager les PE dans des activités de paliers (1)-2-3, sans attendre explicitement une activité de palier 0. La notion de démarche superficielle, en appui sur deux références, est introduite en tant qu'outil pour (ré)interpréter les deux productions, puis réinvestie (paliers 2 et 3) pour pronostiquer la réussite ou l'échec du même élève à six autres problèmes.

Lors du troisième temps, à partir d'une synthèse s'appuyant sur les résultats réels de l'élève (paliers 2 et 3), les formateurs problématisent autour des apprentissages des élèves en RPAV, en s'appuyant sur la notion de démarche superficielle. Les PE sont potentiellement engagés dans une activité de problématisation de questions professionnelles (palier 4). Cela se fait sans articulation explicite au prescrit, qui est rappelé lors du dernier temps suivant consacré à la construction de programmations.

Les caractéristiques mises à jour des modalités d'introduction et d'utilisation du modèle de Verschaffel et al. réinterprété lors de l'animation pédagogique, éclairées par l'entretien réalisé avec un des

participants (Y – annexe E), constituent nos données pour apporter au début de la partie suivante des éléments de réponse, non exhaustifs et exploratoires, à la question formulée en début d'article « Quelle ingénierie proposer en FC pour que le modèle de Verschaffel et al., tel que nous l'avons réinterprété, aide le PE à prendre en compte la diversité de l'activité des élèves ? ».

IV - PARTIE CONCLUSIVE

1 Réponse à la question

Nous abordons tour à tour ce qui pourrait justifier de recourir au modèle réinterprété de Verschaffel et al. en formation, puis des points de vigilance pour que les enseignants puissent s'en emparer pour enseigner.

1.1 Pourquoi recourir au modèle réinterprété de Verschaffel et al. en formation ?

Cette question interroge plus particulièrement l'*utilité* (Tricot et al., 2003) pour le formateur à recourir au modèle réinterprété de Verschaffel et al. EM* et NP*, les formateurs de l'animation pédagogique étudiée, déclarent après coup (mai 2023, entretiens avec AB*) que le modèle réinterprété de Verschaffel et al. a été un moyen pour atteindre et articuler leurs deux objectifs : « faire connaître aux PE le processus de RPAV, la place du calcul et de la « compréhension » du texte en français, les démarches superficielles, la place des schémas [...], afin ensuite d'aller sur des outils ». Il a donc constitué un fil rouge tout au long des deux demi-journées lorsqu'ils évoquaient avec les enseignants l'activité de l'élève en RPAV. Nous en inférons que la fonction attribuée ici au modèle par les formateurs, relativement au travail d'enseignement/apprentissage des enseignants, est de les aider à la compréhension du processus de résolution de problèmes et des différents types de démarches, de la place du calcul et de la « compréhension » du texte en français, de la place des schémas, etc., selon les objectifs de la formation.

L'entretien avec Y (annexe E), un des PE ayant suivi la formation, a permis de faire émerger deux autres fonctions possibles :

- *Aide à la conception (a priori ; a posteriori) de dispositifs d'enseignement* (tâches et déroulement séquentiel ainsi que l'ensemble du contexte matériel, humain, temporel, spatial) et à la régulation en classe. C'est un moyen pour repérer dans le cheminement de l'élève « où ça coince » (expressions utilisées spontanément par Y mais aussi par deux PE du groupe IREM Paris Nord dans lequel nous travaillons) et donc où rétroagir. Cela rejoint le travail que nous menons avec des PE en recherche/formation et qui nous a notamment amenés à préciser notre conception des gestes évaluatifs (Blanchouin, Grapin et Mounier, 2022).

- *Aide à l'autorégulation de l'élève et à sa participation au processus de contrôle.* Cette fonction a émergé lors de l'entretien entre [Y-AB*]. Y (PE en CM1) évoque « une liste à checker par l'élève » ; AB* surenchérit sur le fait de la construire possiblement avec les élèves et d'en faire une grille de repérage de son cheminement.

Il nous semble qu'au regard des caractéristiques des publics en formation, chacune des trois fonctions du modèle réinterprété de Verschaffel et al. pourrait venir soutenir le dessein des formateurs d'approfondir des connaissances disciplinaires ou didactiques concernant la résolution de problèmes et/ou une évaluation soutien aux apprentissages des élèves (Mottier-Lopez, 2015).

1.2 Quelle vigilance pour que les enseignants instrumentalisent le modèle de Verschaffel et al. pour enseigner ?

Cette question interroge plus particulièrement l'*utilisabilité* et l'*acceptabilité* (Tricot et al., 2003) pour les formés à recourir au modèle réinterprété de Verschaffel et al. dans leurs pratiques. La caractérisation de

l'animation pédagogique (section 3.3.), croisée avec l'entretien entre [Y-AB*] et le vécu de certains des auteurs de ce texte (EM* - Nadine Grapin - AB*) de trois séances collectives avec 5 à 8 PE de cycle 2 du groupe IREM Paris Nord, nous conduisent à dégager cinq points de vigilance, afin que le modèle réinterprété de Verschaffel et al. puisse être instrumentalisé (Rabardel, 1995) par les enseignants, au service de l'apprendre de tous leurs élèves en résolution de problèmes. Nous les présentons en proposant, pour chacun, des leviers identifiés lors de l'animation pédagogique étudiée en section III et des limites ou perspectives.

a) Explicitation de l'enjeu professionnel au regard de la spécificité du public de FC (animation pédagogique-constellation)

Leviers	Limites identifiées /perspectives
Convoquer le caractère utile pour le PE à faire son travail auprès de tous les élèves : cf. l'introduction de la notion de démarche superficielle lors du 2 ^e temps de la séance 1 permettant un ancrage professionnel (cf. III-2.2).	- L'introduction du modèle ne correspond pas nécessairement à l'urgence de la classe pour le PE. Inversement, des réponses peuvent être trouvées par le PE dans la formation, sans qu'il n'y ait de lien avec le modèle, ou sans qu'elles ne correspondent à des questions envisagées par les formateurs. - Un sentiment de complexité du modèle « embarque » la représentation d'un changement à réaliser dans sa pratique nécessitant du temps et de l'énergie : Y° dit envisager « d'y réfléchir plus tard pendant les vacances d'été ».

b) Présentation formelle de l'introduction du modèle réinterprété de V.

Leviers	Limites identifiées /perspectives
L'utilisation de blocs de couleur et la dimension dynamique.	- Se pose la question de la densité d'informations et du choix du niveau de formulation à adapter éventuellement au public de formés. - Un modèle possiblement difficile à prendre en main pendant la formation ou après, avec un lexique requérant de tisser du lien avec celui employé par le PE (avec ses élèves, ses collègues) et qui peut nécessiter que le PE y revienne de sa propre initiative lors de la suite de la formation lorsqu'il n'est pas mobilisé explicitement, mais aussi de le consulter entre les deux séances de la formation. Par exemple, Y° nous fait part d'une tension entre « noter un certain nombre de choses [pendant la formation] » et « pouvoir suivre parce qu'on perd des choses quand on est en train d'écrire ».

c) Traces du modèle réinterprété de Verschaffel et al. mises à disposition des formés pour la suite

Leviers	Limites identifiées /perspectives
Une présentation visuelle <i>via</i> un diaporama projeté que ce soit lors de l'introduction ou après.	Transmettre un document papier qui pourrait être annoté et remobilisé régulièrement lors de la formation. À charge pour les enseignants n'utilisant que l'ordinateur de scanner/photographier ou de récupérer le fichier numérique.

d) Modalités d'introduction (tâches proposées par les formateurs)

Leviers	Limites identifiées /perspectives
À partir de l'analyse par le formé de sa propre activité de résolution de problèmes (situations d'homologie), en tenant compte de son sentiment de compétences en mathématiques pour le choix de l'énoncé. À partir de ce qui se passe réellement dans les classes (activité de l'élève, activité de l'enseignant), proche des conditions d'exercices professionnels des	Une introduction du modèle <i>perçue comme possiblement utile</i> pour prendre en compte la diversité de l'activité des élèves. Par exemple, Y envisage que le modèle puisse l'aider « à voir à quel instant du cheminement [de la résolution de problèmes] ça coïncide pour l'élève et l'aider à l'endroit où ça bloque ». Une introduction qui peut rester difficile d'accès ou qui ne garantit pas que les PE s'emparent du modèle tout de suite et donc qui n'apparaît pas significativement pertinente professionnellement à l'instant de la formation.

formés.

Ces deux modalités d'introduction combinées (comme en séance 1) nous semblent particulièrement fécondes car elles mettent en jeu le modèle à différents degrés de décontextualisation et invitent le formé à des changements de postures.

e) Fréquence de rencontre au cours de la formation du modèle réinterprété de V.

Leviers	Limites identifiées /perspectives
Bains réguliers en y faisant explicitement référence lors des différents contextes d'échanges (collectifs, petits groupes, en individuel) et lors des différentes tâches où il peut être mobilisé. Y : « [Les formateurs] revenaient souvent [au modèle] quand on faisait un exemple. Après ça avait été détaillé voilà ce qu'on fait ici. C'est pas juste un schéma qu'on montre comme ça une fois. Voilà juste une page et puis après on passe à autre chose. Y'avait des exemples et même quand je vois les diapositives suivantes (au schéma vide statique) après y'a une explication de chacune des parties ce n'était pas juste pour montrer ça rapidement. Si j'en avais un souvenir c'est bien parce que cela avait été détaillé, ce n'est pas seulement les couleurs, les 3 parties, mais aussi parce qu'en détail on avait vu ce que cela pouvait être dans la résolution <u>d'un problème particulier</u>, les différentes étapes ce qui se passait et que. Oui il a vraiment été utilisé, c'était pas juste on vous montre ça comme ça comme un exemple et puis après on passe à autre chose et donc oui ça c'était quand même. Pour moi ça aurait été difficile de sortir de l'animation sans se souvenir de ça ».	Mieux exploiter l'intersession entre les deux séances : inviter le PE de façon facultative à utiliser le modèle à partir d'une consigne précise communiquée en fin de session.

Ces cinq points de vigilance pour que le recours au modèle de Verschaffel et al. soit *utile, utilisable et acceptable* (opus cité) pour les PE ne sont pas exhaustifs. Les grilles de lecture utilisées nous invitent à proposer des points complémentaires. Relativement à la grille IFÉ-CAS, nous en identifions trois autres : réfléchir à faire explicitement du lien entre les auteurs du modèle, le prescrit institutionnel (document EDUSCOL ressource pour enseigner) et/ou des références professionnelles (guides mathématiques les plus utilisés par les enseignants / par les enseignants de la formation) ; communiquer le statut privilégié de cette référence parmi les autres références qui seraient proposées au regard des enjeux de formation du moment ; partir de traces de ce qui se passe dans les classes des enseignants (photos, films ou audios courts, récits de pratique...), d'autant plus lors d'une FC en constellation. Relativement à la grille COPIRELEM, nous en identifions deux : naviguer vers le « haut des paliers » pour éclairer l'utilité ressentie du PE (problématique professionnelle) ; varier les contextes de rencontre avec le modèle réinterprété de Verschaffel et al. pour éclairer l'acceptabilité de s'en saisir (temps cognitif d'appropriation ; traductions concrètes pour la conception pour une analyse *a priori* des problèmes proposés ; etc.) conduisant les enseignants à expérimenter différentes postures (élève-enseignant-praticien-chercheur), en mobilisant / approfondissant lors de la formation des connaissances de différents types (mathématiques, didactiques, pédagogiques) pour réaliser les tâches prescrites par les formateurs (relatives aux cinq natures d'activités).

2 Considérations méthodologiques concernant les grilles de lectures utilisées

2.1 La grille COPIRELEM

Lorsque notre collectif d'auteurs (pluri catégoriel et pluri disciplinaire) de cette communication a utilisé cette grille pour décrire et comprendre l'animation pédagogique étudiée, nous avons eu besoin de revenir régulièrement aux articles (section 2.3.), en confrontant le développement des aspects théoriques aux exemples d'analyses de formation qui étaient proposés par les différents auteurs de la grille COPIRELEM. En effet, la détermination des *paliers d'activité* inférés par les tâches proposées par les formateurs n'a pas toujours été facile à réaliser. Nous avons d'ailleurs décidé, dans certains cas, de

conserver deux paliers pour un même moment (deux points l'un au-dessus de l'autre dans la figure 8) : lors de l'institutionnalisation d'une connaissance (précisée dans le scénario ou parfois inférée) ; lors d'une activité mettant en jeu des connaissances didactiques ou pédagogiques de manière implicite et qui ne sont pas explicitables par les formés ou qui ne sont pas explicitées par les formateurs. Nous faisons l'hypothèse que nos professionnalités différentes de formateurs en INSPE (impliqués dans la formation initiale en mathématiques des PE ou non, dans la formation de formateurs ou pas, chercheur en didactique des mathématiques ou pas) ont pu jouer sur nos interprétations individuelles et décisions collectives de détermination des paliers d'activités des enseignants en formation.

Soulignons que l'étude micrologique au grain des actions principales des formateurs au cours des tâches successives nous semble la plus féconde. En outre, il est important de considérer les moments de recherche des PE mais aussi les moments collectifs post recherche (mise en commun, bilan, institutionnalisation). Ainsi, sans la prise en compte des moments collectifs dans l'analyse, les paliers élevés n'auraient pas été atteints. Par exemple, l'analyse de l'activité des formés lors du 1^{er} temps conduirait à une navigation entre les paliers 0-1-2-3, ou encore l'analyse de l'activité des formés lors du 2^e temps n'aurait pas fait apparaître les paliers élevés (3-4).

Nous retenons donc que l'usage de la grille COPIRELEM pour décrire un contenu de formation conduit moins à arrêter une définition de paliers d'activités des formés qu'à repérer et caractériser des navigations entre les paliers. À ce titre, les représentations graphiques (type « partition musicale », cf. figures 8-9) que nous ont inspirés les auteurs des articles lus, nous paraissent éclairantes pour rendre compte de façon dynamique de l'engagement mathématique potentiel des formés.

2.2 La complémentarité des deux grilles

Au terme de l'article, il nous semble que nous avons montré l'intérêt d'utiliser complémentirement les deux grilles de lecture : la grille IFÉ-CAS permet d'accéder et de situer les analyses faites avec la grille COPIRELEM dans le contexte global de la situation de formation ; les analyses avec la grille COPIRELEM permettent de documenter l'activité potentielle des formés au service de leur formation à enseigner les mathématiques aux élèves. Ajoutons qu'un tel croisement entre une grille de lecture plus « disciplinaire - mathématiques » (COPIRELEM) et une grille de lecture « ergonomique concernant le travail de l'enseignant » (IFÉ-CAS) nous semblerait intéressant à creuser pour la formation de formateurs, notamment lors de l'accompagnement aux examens du CAFFA et du CAFIPEMF, et pour la formation des Référents mathématiques de Circonscription en charge de la formation continue en mathématiques en constellation.

V - BIBLIOGRAPHIE

Albéro, B. (2010). Une approche sociotechnique des environnements de formation. *Éducation et didactique*, 4(1), 7-24.

Andreu S. et al. (2022). Évaluations de début de sixième en 2021 : des performances en légère hausse en français et des progrès plus marqués en éducation prioritaire renforcé (REP+) y compris en mathématiques. *Note d'Information* n° 22.04, DEPP. <https://doi.org/10.48464/ni-22-04>

Anquetil, C. et Bulf, C. (2022). La communauté de pratique comme dispositif horizontal de formation : le cas de la CoP-Maths. *Actes du colloque de la Copirelem 2021*, 616-654. Grenoble : ARPEME. <http://www.arpeme.fr/documents/Actes-Grenoble-e.pdf>

Anquetil, C. et Bulf, C. (2023). La CoP-Maths : une communauté de pratique « au service » de l'enseignement de la résolution de problèmes à l'école élémentaire. *Actes du colloque de la Copirelem 2022*, 415-430. Toulouse : ARPEME. <https://www.copirelem.fr/colloques/actes/>

Auquier, A., Demonty, I. et Fagnant, A. (2018). Impact des structures sémantiques et de l'introduction de schématisations sur les performances et les démarches de résolution de problèmes. *Annales de Didactique et de sciences cognitives*, 23. Strasbourg : IREM de Strasbourg.

Blanchouin, A., Grapin, N. et Mounier, E. (2021). Collaboration entre enseignants et chercheurs au cycle 2 autour des apprentissages numériques : effets sur la professionnalité de chacun des acteurs. *Actes du deuxième Congrès International de la Théorie de l'Action Conjointe en Didactique. Pour une reconstruction de la forme scolaire. Nancy 29 et 30 juin 2021.*

Blanchouin, A., Grapin, N. et Mounier, E. (2022). Documenter l'activité évaluative des professeurs des écoles à partir de leurs gestes évaluatifs. Étude de cas en mathématiques. *Évaluer - Journal international de recherche en éducation et formation* [En ligne], 8(1), 3-28. <https://journal.admee.org/index.php/ejiref/issue/view/28>.

Blanchouin, A., Grapin, N. et Mounier, E. (2023). Gestes évaluatifs en contexte d'ingénierie évaluative : exemples d'études en mathématiques à l'école élémentaire. *Actes du 33^e Colloque de l'ADMEE - Europe-Guadeloupe, avril 2022.*

Blanchouin, A., Grapin, N., Mounier, E., Angelis, M., Bourouah, C., Prigent, E. et Prigent, L. (2021). Collaboration entre enseignants et chercheurs au cycle 2 autour des apprentissages numériques : les effets sur la professionnalité de chacun des acteurs. Dans M.-J. Gremmo, L. Lisec (Éds), *Actes du deuxième Congrès International de la Théorie de l'Action Conjointe en Didactique*, 7, 2-27. <http://tacd.espe-bretagne.fr/2021/10/13/2021-publication-des-actes-du-2eme-congres-tacd/>.

Blanchouin, A., Grapin, N., Mounier, E. et Sayac, N. (2022). Les pratiques d'évaluation en mathématiques à l'école primaire : deux dispositifs de recherche formation. *Éducation et didactique* [En ligne], 16-1. <https://doi.org/10.4000/educationdidactique.9660>.

Brousseau (1988). Les différents rôles du maître. *Bulletin de l'A.M.Q.*, 23, 14-24.

Burgermeister, P.-F. et Coray, M. (2008). Processus de contrôle en résolution de problèmes dans le cadre de la proportionnalité des grandeurs : une analyse descriptive. *Recherches en Didactique des mathématiques*, 28(1), 63-106.

Camenisch, A. et Petit, S. (2023). Représenter, modéliser. Quelles conséquences sur les résultats d'élèves en résolution de problèmes additifs. *Actes du colloque de la Copirelem 2022*, 492-505. Toulouse : ARPEME. <https://www.copirelem.fr/colloques/actes/>

Centre Alain-Savary, Institut Français de l'Éducation (2019). *Concevoir des formations pour aider les enseignants à faire réussir tous les élèves. Une synthèse de réflexions et des outils du centre Alain Savary au service des formateurs.* Lyon : Université de Lyon - ENS de Lyon.

Chenevotot-Quentin, F., Ledan, L., Beylot, D., Mounier, E., Blanchouin, A. et Grapin, N. (2023). Analyser des connaissances en calcul mental additif au début du cycle 2 pour mieux comprendre l'activité de l'élève en résolution de problèmes. *Actes du colloque de la Copirelem 2022*, 234-257. Toulouse : ARPEME. <https://www.copirelem.fr/colloques/actes/>

CNESCO (2016). *Compréhension en lecture.* Conférence de consensus. Centre National d'Étude des Systèmes Scolaires. <https://www.cnesco.fr/lecture/>

CNESCO (2017). *Différenciation pédagogique.* Conférence de consensus. Centre National d'Étude des Systèmes Scolaires. <https://www.cnesco.fr/differentiation-pedagogique/>

CNESCO (2021). *La formation continue et le développement professionnel des personnels d'éducation.* Conférence internationale. Centre National d'Étude des Systèmes Scolaires. <https://www.cnesco.fr/conference-de-comparaisons-internationales-2020-la-formation-continue-et-le-developpement-professionnel-des-personnels-deducation/>

Douady, R. (1986). Jeux de cadres et dialectique outil-objet. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 7(2), 5-32.

Fagnant, A. (2018). Des illustrations qui accompagnent les problèmes à la construction de représentations schématiques par les élèves : quels enjeux face aux problèmes standards et problématiques ? Dans J. Pilet et C. Vendeira (dir), *Actes du séminaire de didactique des mathématiques de l'ARDM* (p. 94-113). Paris : IREM de Paris.

Feyfant, A. (2015). La résolution de problèmes de mathématiques au primaire. *Dossier de veille de l'IFÉ*, 105, novembre 2015. Lyon : ENS de Lyon.

Focant, J. et Grégoire, J. (2008). Les stratégies d'autorégulation cognitive : une aide à la résolution de problèmes arithmétiques. Dans M. Crahay, L. Verschaffel, E. De Corte et J. Grégoire (dir). *Enseignement et apprentissage des mathématiques. Que disent les recherches psychopédagogiques ?*, 201-221. Louvain-la-Neuve : De Boeck Supérieur.

Foulquier, L., Lambert, P., Laroche, C., Reydy, C. et Urruty, P. (2023). Un projet de formation - Recherche sur la mémorisation et la mobilisation des faits numériques pour la résolution de problèmes arithmétiques élémentaires. *Actes du colloque de la Copirelem 2022*, 352-365. Toulouse : ARPEME. <https://www.copirelem.fr/colloques/actes/>

Gervais, C., Savard, A., Polotskaia, E. (2013). La résolution de problèmes de structures additives chez les élèves du premier cycle du primaire : le développement du raisonnement. *Bulletin de l'A.M.Q.*, Vol. LIII n°3.

Guille-Biel Winder, C., Petitfour, E., Masselot, P. et Girmens, Y. (2016). Proposition d'un cadre d'analyse de situations de formation de professeurs de écoles. Pluralités culturelles et universalités des mathématiques : enjeux et perspectives pour leur enseignement et leur apprentissage. In Theis, L. (dir.), *Mathématiques en scène, des ponts entre les disciplines, Actes du 6^e colloque Espace Mathématique Francophone* (EMF 2015 – GT2, 10-14 octobre 2015) (pp. 159–171). Alger, Algérie.

Guille-Biel Winder, C., Mangiante-Orsola, C., Masselot, P., Petitfour, E. et Simard, A. (2019). Identification des potentialités d'un jeu de rôle dans le cadre d'une formation de professeur des écoles. Dans Abboud, M. (dir.), *Mathématiques en scène, des ponts entre les disciplines, Actes du 7^e colloque Espace Mathématique Francophone* (EMF 2018 – GT1, 22-26 octobre 2018) (pp. 171–179). Paris : IREM de Paris.

Houdement, C. (1996). Autour des stratégies de formation des maîtres du premier degré en mathématiques. *Actes du colloque de la Copirelem 1995*, 23-32. ARPEME.

Houdement, C. (2011). Connaissances cachées en résolution de problèmes arithmétiques ordinaires à l'école. *Annales de Didactique et de Sciences cognitives*, 16, 67 - 96. Strasbourg : IREM de Strasbourg.

Houdement (2013). Au milieu du gué : entre formation des enseignants et recherche en didactique des mathématiques. *Note d'habilitation à diriger des recherches*. Université Paris Diderot – Université de Rouen.

Houdement, C. (2017). Résolution de problèmes arithmétiques à l'école. *Grand N*, 100, 59 - 78.

Jorro, A. (2016). Postures et gestes professionnels de formateurs dans l'accompagnement professionnel d'enseignants du premier degré. *eJRIEPS*, 38, avril 2016.

Mangiante, C., Masselot, P., Petitfour, E., Simard, A., Tempier, F. et Winder, C. (2016). Proposition d'un cadre d'analyse de situations de formation de professeurs des écoles. Dans C. Amade-Escot et P. Venturini (dir.), *Analyses didactiques des pratiques d'enseignement et de formation : quelles perspectives ?* Actes du 4^e colloque Association pour les Recherches Comparatistes en Didactique (ARCD 2016 – Atelier 13, 8 - 11 mars 2016). Toulouse.

Margolinas, M. (1993). *De l'importance du vrai et du faux dans la classe de mathématiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.

Marin, B. et Legros, D. (2008). Psycholinguistique cognitive de la compréhension de textes. *Psycholinguistique cognitive. Lecture, compréhension et production de texte*. Louvain-la-Neuve : De Boeck Supérieur.

MEN (2020). Pour enseigner les nombres, le calcul et la résolution de problèmes au CP. *Ministère de l'Éducation Nationale et de la Jeunesse*. <https://eduscol.education.fr/3107/guides-fondamentaux-pour-l-enseignement>

MEN (2022). La résolution de problèmes mathématiques au cours moyen. *Ministère de l'Éducation Nationale et de la Jeunesse*. <https://eduscol.education.fr/251/mathematiques-cycle-3>.

Mons, N., Chesné, J.-F. et Piedfer-Quêne, L. (2021). Comment améliorer les politiques de formation continue et de développement professionnel des personnels d'éducation ? Dossier de synthèse. Paris : Cnesco.

Mottier-Lopez, L. (2015). *Évaluations formative et certificative des apprentissages*. Louvain-la-Neuve : De Boeck. <https://doi.org/10.7202/1038472ar>

Mounier, E., Beylot, D., Blanchouin, A., Chenevotot-Quentin, F., Grapin, N. et Ledan, L. (soumis). Repérer les démarches en résolution de problèmes d'élèves de grade 2 par l'analyse de leurs procédures : méthodologie et étude de cas. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*. Strasbourg : IREM de Strasbourg.

Pfaff, N. et Fénichel, M. (2005). *Donner du sens aux mathématiques*. Tome 2. Paris : Bordas.

Picard, P. (2014). Former des formateurs pour mieux accompagner les enseignants à faire réussir les élèves : quatre propositions. *Ressources du centre Alain Savary*.

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin.

Rapport Filâtre (2016). *Vers un nouveau modèle de formation tout au long de la vie », Rapport sur la formation continue. Comité national de suivi de la réforme de la formation des enseignants et personnels d'éducation*. http://cache.media.education.gouv.fr/file/2016/19/2/Formation_des_enseignants_Rapport_N6_FTLV_674192.pdf

Rapport Filâtre (2018). *Améliorer la formation initiale des professeurs des écoles. Comité national de suivi de la réforme de la formation des enseignants et personnels d'éducation*. <https://www.education.gouv.fr/media/21677/download>

Ravez, C. (2023). Former à enseigner : activité(s), mutations, tensions. *Dossier de veille de l'IFÉ*, 143, Mai 2023. Lyon : ENS de Lyon.

Reydy, C. (2022). Études de gestes professionnels didactiques d'enseignants de Cours Préparatoire en séance de résolution de problèmes. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 27, 53-88. Strasbourg : IREM de Strasbourg. <https://doi.org/10.4000/adsc.1282>

Rogalski, J. (2003). Y a-t-il un pilote dans la classe ? Une analyse de l'activité de l'enseignant comme gestion d'un environnement dynamique ouvert. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 23(3), 343-388.

Sayac, N. (2010). Appréhender la formation des professeurs des écoles en France à travers les pratiques des formateurs en mathématiques. *Actes du congrès de l'AREF*, pp. 1 - 9. Suisse : Université de Genève.

Serres, G. et Moussay, S. (2016). L'activité des formateurs en tension pour lier travail et formation. Dans L. Ria, *Former les enseignants au XXI^e siècle - Professionnalité des enseignants et des formateurs*, 151 - 157. Bruxelles : De Boeck.

Simard, A., Masselot, P., Imbert, J.-L. et Ouvrier-Buffer, C. (2012). Quelles modalités de contrôle des connaissances dans la formation en mathématiques des professeurs des écoles ? *Actes du colloque de la Copirelem 2011*. Dijon : ARPEME. <https://www.copirelem.fr/colloques/actes/>

Tricot, A., Plégat-Soutjis, F., Camps, J.-F., Amiel, A. et Lutz, G. (2003). Utilité, utilisabilité, acceptabilité : interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des EIAH. Dans C. Desmoulins, P. Marquet, D. Bouhineau, *Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain 2003*, Avril 2003. Strasbourg, France. ATIEF.

Van Dooren, W., Verschaffel, L., Greer, B., De Bock, D. et Crahay, M. (2015). La modélisation des problèmes mathématiques. *Psychologie des apprentissages scolaires*, 8, 199-219.

Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10(2.3), 133-170.

Verschaffel, E. et De Corte, L. (2008). La modélisation et la résolution des problèmes d'application : de l'analyse à l'utilisation efficace. Dans M. Crahay, L. Verschaffel, E. De Corte, J. Grégoire (dir.), *Enseignement et apprentissage des mathématiques. Que disent les recherches psychopédagogiques ?* Bruxelles : De Boeck.

Verschaffel, L., Greer, B. et De Corte, E. (2000). *Making sense of word problems*. Lisse, Hollande : Swets & Zeitlinger.

Villani, C. et Torossian, C. (2018). *21 mesures pour l'enseignement des mathématiques*. Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche.

Yvain, S. (2018). *Vers une possible dévolution de la mathématisation dans un processus de modélisation*. Dans Y. Matheron et al. (dir) *Enjeux et débats en didactique des mathématiques, Actes de la XVIII^e école d'été de didactique des mathématiques*, 734-743. Grenoble : La Pensée Sauvage.

ANNEXE A : LE PROTOCOLE D'ENTRETIEN AVEC UN ENSEIGNANT DE CM1 (Y) AYANT PARTICIPÉ À LA FORMATION

1^{er} temps en avril 2023 (avant les vacances de Pâques de la région parisienne) : AB* via sa messagerie professionnelle lance un appel auprès de trois PE d'une même école identifiés grâce à la feuille d'émargement récupérée auprès des deux formateurs avant les vacances de Pâques ainsi qu'à l'IE⁸.

2^e temps le 10 mai 2023 : réponse favorable d'un PE (Y°, CM1) en appelant téléphoniquement AB*

« Le PE a une voix d'homme. Elle est tremblotante [je pense qu'il est certainement « impressionné » par le fait « qu'il va parler à un chercheur »] et en même temps il est tout de suite volubile et parle immédiatement de la formation [donc investi dans l'objet de l'échange]. Je dois le couper en lui disant que je rentre en « cours » et lui propose de nous donner rendez-vous vers 13 h pour 30' si c'est possible. Ce qu'il accepte » AB, journal de bord du protocole.*

3^e temps du 10 au 17 mai 2023 : le dispositif des échanges mis en œuvre effectivement par AB*

Entretien 1-10 mai 40 min : 13 h - 14 h 40	Inter-entretien	Entretien 2 - 17 mai 1 h 06 : 9 h 30 - 10 h 35
Guide de départ Questions pour avoir des informations sur son parcours professionnel, le public « élèves » de l'école, son motif d'engagement dans la formation et le vécu dans le cadre de l'observatoire des Maths. Question ouverte à propos de la formation : de quoi tu te souviens, alors que la formation s'est déroulée en décembre et janvier / qu'est-ce qui t'a marqué ? Zoomer sur Verschaffel s'il en parle, sinon poser une question de type « te souviens-tu dans la formation, Éric et Nathalie ont proposé un schéma... » puis continuer par : 1) Qu'est-ce qui fait que tu as retenu / pas retenu ce schéma ? 2) Potentialités vues / potentialités qu'il verrait maintenant ?	Envoi des deux diaporamas avec le mot suivant avec en Cc les deux formateurs (EM* et NP*) pour repréciser l'enjeu le samedi 13 mai : « Y°, tout d'abord, je vous remercie pour l'échange téléphonique de mercredi. Pour poursuivre notre entretien mercredi prochain 17 mai toujours au téléphone à 9 h 30, je vous envoie comme convenu les deux diaporamas de la formation. Ils pourraient nous servir afin d'approfondir votre "sentiment" sur la formation, "ce que vous en avez retiré" mais surtout aborder plus précisément le "fameux schéma" dont nous avons parlé mercredi. Bon week end et début de semaine, Aline Blanchouin NB : je vous transmets pour information le résumé de la communication orale que nous allons faire à laquelle est associée indirectement Nathalie Pfaff ». Et son retour 2 heures après, sans retour à tous (seulement à moi) : « Bonjour Aline, J'ai bien reçu les trois documents, merci. Bon weekend à vous également et à mercredi, Y° »	Guide de départ 1) S'appuyer sur le contenu des deux diaporamas pour : - Mieux comprendre le fait qu'il ressente que sa préoccupation de départ a été prise en compte (contenu du 10 mai). - Approfondir à présent qu'il a « le visuel du modèle réinterprété sous les yeux » sa compréhension et les potentialités qu'il lui accorderait pour enseigner. 2) Dégager avec lui si une suite autour de l'exploitation du modèle serait possible l'an prochain. 3) Mieux comprendre son expérience vécue avec les acteurs de l'observatoire des mathématiques.

⁸ Inspecteur de l'Éducation Nationale.

ANNEXE B : CODAGE AU GRAIN DES TÂCHES DE L'ENSEMBLE DU DISPOSITIF

OBJECTIFS de l'ensemble de la Formation

Résolution de Problèmes Cycles 2 et 3 (prescrit national)

En arrière-plan, les Formateurs sans commande de la part de la circonscription désiraient aborder plus ou moins directement leurs objets d'étude du moment concernant l'apprentissage des élèves de la Résolution de Problèmes

Séance 1 (3h 07.12.2022)

Objectifs

- Préciser le type de résolution de problèmes vécu par les élèves (RPAV) étudié lors des 2 séances
- Se mettre d'accord sur ce qu'est résoudre RPAV à l'école élémentaire
- Institutionnaliser des moyens d'actions pour la classe concernant la programmation au sein d'un cycle des problèmes additifs (C2) et multiplicatifs (C3)

Inter séances (5 semaines environ de classe en fin de 1^{er} T-début du second) : pas d'expériences proposées à réaliser / de recueil de ce qui se passe en classe ?

Séance 2 (3h 18.01.2023)

Objectifs

- Asseoir une problématique professionnelle autour du recours au schémas en revenant à des éléments de la séance 1 (difficultés PE ; retour sur Verschaffel)
- Etudier 18 schémas de manuels pour les types problèmes additifs C2 (dont les schémas en barres) et institutionnaliser des principes
- Aborder les conséquences pour les moments de bilan et les affichages de références
- Aborder l'intérêt des données inutiles en lien avec le questionnement des PE

Post session 2

- Envoi aux PE des références théoriques utilisées en formation
- Proposition faite aux PE pour étudier les « données inutiles » en lien avec la compréhension de l'énoncé (aucun PE ne sollicitera les F)
- Pas de relations post entre [F-CPC nouvellement arrivé-IEN]

Accompagner dans la durée ; partir du réel de la classe ; objectifs/enjeux formatifs

SEANCE 1

1^{er} temps : poser le problème professionnel et comment il va être abordé tâches de départ

Les formateurs précisent l'objet étudié de la pratique en différenciant 3 contextes de RP

Les formateurs demandent aux PE de formuler puis de mutualiser les difficultés qu'ils éprouvent en RPAV. Ils précisent qu'au cours de la formation ils chercheront à y répondre.

2^e temps : comprendre l'activité en RPAV

Phase 1-Introduction du modèle théorique de Verschaffel tâche 1

Phase 2-Utilisation du modèle interprété pour analyser la production d'une élève tâche 2

Phase 3- Utilisation du modèle interprété pour prédire les résultats de la même élève à un autre problème tâche 3

3^{ème} temps : conclusion en oral collectif dialogué tâches suivantes

Phase 1-Conclusion en référence à leurs propres recherches

« *Bilan : Une démarche superficielle peut mener à la réussite de beaucoup d'exercices. Les habiletés en calcul peuvent cacher ces démarches superficielles.* »

Phase 2-Formulation de la problématique professionnelle qui se pose : « *comment éviter que les élèves ne recourent à des stratégies superficielles* (Verschaffel, autre chercheur) »

Phase 3-Enoncé de l'enjeu de la suite de la formation aborder des outils pour la classe : programmation (abordée au temps 4) ; travailler de façon ritualisée ; schémas pour aider à résoudre (abordés en séance 2) ; rôle des affiches (abordé en séance 2).

4^e temps : Envisager une progression par cycle

Phase 1-Introduction de 2 critères : le type de Problèmes (Vergnaud) ; la distinction entre procédures personnelles et expertes (prescrit et didactique)

Phases suivantes (recherche en groupe, mise en commun et institutionnalisation) à propos de la production d'une programmation-repère pour chaque niveau de classe en croisant les 2 critères

SEANCE 2

1^{er} temps : introduction de la problématique professionnelle liée au recours aux schémas (tâche 1- Résolution d'un problèmes Mesures de Masses-Problème de proportionnalité)

Nb : prétexte pris pour revenir sur la grille de lecture de Verschaffel

2^e temps : intérêt des schémas et choix de schémas (tâche 2)

Phase 1 : Etude de 18 schémas de manuels pour les types problèmes additifs C2 (6 pour chaque dont le schéma en barres) en lien avec leurs pratiques C2 ou C3 à partir d'une consigne de groupe : « *pour chaque type de problème, quel(s) schéma(s) vous semble(nt) intéressant(s) à proposer ?* »

Phase 2 : institutionnalisation concernant le fait de proposer plusieurs schémas (intérêts, limites) / limites d'un seul schéma pour tous les problèmes avec référence au guide de problèmes cycle 3.

Phase 3 : introduction, commentaire de l'étude de Auguère, Demonty, Fagnant (2018) à propos de l'impact des schémas « range-tout » sur les démarches des élèves de 9-10ans et conclusion

3^e temps : recourir aux schémas dans le bilan de séance et dans l'institutionnalisation (tâche 3)

concernant la réalisation de l'affiche non faite : oral collectif en s'appuyant sur les échanges du temps 2) « *L'opération doit être vue comme un moyen de modéliser mathématiquement, mais cela demande de chercher avant, de se représenter la situation* (grille de lecture de Verschaffel) ».

4^e temps : intérêt des données inutiles (tâche 4 non faite)

Récit d'une étude faite par une des deux F avec des élèves de CE2 en RP fin d'année

5^e temps : améliorer la posture de chercheur de l'élève Non abordé

ANNEXE C : EXEMPLE DE CODAGES PAR DIRECTION

Quels outils échangés, coconstruits, introduits par les formateurs pour enseigner la résolution de problèmes ?
quoi ? quand ? comment ? avec quelles participations des PE ?

Renseigner cette dimension est compliquée car cela demande de circonscrire ce qu'est un « outil »... Si on utilise une définition large comme « un moyen d'action » pour faire son travail d'enseignant, on peut identifier 4 outils introduits et manipulés ou pour lesquels la réflexion a été amorcée.

2 outils introduits par les formateurs et « manipulés » par les PE

- Grille de lecture de l'activité de l'élève à partir de la traduction du modèle de V. et de la notion de démarches superficielles (en lien avec les travaux de Fagnant notamment). C'est celui-ci qui est étudié plus particulièrement dans la communication (cf la suite) (tâches 2-3-4 S1 ; tâche 1 S2 ; **oralement en cours de S2 notamment tâche 3**)

- Cadre formel pour construire une programmation « résolution de problèmes par cycle » en introduisant 2 critères (type de problèmes, la distinction procédures personnelles/attendues) (**tâche 5-S1**)

2 outils à construire suite à la formation après une première réflexion collective débouchant sur des pistes

- Contenu d'un affichage classe pour soutenir un bilan/une institutionnalisation : place & fonction de l'exemple ; place & nature de l'écriture de l'opération (**tâche 3 en S2**)

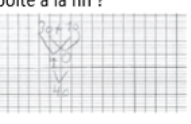
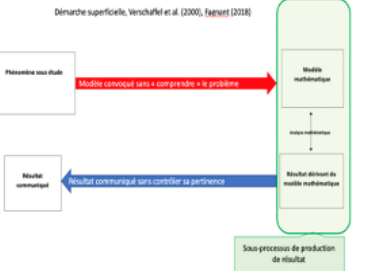
- Types de schémas à choisir à partir de 2 règles : limites d'un schéma « unique » ; limites de la schématisation en barres (problèmes multiplicatifs) (**tâche 1-2 en S2 ; informellement en S1 tâches 2-3-4**)

ANNEXE D : LES SUPPORTS DES TÂCHES PROPOSÉES ANALYSÉS AVEC LA GRILLE DE LECTURE COPIRELEM

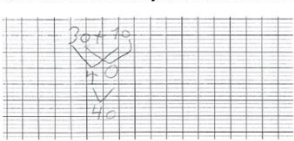
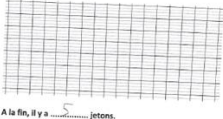
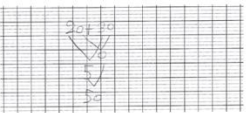
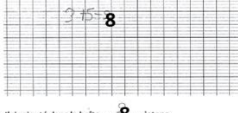
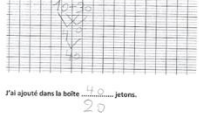
Temps 1 : problème de la calebasse

« Deux enfants congolais jouent avec une calebasse dans laquelle ils ont mis des graines de manioc et des graines de banane plantain. Un des enfants tire, sans regarder, une graine. Si c'est une graine de manioc, il gagne 10 points. Si c'est une graine de banane, il ne gagne rien. Dans tous les cas, il remet la graine dans la calebasse. L'enfant gagne la partie s'il a au moins 20 points en tirant trois fois de suite. Sachant qu'il y a 8 graines de manioc et 8 graines de banane plantain, quelles sont les chances que l'enfant qui joue en premier gagne sa partie ? »

Temps 2 : les copies d'élèves et le visuel du bilan final

Problème A On a une boîte et des jetons. Au début, il y a 5 jetons dans la boîte. Je prends 2 jetons dans la boîte. Quel est le nombre de jetons dans la boîte à la fin ?  A la fin, il y a 3 jetons.	Problème B On a une boîte et des jetons. Au début, il y a 30 jetons dans la boîte. Je prends 10 jetons dans la boîte. Quel est le nombre de jetons dans la boîte à la fin ?  A la fin, il y a 20 jetons.	Démarche superficielle, Verschaffel et al. (2000), Fagnant (2018) 
--	---	--

Temps 3 : les résultats de l'élève aux six défis (extraction du diaporama des formateurs de la séance 1)

Défis 3- Ex 1 : recherche de l'état final après retrait On a une boîte et des jetons. Au début, il y a 5 jetons dans la boîte. Je prends 2 jetons dans la boîte. Quel est le nombre de jetons dans la boîte à la fin ?  A la fin, il y a jetons.	Défis 1- Ex 2 : recherche de l'état final après retrait On a une boîte et des jetons. Au début, il y a 30 jetons dans la boîte. Je prends 10 jetons de la boîte. Quel est le nombre de jetons dans la boîte à la fin ?  A la fin, il y a jetons.	Défis 1- Ex 1 : recherche de l'état final après ajout On a une boîte et des jetons. Au début, il y a 2 jetons dans la boîte. Je mets encore 3 jetons dans la boîte. Quel est le nombre de jetons dans la boîte à la fin ?  A la fin, il y a jetons.
Défis 2- Ex 1 : recherche de l'état final après ajout On a une boîte et des jetons. Au début, il y a 20 jetons dans la boîte. Je mets encore 30 jetons dans la boîte. Quel est le nombre de jetons dans la boîte à la fin ?  A la fin, il y a jetons.	Défis 2- Ex 2 : recherche de la transformation (ajout) On a une boîte et des jetons. Au début, il y a 3 jetons dans la boîte. J'ajoute des jetons. A la fin, dans la boîte, il y a 5 jetons. Quel est le nombre de jetons que j'ai ajouté dans la boîte ?  J'ai rajouté dans la boîte jetons.	Défis 3- Ex 2 : recherche de la transformation (ajout) On a une boîte et des jetons. Au début, il y a 10 jetons dans la boîte. Je verse des jetons dans la boîte. A la fin, dans la boîte, il y a 30 jetons. Quel est le nombre de jetons que j'ai ajouté dans la boîte ?  J'ai ajouté dans la boîte jetons.

Synthèse : diapositive n°30 - diaporama de la séance 1

Avec la démarche de l'élève						
Réussite de 4 problèmes sur 6 avec les petits nombres						
Réussite de 2 problèmes sur 6 avec les grands nombres ronds						
	Recherche de l'état final. <i>Transf. positive</i>	Recherche de l'état final. <i>Transf. négative</i>	Recherche de la transf. positive	Recherche de la transf. négative	Recherche du tout	Recherche d'une partie
Réussite	100%	50%	0%	50%	100%	0%
Bilan: une démarche superficielle peut mener à la réussite de beaucoup d'exercices. Les habiletés en calcul peuvent cacher ces démarches superficielles.						

ANNEXE E : PRÉSENTATION DE Y

- **Parcours professionnel, situation professionnelle, enseignement des mathématiques**
 - Ancienneté 21 ans PE dont 3 premières années de 1/3 temps de décharge PEMF ; beaucoup de CP ; CM1 : expériences d'avant cette année 2009-2011 ; a fait un CM2.
 - Il a un « bon groupe d'élèves » de CM1 (n = 23) avec une élève fille en grande difficulté.
 - L'école comporte 6 classes et a fait partie des 2 écoles choisies par la circonscription pour « l'observatoire des Maths » car les résultats des élèves à l'entrée de 6^e étaient parmi les meilleurs de la circonscription.
 - Il s'appuie sur « Ermel » et « J'apprends les Maths » pour construire les séquences, les supports, le contenu des institutionnalisations. Il travaille l'été pour préparer le « gros de l'année » et ne faire que des ajustements, « petits changements en cours d'année ».
- **Contexte de participation à la formation**
 - Il vient avec **une confiance dans la formatrice NP*** qu'il connaissait : « j'avais un a priori positif parce que j'avais déjà eu 2 animations avec elle et que cela allait être bien (...) que cela allait m'apporter » (Entretien du 10 mai, 12'40-12'53).
 - Il vient avec **une question précise à laquelle il obtient une réponse** : il est conforté dans l'idée de ne pas proposer 14 classes de problèmes en référence : « la formation m'a apporté les réponses que je souhaitais, j'ai été très satisfait » (début de l'entretien du 10 mai). « Contrairement à d'autres fois, là je me doutais que j'allais avoir des billes pour avancer et des réponses forcément sur le fait par exemple que je m'interrogeais sur le nombre de situations de référence pour pas perdre les élèves, car si il en a

de trop ils ne vont pas reconnaître le problème qu'il sont en train de résoudre, si ils doivent chercher parmi 14 situations différentes et moi justement j'ai un collègue qui m'avait passé quelque chose où il y avait 14 situations différentes et je me disais. Je me doutais que j'allais avoir des réponses là-dessus. » (Entretien du 10 mai, 13'50-14'40).

Ce sentiment apparaît lié à la tâche de fin de séance 1 à propos de la programmation qui permet d'aborder son questionnement, mais surtout en séance 2 aux tâches concernant l'analyse des différents schémas, la problématisation concernant l'introduction des schémas (en avoir des différents mais pas trop ; qu'un même schéma peut ne pas convenir à tout le monde) et le début de réflexion sur les affiches d'institutionnalisation. De façon générale, la communication de résultats récents de la recherche pour mieux comprendre ce qui est « fortement conseillé » en plus de l'éclairer, lui a permis d'avoir « des arguments » en faveur de sa pratique d'utiliser quelques schémas différents pour couvrir les classes de problèmes.

- **Éléments principaux concernant la référence à Verschaffel**

Quant à la présentation du modèle réinterprété de Verschaffel, il en a un « vague souvenir » mais en dégage spontanément la fonction régulatrice pour son action « voir à quel instant du cheminement (de l'élève, de la résolution de problèmes) ça coince pour l'élève et l'aider à l'endroit où ça bloque ». Au départ, il a le souvenir d'un « outil complexe », puis en le revoyant (Entretien du 10 mai, 22'-31' ; Entretien du 17 mai, 29'30-32'20) il le trouve finalement logique et clair, correspondant bien à ce que doivent faire ses élèves. Il a donc construit une idée de « à quoi il pourrait servir ». Dans un second temps, en essayant d'interpréter « le bloc contrôle - Figure 2, page 3) », on dégage ensemble une fonction potentielle pour les élèves : créer un guide d'auto-évaluation pour les élèves en imaginant des consignes de vérification de type :

« Je vérifie que le résultat trouvé est possible par rapport au texte du problème » (mise en relation des 2 premiers sous-processus avant celui de communication).

« Je vérifie mon calcul avec la calculatrice » (au sein du sous-processus de calcul).

L'entretien n°2 du 17 mai après visionnage du diaporama le conduit à formuler deux nouvelles réflexions par rapport au 1^{er} entretien :

- Relative à la présentation formelle du modèle réinterprété :

« Je me souvenais du schéma avec les couleurs, les différentes parties mais je n'avais pas noté tout le détail. Là c'est plus clair. J'en avais un souvenir un peu vague dans le sens je ne me souvenais pas de ce qui était écrit tout du long dans le schéma. C'est beaucoup mieux. Et en fait c'est là où je me rends compte que ça fait moins compliqué quand on l'a comme ça. Ça me semblait plus complexe dans mon souvenir au fait de l'avoir là. Quand je vois là c'est pas si complexe que ça dans le sens où. Enfin. Voilà, phénomène sous étude, modèle de situation enfin ça va c'est pas des termes non plus hein compréhension, modélisation c'est pas des termes. Vu que je ne me souvenais plus de ce qui avait été écrit, je me souvenais de quelque chose qui pouvait faire un peu, assez complexe. » (Entretien du 17 mai, 2'30-3'28).
(grâce aux couleurs)

Comme je n'avais pas pu noter, j'avais juste le souvenir de ces 3 parties, de ce cheminement-là, sans qu'il me reste le détail. Après certaines fois en formation, je veux noter pour avoir un certain nombre de choses et en même temps je veux pouvoir suivre parce qu'on perd des choses quand on est en train d'écrire. (4'45 - 5'08).

- Relative aux retours réguliers au modèle réinterprété effectués par les formateurs après son introduction :

« Parce que Nathalie Pfaff et Éric Mounier ils y revenaient souvent quand on faisait un exemple. Après ça avait été détaillé voilà ce qu'on fait ici. C'est pas juste un schéma qu'on montre comme ça une fois. Voilà juste une page et puis après on passe à autre chose. Y'avait des exemples et même quand je vois les diapositives suivantes (au schéma vide statique) après y'a une explication de chacune des parties c'était pas juste pour montrer ça rapidement. **Si j'en avais un souvenir c'est bien parce que cela avait été détaillé aussi ça pas seulement les couleurs, les 3 parties aussi parce que en détail on avait vu ce que cela pouvait être dans la résolution d'un problème particulier**, les différentes étapes ce qui se passait et que. Oui il a vraiment été utilisé **c'était pas juste on vous montre ça comme ça comme un exemple et puis après on passe à autre chose** et donc oui ça c'était quand même. **Pour moi ça aurait été difficile de sortir de l'animation sans se souvenir de ça.** » (6'08-7'27).