

QUELLE RELATION ENTRETIENNENT DES PROFESSEURS ET DES CHERCHEURS DANS UNE INGÉNIERIE DIDACTIQUE COOPÉRATIVE ? LE RÔLE DU DIALOGUE D'INGÉNIERIE DANS LE TRAVAIL COLLECTIF

MORELLATO* Mireille

Résumé – Cet article propose de décrire les pratiques de travail collectif entre des professeurs des écoles et des chercheurs en didactique lors de la mise à l'essai d'un dispositif de recherche et d'enseignement, l'ingénierie didactique coopérative en mathématiques « ACE-Arithmécole ». Nous appréhenderons une telle coopération au travers d'un dialogue d'un type particulier, le « dialogue d'ingénierie ».

Mots-clefs : ingénierie didactique coopérative ; dialogue d'ingénierie ; enquête

Abstract – This paper seeks to describe the cooperative practices of a team of teachers and researchers during the implementation of the « Ace-Arithmécole » cooperative didactic engineering in mathematics. We appreciate this cooperation with a specific dialogue, that of the engineering dialogue of the project.

Keywords: cooperative didactic engineering ; engineering dialogue ; inquiry

I. PRATIQUE DE TRAVAIL COLLECTIF DANS UNE INGÉNIERIE DIDACTIQUE COOPERATIVE

Nous décrivons dans ce texte une pratique de travail collectif entre des professeurs des écoles et des chercheurs en didactique au travers du dialogue qu'ils ont établi conjointement pour la conception et la mise en œuvre de séquences d'enseignement. Ces séquences ont été élaborées au sein d'un dispositif de recherche. Dans ce cadre, une ingénierie didactique coopérative, nommée « ACE-Arithmécole » (Arithmétique et compréhension à l'école élémentaire), a été mise en place de septembre 2011 à décembre 2017. Cette ingénierie a permis de construire collectivement une progression de situations didactiques en mathématiques pour des élèves de cycle 2 (élèves de 6 à 8 ans). La progression couvre tout le programme scolaire français en numération, calcul et résolution de problèmes. La recherche s'est appuyée sur des résultats de travaux en didactique des mathématiques et en sciences cognitives¹.

Michèle Artigue (1990) décrit une ingénierie didactique comme une méthodologie de recherche qui vise à confronter une hypothèse théorique avec une mise en œuvre. Dans ACE-Arithmécole, des hypothèses de travail ont été mises à l'épreuve dans les conditions écologiques de la classe. Certaines de ces hypothèses ont été validées par des pré et post tests portant sur les acquis des élèves, comparativement à des élèves de classes témoins (Fischer, Sander, Sensevy, Vilette, & Richard, 2018 ; Fischer et al., 2019) ; d'autres hypothèses l'ont été sous forme de preuves² (Sensevy, Santini, Cariou, Quilio, 2018). Une double direction de travail a été menée : un travail théorique sur les situations didactiques et le savoir en jeu ; une adaptation aux contraintes de l'enseignement ordinaire. Une progression s'est alors constituée

* CREAD – France – mireille@syrah.fr ; mireille.morellato@ac-aix-marseille.fr

¹ Site de la recherche : <http://blog.espe-bretagne.fr/ace/>

² Nous renvoyons cette assertion au travail du séminaire-action du CREAD, coordonné par G. Sensevy, en 2018-19. Ce travail questionne la preuve en didactique, et plus spécifiquement lorsqu'on cherche à montrer l'efficacité d'un dispositif d'enseignement. Des premiers travaux sont en cours d'édition suite au symposium d'octobre 2018, colloque ARCD, Bordeaux. https://arcd2018.sciencesconf.org/data/pages/Cadrage_1.pdf

et s'est modifiée au fil des mises en œuvre et du travail collectif, au cours d'un processus itératif. Une telle recherche s'affirme donc à la fois comme une recherche fondamentale et de développement. Elle peut être classée dans les *design-based research* (Roditi & Trgalová, 2015 ; Sanchez & Monod-Ansaldi, 2015).

Cependant une ingénierie didactique dite *coopérative* s'en distingue par sa manière d'envisager *a priori* le travail collectif entre chercheurs et professeurs. Des travaux (Joffredo-Le Brun, Morellato, Sensevy, & Quilio, 2018 ; Sensevy, 2011, 2016 ; Sensevy, Forest, Quilio, & Morales, 2013) ont approfondi la question. Selon les descriptions des auteurs, ce mode de coopération repose sur deux caractéristiques liées : (i) une détermination commune de fins communes (progrès pour tous les élèves, mise en œuvre raisonnablement réalisable) ainsi que les moyens d'y parvenir (choix des activités, déroulement envisagé, ...) et (ii) un principe de symétrie entre les instances « chercheur » et « professeur ».

Un collectif composé de professeurs des écoles, de formateurs (conseillers pédagogiques, maîtres-formateurs), de doctorants et de chercheurs en didactique s'est constitué pour la mise en place de l'ingénierie didactique coopérative ACE-Arithmécole. Les fins d'enseignement et d'apprentissage de savoirs sont partagées par tous les membres du collectif engagés dans le dispositif. Ces fins se réalisent dialectiquement dans la construction (et la reconstruction) des moyens, concrétisés par l'ingénierie didactique. Tous les acteurs ont besoin de comprendre les actions réalisées lors de la conception, de la mise en œuvre, de l'analyse de l'ingénierie pour pouvoir faire évoluer et transformer le dispositif. Les deux aspects « comprendre » et « transformer » sont intrinsèquement liés. Tous coopèrent, dès le départ, à la réalisation d'une œuvre commune, une progression de séquences d'enseignement.

II. LE DIALOGUE D'INGENIERIE : UN PROCES DE LA MISE EN ŒUVRE

La didactique étant une science de la pratique, celle d'enseignement (Sensevy & Mercier, 2007), il est nécessaire, selon ces auteurs, de l'examiner au sein de l'action effective du professeur et de ses élèves dans leur classe, en relation avec le savoir, sans pour cela la réduire à l'explicitation des pratiques des enseignants. Un espace de dialogue doit être créé pour que cet examen de la mise en œuvre en classe d'ACE-Arithmécole puisse avoir lieu. Nous pensons que cet espace dialogique est une institution didactique de nature coopérative, pivot de l'articulation didactique entre l'individuel et le collectif. En effet, chaque membre du groupe de recherche va vivre une expérience commune, celle de la mise en œuvre de l'ingénierie. Comme ni les uns, ni les autres ne savent *a priori* comment elle se déroulera, ils ont besoin d'échanger afin de l'anticiper.

A partir d'un document princeps³, proposé par les chercheurs, quatre professeurs des classes dites d'étude ont procédé, en 2011-12, à une première mise en œuvre dans leur classe. Un document à destination des professeurs des classes dites expérimentales est alors rédigé, sur la base de cette première expérience de mise en œuvre, par le groupe composé des chercheurs, des quatre professeurs et des formateurs. Les années suivantes, des professeurs des classes expérimentales⁴ rejoignent le dispositif et mettent en place les séquences à partir

³ Ce document princeps est un texte court, relatant les enjeux d'apprentissage et des propositions de situations didactiques, rapidement décrites.

⁴ L'année suivante, d'implémentation à grande échelle de l'ingénierie (2012-13), soixante professeurs des classes dites d'expérimentation ont mis en œuvre l'ensemble des séquences de la progression sur les académies d'Aix-Marseille, Lille, Rennes et Versailles. Depuis, chaque année, d'autres professeurs ont rejoint le dispositif. Certains professeurs des classes expérimentales se sont engagés dans le dispositif en tant que professeurs des classes d'étude. Ils participent alors à l'enrichissement et aux modifications des ressources.

du document rédigé⁵. Ce sont les mises en œuvre qui sont rapportées et discutées lors de réunions, régulièrement tenues, avec l'appui des comptes-rendus des séances. Nous cherchons à décrire ce dialogue afin de comprendre à quel jeu jouent ensemble chercheurs, formateurs et professeurs.

III. CARACTERISER LE DIALOGUE D'INGENIERIE : ELEMENTS THEORIQUES

Afin de caractériser un tel dialogue, nous nous appuyerons sur la *théorie de l'action conjointe en didactique* (Sensevy, 2011 ; Sensevy & Mercier, 2007). La théorie de l'action conjointe a été initialement élaborée pour analyser les relations didactiques entre enseignant et apprenant. Dans nos travaux nous nous adossons à cette théorie car elle nous permet de décrire le dialogue d'ingénierie comme un lieu de transactions. En effet, chacun a la possibilité de prendre en compte l'action d'autrui en coordonnant ou ajustant son action en fonction de celle d'autrui : il ne s'agit pas d'œuvrer ensemble mais d'œuvrer conjointement à la diffusion de savoirs car l'action de l'un dépend de, ou se réfère, à celle de l'autre par rapport à un objet de savoir. Les transactions sont alors vues comme une enquête (Dewey, 1993) des professeurs, formateurs et chercheurs sur un savoir ingénierique (expression que nous précisons par la suite). Cette enquête se déroule dans un environnement sur lequel ils agissent et selon un arrière-plan qu'ils ont construit conjointement.

Nous caractérisons les transactions entre les membres du collectif en nous appuyant sur les notions de *contrat* et de *milieu*. Le contrat est constitué d'un système de connaissances disponibles, individuelles et collectives, antérieures à la mise en œuvre de l'ingénierie ou issues du début de cette mise en œuvre : c'est l'arrière-plan, le « déjà-là » des échanges. Ce système est actualisé par des problèmes soulevés par la mise en œuvre. Ces problèmes se constituent alors en faits à questionner selon des nécessaires et des possibles pour l'action coopérative. Le milieu fait problème pour tous les professeurs, mais aussi pour les chercheurs et formateurs, puisqu'il est constitué par la mise en place d'une séquence d'enseignement-apprentissage en cours d'élaboration. Il véhicule en outre des présupposés et des hypothèses d'ingénieries spécifiques. Ainsi tous sont amenés à élaborer le milieu de l'enquête.

IV. METTRE EN EVIDENCE LA DIMENSION DIALOGIQUE DES ECHANGES : ELEMENTS DE METHODOLOGIE

Pour mettre en évidence la dimension dialogique des échanges entre professeurs, formateurs et chercheurs, nous nous sommes appuyée sur le logiciel *Transana* (Fassnacht & Woods, 2001), logiciel d'aide à la transcription, à la gestion des données et à l'analyse des données filmées. Nous avons procédé d'abord à un filmage des réunions (qui constituent nos données principales) puis à une transcription de l'intégralité des échanges⁶. Nous avons découpé ce corpus en épisodes qui mettent en évidence des unités de sens dans le flot de la discussion. Nous avons ensuite opéré des sélections d'épisodes en établissant des requêtes dans la base de données. Ces requêtes permettent d'obtenir des collections d'épisodes, grâce au moteur de recherche du logiciel, à partir de mots-clés attribués à chacun des épisodes.

⁵ Suite aux réunions avec l'ensemble des professeurs (réunions organisées en sous-groupes locaux), le document a été ensuite complété et modifié les années suivantes. La dernière version de ce document est consultable à l'adresse : <http://blog.espe-bretagne.fr/ace/> (adresse récupérée le 5 décembre 2017).

⁶ Le collectif est composé de groupes régionaux. Nous avons suivi plus particulièrement un de ces groupes.

Nous avons ensuite procédé à une réduction des épisodes d'une collection en une *vue synoptique* (Wittgenstein, 2004) pour constituer chacune des séries épisodiques⁷.

Une vue synoptique est une forme de compréhension des phénomènes qui met au jour des éléments existants en les disposant de telle manière que se dévoilent des relations susceptibles de produire des connaissances (Sensevy, 2011). Le travail de réduction des données recueillies transforme ce qui est observable et représentable pour produire « un arrangement possible [des objets de l'empirie] en vue de les penser » (Glock, 2003, p. 585).

Une série épisodique est donc constituée d'épisodes signifiants, relatifs à une pratique de coopération concernant l'étude d'un objet didactique mis en œuvre dans la séquence d'enseignement. Nous présentons ici une des séries issue de nos travaux (Morellato, 2017).

V. SERIE EPISODIQUE RELATIVE A UN DIALOGUE D'INGENIERIE PORTANT SUR LA PLACE DU CALCUL DANS UN JEU DE COMPARAISON ENTRE DEUX ECRITURES ADDITIVES

1. Ce qu'il faut savoir de la situation didactique proposée aux élèves pour comprendre l'arrière-plan des transactions

La coopération entre les membres du collectif ACE-Arithmécole est fondée sur le développement pour l'enseignement d'une situation didactique de base, nommée « Jeu des annonces ». Cette situation est proposée aux élèves pour qu'ils y découvrent et construisent un savoir. Le savoir visé, à terme, est la compréhension de la numération décimale positionnelle. Ce qui se joue, dans les premiers temps, avec du matériel (des doigts et des dés) sur de « petits » nombres de 0 à 12, se travaillera par la suite à l'écrit avec des nombres plus grands.

Le Jeu des annonces est une *situation de désignation et de comparaison de mesures*. Les élèves expriment la mesure d'une grandeur, ici la taille d'une collection de points ou de doigts, puis comparent les deux mesures (nombres de points et de doigts). L'un de ces nombres est obtenu par le lancer d'un dé. L'autre choisi par l'élève avec les doigts de ses deux mains qu'il montre. L'enjeu est ici, pour l'élève, de signifier l'équivalence (ou la non-équivalence) des mesures exprimées.



Les doigts immobilisés sont montrés *avant* le lancer du dé, à la manière d'un pari sur ce qui va

⁷ Une description de cette méthode et de son usage est consultable (Morellato, 2017). <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01591957v1>

sortir⁸. « L'annonce » des doigts devra être comparée avec « le lancer ». Le jeu est gagné si l'annonce est égale au lancer. Le joueur A pourra déclarer : « j'ai perdu, 3 et 3 ne sont pas comme 5 ». Chacun des joueurs B et C pourra dire : « j'ai gagné, mon annonce 5 et 0 (ou 3 et 2) est égale à 5 ». Plus tard, ils exprimeront par écrit le gain ou la perte au jeu de comparaison : « $5 = 3 + 2 = 5 + 0$ » ; « $5 \neq 3 + 3$ » ou « $3 + 3 > 5$ ».

Cette situation didactique fonde ainsi le travail des élèves sur des comparaisons d'écritures additives. En effet, le Jeu des annonces va se répéter tout en évoluant sur un grand nombre de séances pour former un ensemble de situations. Le nombre et la valeur des termes augmenteront. Ainsi, de nouvelles questions, relatives à la comparaison d'écritures additives et à son expression écrite, mais aussi à la désignation écrite des nombres, se poseront.

2. Description de la série

La série épisodique présentée dans cet article se déroule lors de la deuxième année de mise en œuvre de l'ingénierie (2012-13). Cette série est relative à la place du calcul dans le jeu des annonces. Les échanges recueillis se sont déroulés lors des deuxième, troisième et quatrième réunions d'un groupe local (les 24 octobre, 21 novembre et 5 décembre 2012) sur les dix réunions prévues par le dispositif.

Nous avons regroupé les épisodes de cette série en quatre moments composés d'un ou plusieurs épisodes. Ils présentent l'enquête du collectif sur l'opportunité à déclarer le résultat de l'annonce et son rôle dans la comparaison entre annonce et lancer. Ce découpage en quatre moments nous permet de montrer les transactions à l'œuvre. Nous pourrions les considérer comme les actes d'une pièce de théâtre. Les deux premiers moments donnent à voir les questionnements mais aussi les points de vue et les pratiques des professeurs ainsi que le point de vue du chercheur quant à un fait relatif à la mise en œuvre et aux décisions prises *in situ* par les professeurs. Le troisième introduit la perspective du changement de variables (l'augmentation du nombre de termes) prévu par la suite de la progression. Le quatrième étudie le cas d'une partie qui comporte plus de deux termes dans une situation effective. Dans le cadre de cet article, nous décrivons ces différents moments en nous attachant aux assertions principales.

Premier moment (2^e réunion)

Un professeur relate un fait didactique qui a eu lieu dans sa classe de Cours préparatoire (élèves de 6 ans) lors d'une phase écrite du Jeu des annonces. Lors de la séance évoquée, les règles du jeu ont évolué : trois élèves s'associent, en jouant chacun avec une seule main, pour proposer une annonce à 3 termes. Le professeur rapporte ainsi le fait : « *il y a un enfant qui m'a demandé : est-ce que je peux mettre égal dans l'annonce, pour marquer déjà le résultat, pour que je m'en rappelle. $3 + 1 + 2$ est-ce que je peux écrire la somme ? Est-ce que je peux mettre égal ? On avait vu déjà les structures additives possibles, j'ai autorisé certains enfants à écrire la somme dans la colonne des annonces mais en écrivant d'abord l'addition* ». Le professeur autorise donc certains de ses élèves à utiliser l'écriture « $3 + 1 + 2 = 6$ ». Rappelons que, dans la phase du jeu à laquelle le professeur fait allusion, l'annonce (ici à trois termes $3 + 1 + 2$) doit être comparée au lancer d'un dé. Les valeurs du dé étant comprises entre 1 et 6, l'écriture mathématique attendue est, dans le cas où l'annonce est gagnante, « $3 + 1 + 2 = 6$ » mais elle pourrait tout aussi bien être, par exemple, « $3 + 1 + 2 > 4$ » si le lancer du dé est 4. Dans la situation didactique, l'écriture mathématique attendue correspond

⁸ Il s'agit d'un pari mathématique car certaines valeurs ne seront pas atteignables. Par exemple, l'annonce 3 et 4 (ou 5 et 2) ne peut pas être gagnante (équivalente) par rapport au lancer d'un seul dé, ni 0 et 1 face à deux dés. Dans la situation didactique proposée, les élèves sont amenés à explorer les possibilités gagnantes ou pas.

au compte-rendu de la partie de jeu et les signes mathématiques « = » ou « > » expriment l'équivalence ou la non-équivalence entre les mesures produites. Le signe « = » utilisé par l'élève dans l'écriture « $3 + 1 + 2 = 6$ » n'est pas de la même nature : il exprime ici le résultat de la somme. Ce résultat sert de mémoire pour faciliter la comparaison puisqu'il n'y a plus qu'un terme à comparer avec le lancer. Le professeur s'interroge sur cet usage.

Le chercheur donne son point de vue : l'écriture permet de mettre en évidence la décomposition et le nombre atteint mais à terme il faudra aussi commencer à construire les équivalences (« $6 = 3 + 3 = 3 + 2 + 1 = 5 + 1$, etc. »). Il attire l'attention sur le langage à employer dans la situation et qui doit en décrire son fonctionnement : « *reformuler par-dessus 3 doigts et 5 doigts désignent le lancer tant ou permet d'atteindre le nombre tant ou correspond à tel lancer* ». Il demande aussi aux professeurs d'exercer une vigilance pour ne pas que l'écrit soit dissocié de la situation du jeu (« *que l'écriture formelle ne soit pas isolée du sens de la situation qui l'a produite* »).

Deuxième moment (3^e réunion)

Des professeurs confrontent leurs pratiques quant à la place du calcul de la somme dans le jeu de comparaison et les stratégies de comparaisons qui ont été mises en place dans leurs classes : « *c'est très rare que je leur demande le résultat de l'annonce : alors ça fait combien quand ils n'en ont pas besoin pour regarder si c'est pareil ou pas pareil [...] $3 + 2 + 1$ on voit bien que le dé c'est 2 et que dans l'écriture il y a d'autres nombres. Donc c'est pas la peine (de calculer) donc c' (l'annonce) est plus grand* » ; « *on leur donne une idée du sens de l'écriture dans le cas de $3 + 4 + 1$ on doit privilégier le $3 + 4$ qui donnent 7 et après $7 + 1$* ». Ces stratégies font appel soit à la comparaison des termes, soit au calcul partiel de la somme.

Troisième moment (4^e réunion)

Pour le chercheur, le calcul du résultat pour comparer annonce et lancer peut être efficace sur deux ou trois termes, voire un peu plus pour les bons calculateurs, mais cette stratégie sera sujette à erreurs quand le nombre de termes deviendra plus important (« *si tu mets vingt termes tu vas saturer les possibilités de calcul* »). Il engage une réflexion collective sur l'évolution de la situation didactique initiale du Jeu des annonces. Le jeu de comparaison de mesures va s'affranchir de la situation matérielle des doigts et des dés quand le nombre de termes et la valeur des termes vont augmenter. En effet, cette évolution est conçue pour provoquer une rupture (un saut informationnel) permettant de remettre en question les techniques construites sans pour autant les disqualifier (« *la situation propose organiquement la mise à l'épreuve des techniques des élèves pour en construire d'autres* »). Les professeurs vont devoir accompagner ce passage d'une situation où il y a une forte référence à la situation du Jeu des annonces vers une situation où le travail peut mieux s'effectuer sur des symboles. En effet le chercheur émet l'hypothèse qu'un travail dans et avec les nombres autorise d'autres manipulations, parce que ces symboles peuvent produire une écriture qui dépasse le seul compte-rendu de l'expérience du jeu (« *est-ce que à partir de l'écriture additive tu peux produire autre chose* »).

Quatrième moment (4^e réunion)

Un professeur relate la première mise en œuvre de la comparaison d'une annonce à trois termes ($5 + 5 + 1$) et d'un lancer à quatre termes ($4 + 5 + 1 + 6$) qui a eu lieu la veille. L'intention du professeur était d'amener la classe à développer une autre stratégie que celle du calcul du total. En effet, certains élèves calculaient le total mais faisaient des erreurs en additionnant les termes du lancer ; le reste de la classe n'avait rien produit. Le professeur qui a mené la séance s'interroge : « *donc on a 11 et on a 16 et ils calculent là et je pataugeais là à essayer de faire regrouper ou calculer à l'intérieur des termes. J'y arrivais pas quoi* ».

Différentes stratégies sont alors proposées par les professeurs et formateur : barrer les termes identiques ou rendus identiques, réduire des termes à l'aide de connaissances déjà construites de manière à rendre identique le plus possible les deux écritures additives par des techniques de composition et décomposition, mettre en place des techniques de regroupement (chercher des « 6 » ($5 + 5 + 1$ et $4 + 5 + 1 + 6$ donnent $5 + 6$ à comparer à $4 + 6 + 6$) ou des « 10 » ($5 + 5 + 1$ et $4 + 5 + 1 + 6$ donnent $10 + 1$ à comparer à $10 + 5 + 1$).

La vidéo de ce moment de classe, tournée la veille, est ensuite visionnée. C'est l'observateur, par ailleurs professeur-formateur, qui a indiqué une piste au professeur et aux élèves : « dans l'annonce $5 + 5 + 1$ il y a des 5 et dans l'autre annonce combien il y a de 5 ? » ; les élèves répondent « un » ; l'observateur reprend : « et il n'y en a pas d'autres de 5 qu'on peut faire ? » ; un élève trouve qu'on peut grouper $4 + 1$; l'annonce devient $5 + 5 + 6$ à comparer avec $5 + 5 + 1$. Une réduction de termes a été réalisée afin de rendre le plus de termes identiques pour la comparaison des écritures. Le signe de comparaison a été ensuite ajouté : $5 + 5 + 1 < 5 + 5 + 6$ et explicité, l'annonce est plus petite que le lancer car $1 < 6$.

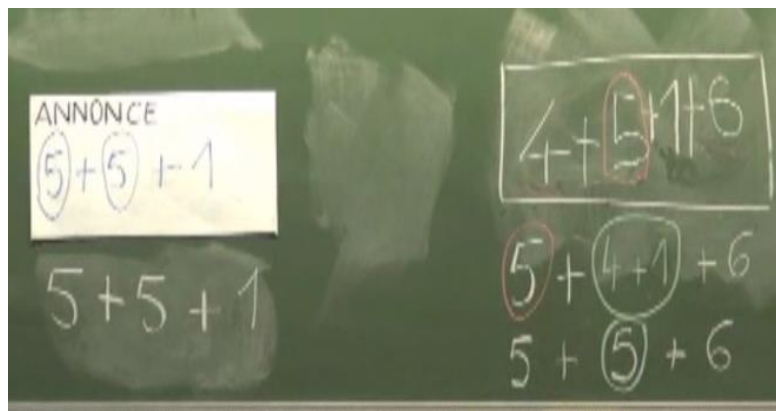


Figure 2 – Capture vidéo de la séance

Le visionnage de la vidéo n'apporte pas de stratégie de résolution différente au problème de comparaison posé, autre que celles qui ont été proposées par les professeurs auparavant. Cependant cette vidéo donne des indications sur les expressions qui pourraient être utilisées en classe et les signes qui pourraient signifier le regroupement des termes.

Le chercheur met au jour des actions possibles : signifier que les connaissances acquises par le groupe classe sont à utiliser (« il est productif de signifier au groupe qu'il y a des connaissances qu'il possède et qui peuvent être utilisées à ce moment-là ») ou solliciter la mémoire didactique de la classe (« tu es le gardien de la mémoire de ce qui a été travaillé des connaissances qui ont été construites ») de manière à diriger l'étude des élèves (« des sollicitations que tu peux faire de façon intéressante productive »).

VI. LE DIALOGUE D'INGENIERIE : UN JEU D'OBJECTIVATION DES CONNAISSANCES PRODUITES

Nous avons rapporté des échanges entre des professeurs et un chercheur qui avaient traité à la place du calcul dans la situation de comparaison entre annonce et lancer proposée aux élèves. L'enquête que va mener le collectif sur ce sujet a pour point de départ un fait didactique rapporté par un professeur (autoriser le calcul de la somme pour mémoriser le nombre à atteindre avant le lancer du dé). Chacun peut émettre un avis de son point de vue : (i) cette stratégie de calcul du tout n'est pas la seule et dépend de l'annonce et du lancer en jeu

car il est facile de comparer $3 + 2 + 1$ et 2 en observant les termes ; (ii) cette stratégie sera disqualifiée quand le nombre de termes à comparer sera trop important ; (iii) il existe d'autres stratégies par réduction du nombre de termes, basées sur les connaissances de « petits » répertoires additifs (acquis expérimentalement lors du Jeu des annonces) et sur les techniques de composition / décomposition afin de rendre le plus possible les termes identiques (comme dans l'exemple $5 + 5 + 1 < 5 + 5 + 6$). Professeurs et chercheur commencent ici à constituer un arrière-plan commun, à la fois pratique (pour une mise en œuvre effective de la situation) et théorique (pour la distinction des fonctions du signe « = » dans les écritures mathématiques, le rôle du langage dans la description de la situation pour soutenir cette distinction et pour conserver le sens de la situation qui l'a produite). Les deux aspects pratique et théorique étant intrinsèquement articulés.

Une telle construction d'un arrière-plan partagé est nécessaire à la poursuite de l'enquête collective sur la mise en œuvre des enjeux d'apprentissage. L'enjeu discuté dans la série épisodique présentée n'est pas le calcul mais un travail de désignation écrite de mesures. L'enquête du collectif sur la mise en œuvre et la compréhension de ce point de l'ingénierie n'est pas terminée. En effet, le chercheur émet l'hypothèse qu'un travail dans et avec les nombres autorise d'autres écritures mathématiques, qui diraient « quelque chose d'autre » de l'expression considérée. Cette hypothèse n'est pas encore *concrétisée dans l'enquête pratique collective* car le rôle de la désignation de quantités avec des nombres « fabriqués » pour comparer avec la plus grande puissance (comme par exemple dans $5 + 6 < 4 + 6 + 6$) n'est pas encore complètement appréhendé par les professeurs.

Ces niveaux de description de la pratique et de compréhension divers créent de l'expérience sur la mise en œuvre de la situation de comparaison d'écritures additives pour chacun des membres du groupe. La constitution d'une telle expérience collective est un objectif majeur d'une ingénierie didactique coopérative ; elle va au-delà de « l'application » d'un dispositif pensé par des chercheurs. Cette constitution prend du temps et dépasse le cadre d'une seule année scolaire.

Ainsi le dialogue d'ingénierie favorise le processus d'enquête qui vise à résoudre des problèmes relatifs au savoir ingénierique. Les savoirs ingénieriques qui sont construits collectivement peuvent être considérés dans un sens praxéologique (Chevallard & Sensevy, 2014). Le dialogue d'ingénierie participe (i) à la construction d'un arrière-plan partagé par la pratique et le discours sur la pratique et (ii) à la constitution de faits d'expérience, en concrétisant les assertions dans l'enquête pratique collective.

REFERENCES

- Artigue, M. (1990). Ingénierie didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 9 (3), 281–308.
- Chevallard, Y., & Sensevy, G. (2014). Anthropological Approaches in Mathematics Education, French Perspectives. In *Encyclopedia of Mathematics Education* (p. 38-43). New York, London: Springer Dordrecht, Heidelberg. Consulté à l'adresse : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01139352>.
- Dewey, J. (1993). *Logique : la théorie de l'enquête* (2e éd.). Paris : Presses universitaires de France.
- Fassnacht, C., & Woods, D. (2001, 2013). *Transana (version 2.52) [PC]*. Wisconsin Center for Education Research, University of Madison, USA. Consulté à l'adresse : <http://www.transana.org/>.

- Fischer, J.-P., Vilette, B., Joffredo-Lebrun, S., Morellato, M., Lenormand, C., Calliste Scheibling-Seve, C., & Richard, J.-F. (2019). Should we continue to teach standard written algorithms for the arithmetical operations? *Educational Studies in Mathematics*. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10649-019-09884-9>
- Fischer, J.-P., Sander, E., Sensevy, G., Vilette, B., & Richard, J.-F. (2018). Can young students understand the mathematical concept of equality? A whole-year arithmetic teaching experiment in second grade. *European Journal of Psychology of Education*. <http://link.springer.com/10.1007/s10212-018-0384-y>
- Glock, H.-J. (2003). *Dictionnaire Wittgenstein*. Paris : Gallimard.
- Joffredo-Le Brun, S., Morellato, M., Sensevy, G., & Quilio, S. (2018). Cooperative Engineering as a Joint Action. *European Educational Research Journal*, En ligne : <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1474904117690006>
- Morellato, M. (2017). Travail coopératif entre professeurs et chercheurs dans le cadre d'une ingénierie didactique sur la construction des nombres : conditions de la constitution de l'expérience collective. Thèse de doctorat, Université de Bretagne Occidentale, Brest, France.
- Roditi, E., & Trgalovà, J. (2016). Collectifs de professeurs et chercheurs. In Y. Matheron, G. Gueudet, V. Celi, C. Derouet, D. Forest, M. Krysinska, S. Quilio, M. Rogalski, T. A. Sierra, L. Trouche, C. Winslow, & S. Besnier (Eds), *Enjeux et débats en didactique des mathématiques (vol. 1)* (p. 183-202). Grenoble : La pensée sauvage.
- Sanchez, E., & Monod-Ansaldi, R. (2015). Recherche collaborative orientée par la conception. *Education & Didactique*, 9 (2), 73-94.
- Sensevy, G. (2011). *Le sens du savoir : éléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique*. Bruxelles : De Boeck.
- Sensevy, G. (2016). Le collectif en didactique. Quelques remarques. In Y. Matheron, G. Gueudet, V. Celi, C. Derouet, D. Forest, M. Krysinska, S. Quilio, M. Rogalski, T. A. Sierra, L. Trouche, C. Winslow, & S. Besnier (Eds), *Enjeux et débats en didactique des mathématiques (vol. 1)* (p. 223-253). Grenoble : La pensée sauvage.
- Sensevy, G., Forest, D., Quilio, S., & Morales, G. (2013). Cooperative Engineering as a Specific Design-Based Research. *ZDM, The International Journal on Mathematics Education*, 45 (7), 1031-1043.
- Sensevy, G., & Mercier, A. (2007). Agir ensemble : l'action didactique conjointe. In G. Sensevy, & A. Mercier (Eds), *Agir ensemble. L'action didactique conjointe du professeur et des élèves* (p. 187-211). Rennes : Presses universitaires de Rennes.
- Sensevy, G., Santini, J., Cariou, D., & Quilio, S. (2018). Preuves fondées sur la pratique, pratiques fondées sur la preuve : distinction et mise en synergie. *Éducation et didactique*, 12 (2), 111-125.
- Wittgenstein, L. (2004). *Recherches philosophiques*. Paris : Gallimard.