

# Mathématiques et Sciences: un cas de coopération entre enseignants et chercheurs pour l'amélioration des pratiques

Maria POLO

Dipartimento di Matematica e Informatica  
Università degli Studi di Cagliari

**Mots clés : (mathématiques, sciences, didactique, action conjointe)**

La communication porte sur les résultats du travail de recherche mené dans des expériences de formation d'enseignants de différentes disciplines. Les ingénieries coopératives menées entre enseignant et chercheur sont présentées ainsi que quelques premiers résultats issus d'une activité commune Mathématiques-Sciences menée depuis 2017 dans le but de diffuser l'Inquiry Based Science Education – IBSE au niveau de l'école primaire et du collège. En conclusion des questions ouvertes sur certains caractères identifiés de la dialectique entre la formation des enseignants et la recherche en Didactique disciplinaire sont posées à la TACD.

**Keywords: (mathematics, science, didactics, joint action)**

The paper focuses on the results of research conducted in teacher training experiences in different disciplines. Cooperative engineering between teacher and researcher are presented as well as some initial evidence from a work on the experimentation of a joint Mathematics-Science. These have been conducted since 2017 in order to disseminate Inquiry Based Science Education - IBSE at the primary school and college level. In conclusion, open questions on some of the identified characteristics of the dialectic between teacher training and research in disciplinary didactics are put to the TACD

## Introduction

Dans notre travail nous avons privilégié deux composantes de la recherche en éducation mathématique : une composante didactique (l'analyse de l'interaction élève-enseignant-savoir et de la *position de l'enseignant*) et une composante expérimentale (l'action pour une innovation concrète en classe). Comprendre, dans l'action de l'enseignant, ce qui serait spécifique de l'enseignement d'une discipline ou générique, en référence à l'action d'enseigner tout court, est une question impossible à appréhender par un modèle issu d'un seul paradigme et d'un seul domaine de recherche, telle que la didactique disciplinaire. La théorie de l'action, au cœur de la TACD, confirme l'infinité de descriptions possibles comme le souligne Sensevy (2011).

Si toute action peut être vue *under a description*, rien ne dit que le faisceau de descriptions d'une action donnée ne soit *a priori* contingenté. Une première façon d'arguer de l'infini de l'action est donc de s'appuyer sur le fait qu'une description qu'on en produit suppose un point de vue, et que ce point de vue est relatif. On retrouve ici le principe de relativité conceptuelle (...) qui, (...) réfère précisément au fait, propre aussi bien aux mathématiques et aux sciences

qu'à l'éthique, (...), que toute réalité peut être décrite à partir de différents systèmes conceptuels, qui inclineront chacun à la faire voir différemment. Il n'existe pas de point de vue de nulle part (« le point de vue du spectateur ») qui permettrait de saisir les objets « en eux-mêmes », « tels qu'ils sont ». Il « suffit » donc de construire un système conceptuel particulier pour « ajouter » une description possible de l'action- (Sensevy, 2011, p. 183-184)

Des études comparatives<sup>1</sup> sont donc nécessaires pour étudier, comprendre et, si possible améliorer, les pratiques. Ici nous allons présenter les résultats d'un travail encore en cours d'analyse des actions de l'enseignant avant et après le déroulement d'une activité en classe. Cela pour essayer de caractériser certains invariants de la position de l'enseignant et de poser des questions sur le plan de l'action conjointe entre le chercheur/formateur et l'enseignant/chercheur.

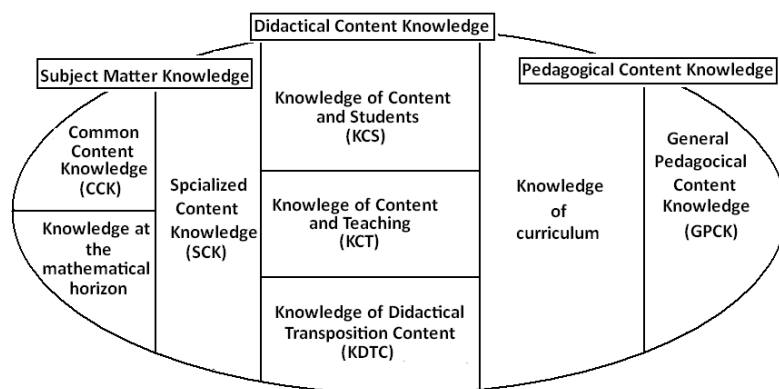
## Cadre théorique

Dès le début de notre travail (Lai & Polo 2002), suivant la TSD (Brousseau, 1986) et la TAD (Chevallard, 1998), nous avons considéré enseignant, élève, savoir et milieu, en tant qu'éléments du système avec leur mutuelles relations. Sans une explicite et néanmoins consciente référence à une théorie de l'action, telle qu'elle est théorisée par la TACD (Sensevy, 2011), nous avons toujours eu à l'esprit et pris en considération, dans nos études des pratiques de classes ordinaires, une “action conjointe” enseignant-élève. L'approche par l'action comme toute approche systémique, nécessite le choix du point de vue à partir duquel on “regarde” les pratiques. Notre point de vue ici est celui *de la position de l'enseignant* dans le domaine de la recherche en didactique disciplinaire, des mathématiques et des sciences en particulier. Une première étude d'un cas en formation continue en didactique des mathématiques, nous a permis d'analyser la *problématique de la spécificité ou de la généralité des contenus et des méthodes de la formation* des enseignants, notamment de la scolarité obligatoire (Polo, 2013). L'émergence de modèles théoriques de description de la *position de l'enseignant* concernant l'analyse des pratiques de l'enseignant a fourni l'un des points de départ dans notre essai d'identification de connaissances et de compétences spécifiques ou générales de la *position de l'enseignant* (Polo, 2017). Dans ce but, nous avons utilisé et adapté le modèle de Ball et al. (2008). Nous y avons inséré, dans la colonne centrale, les connaissances de l'enseignant spécifiques à la relation didactique, en introduisant les DCK. Dans cette perspective, nous considérons que les KCS et KCT, incluses dans le domaine des PDK dans le modèle de Ball, font partie du domaine des DCK.

---

<sup>1</sup>L'articulation entre les dimensions génériques et spécifiques des actions de l'élève comme de l'enseignant, la dialectique des processus de dévolution/institutionnalisation et les modalités de l'évaluation posent plusieurs questions ouvertes. Dans nos recherches, ainsi que dans le travail sur la viabilité des DEI (Lai & Polo, 2018) mené en conjointement, les résultats convergent sur la pertinence d'une étude comparée des processus de dévolution, d'institutionnalisation et d'évaluation. Dans ces processus l'enseignant et l'élève sont engagés fortement dans une dialectique entre la relation didactique, liée aux savoirs, et celle pédagogique.

Nous avons, de plus, inséré les KDTC (Connaissances des contenus du processus de transposition didactique) spécifiques en caractérisant la position de l'enseignant dans le processus de transposition didactique.

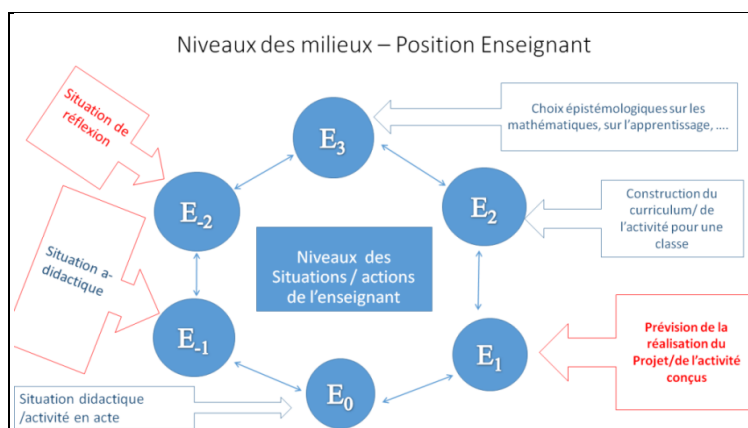


Adaptation du modèle de Ball et al. (2008) dans Polo (2017)

Le modèle de la structuration des milieux selon Margolinas (2005) fournit une des descriptions possibles de la *position de l'enseignant*. Elle souligne que

Il ne s'agit pas d'une description de situations temporellement successives, mais *positions* que les sujets peuvent prendre, de façon effective ou intériorisée, *dans le temps de la situation didactique* (même si l'on peut considérer que certaines phases d'une situation didactique (dont le temps n'est pas nécessairement réduit à une "leçon" en classe) sont plus ou moins caractérisées par des situations de niveaux différents). (Margolinas, 2005, p. 7)

Par rapport à ce modèle, nous avons inséré une position E-2 et conçu la représentation par le schéma<sup>2</sup> suivant pour rendre compte de la cyclicité des différentes actions de l'enseignant.



Clivaz (2018) considère que, puisque "les enseignants voient certains éléments de la leçon « *through the eyes of their students* » (...), s'exprimant même comme des élèves. Ce « *student lens* » nous semble

<sup>2</sup>Le schéma original de Margolinas, conçu en termes systémiques, considère aussi l'élève, la situation et le milieu, au sens de la TSD. Dans Polo (2017), le schéma est complété de flèches représentant les relations réciproques entre les différentes positions, en prenant la forme d'un hexagone avec ses diagonales.

être situé à un niveau encore en dessous du niveau d'observation. Nous en avons donc fait un niveau -2. Contrairement à l'utilisation qui en fait Clivaz (2018), nous avons considéré ce niveau -2 comme étant le niveau le plus profond, au sens de la conscience de l'enseignant, d'une "action de réflexion" sur les activités, les leçons et leur déroulement – passés ou futurs.

La rencontre avec la TACD (Sensevy, Mercier et Schubauer-Leoni, 2000, Assude, Mercier & Sensevy, 2007) nous renforce dans la confirmation de la pertinence de la théorie de l'action dans l'analyse de faits didactiques que nous avons pris en considération (Polo, 2008). L'apport de Sensevy en 2011, de plus, nous donne un point de vue intéressant sur les pratiques enseignantes du fait qu'il soutient que

(...) l'analyse de l'action didactique met en évidence encore un « autre infini », celui de *l'amont de l'action*. Contrairement à un très grand nombre d'actions usuelles, l'action didactique est très souvent *préparée*. Elle ne l'est pas forcément dans le sens d'une anticipation plus ou moins précise de ce qui va survenir – comme on l'a vu ci-dessus, par exemple, avec le geste de chercheur (mais aussi, dans certains cas, de professeur) de l'analyse épistémique. (...), quel que soit le sens précis que l'on accorde au terme « préparation » dans ce contexte, on pourra s'accorder sur ce fait que l'action didactique est préparée, que cette préparation exerce une influence profonde sur l'action elle-même, et que l'analyste qui cherche à comprendre l'action didactique conjointe ne peut se satisfaire de *l'hic et nunc* de l'action : il doit remonter à ses sources. (Sensevy, 2011, p. 183)

Nous allons de plus considérer que la préparation en elle-même peut se considérer comme *une action* spécifique de la position de l'enseignant. Dans le but d'essayer de comprendre « l'action didactique conjointe enseignant-élève-savoir » en termes de structuration des milieux, nous avons montré (Lai & Polo, 2002), comment un écart peut se produire entre le projet de l'enseignant par rapport au savoir et le projet de l'élève ou de la classe. Cet écart peut se formaliser en termes de *différents niveaux de milieu apparaissant en contemporanéité* : par exemple, l'enseignant est en position  $P_1$  par rapport à un savoir  $s_i$ , l'élève est en position  $E_0$  ou  $E_{-1}$  par rapport à un autre savoir  $s_j$  (étant, dans certains cas,  $i=j$ ). Un système didactique  $S^3$  est pour nous noué autour de plusieurs savoirs  $s_i$  (Lai & Polo, 2018)

Dans le schéma, nous avons souligné en rouge les positions de « Préviation de la réalisation de l'activité » et de « Situation de réflexion » que nous allons examiner en détail dans l'étude de cas, objet de cette communication.

## Étude de cas: actions-conjointes mathématiques-sciences au collège.

L'innovation des pratiques dans l'enseignement des sciences se propose de diffuser *l'InquiryBased Science Education – IBSE* à partir du niveau de l'école primaire. Dans plusieurs pays, la formation continue des enseignants est assurée dans le cadre de projets d'ampleur nationale ou

---

<sup>3</sup>Notations :  $S_i$  = Systèmes didactiques ;  $s_i$  savoirs enjeu d'apprentissage ;  $\overline{s}_i$  savoir préconstruit ;  $\underline{s}_i$  savoir construit disponible. Lai et Polo(2018) détaillent et identifient le rapport entre niveaux des  $S_i$  et topogenèse, mésogenèse et chronogenèse.

internationale. Notre expérience, menée dans les deux dernières années scolaires en Italie, s'insère dans un projet national<sup>4</sup> dans lequel l'équipe des formateurs au niveau local a choisi, suivant les besoins de formation exprimés par les enseignants, de travailler sur l'intégration des deux curricula des mathématiques et des sciences. Cette nécessité se fonde sur deux raisons principales : la charge de l'enseignement des Sciences et des Mathématiques pèse sur le même enseignant, qui peut ne pas avoir une formation initiale spécifique en Mathématiques<sup>5</sup>; l'instance institutionnelle conçoit le curriculum et l'évaluation par compétences transversales aux disciplines.

### **Méthodologie et hypothèses**

La formation a été réalisée selon les deux stratégies différentes de l'homologie et de l'accompagnement (Assude & Grugeon, 2003). Les deux stratégies ont été articulées différemment dans les deux années de formation ainsi que le travail commun enseignants-experts<sup>6</sup>. Dans l'année 2018-2019, les contenus choisis de l'électricité<sup>7</sup> et du magnétisme ont fait l'objet de la formation en situation expérientielle, d'une durée totale de 25 heures. La formation, divisée en trois rencontres en présence (15 heures) et en activités d'expérimentation en classe avec préparation, analyse et documentation de l'expérience (10 heures), s'est déroulée d'octobre 2018 à avril 2019. Pendant la première séance de formation en présence, les enseignants ont vécu une simulation gérée par l'expert de l'activité IBSE, et ont commencé, par équipe de niveau scolaire, à discuter les détails de la réalisation et la prévision du déroulement par la préparation d'une fiche. Au-delà de la finalité, du temps, des moyens et de l'organisation de la classe, elle demandait la prévision des questions à poser aux élèves, les réponses et les difficultés attendues. Lors de la deuxième rencontre, les deux formateurs de mathématiques et de

---

<sup>4</sup> Programme SID lancé en Sardaigne dans l'année scolaire 2014/15, en application de l'accord ANISN (Association des Enseignants des Sciences) - Accademia dei Lincei (Académie des sciences italienne) - MIUR, (Ministère de l'éducation Italien) dont l'objectif est la diffusion à grande échelle de la méthode IBSE (InquiryBased Science Education), fortement inspiré au Projet français "La main à la pâte".

<sup>5</sup> Dans le système italien l'enseignant du primaire, d'habitude, et l'enseignant du collège (au niveau institutionnel jusqu'au niveau de la troisième) enseigne le mathématiques et les sciences aux mêmes élèves pendant un cycle de 5 ou 3 années. Pour le primaire, la Licence en mathématiques n'est pas nécessaire pour enseigner ; la seule Maîtrise (ou Master) en pédagogie est requise ; pour le collège, la Maîtrise dans l'une des disciplines scientifiques (biologie, sciences de la nature, chimie,...) est suffisante.

<sup>6</sup> Dans l'année 2017-2018 ont participé à la formation en moyenne 20 enseignants du primaire et du collège et trois formateurs, deux du domaine disciplinaire des sciences et un des mathématiques. Le projet de formation n'a prévu aucune modalité d'accompagnement pour des raisons de temps. Ceci a empêché un approfondissement des aspects mathématiques. L'activité proposée par l'expert IBSE "Mélanges et solutions" a été réalisée en classe seulement par trois enseignants du primaire : les autres enseignants, en autonomie ont réalisé et présenté des activités sur d'autres thèmes (l'aire et le levier en physique) mais l'intégration avec les mathématiques s'est plutôt concrétisée par une juxtaposition d'activités séparées.

<sup>7</sup> L'expérience est présente (mai, 2019) dans le Programme "La main à la pâte" au <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/11155/les-circuits-electriques-a-partir-du-cycle-2>. Douze enseignants ont participé à la formation dont neuf ont expérimenté la séquence puis présenté les résultats et le document de réflexion finale.

sciences ont géré un suivi des expérimentations en cours et une analyse des autres activités en phase de démarrage ; l'activité en classe, de durées différentes selon les classes, a été réalisée de décembre à mars. Lors de la troisième rencontre les enseignants ont présenté le travail réalisé en classe ; celui-ci a été analysé et discuté dans un travail de coopération avec les formateurs. Une analyse des données et la synthèse des résultats de l'expérimentation ont conclu la formation.

Aucun enregistrement vidéo ou audio systématique des activités en classe, mais seulement des vidéos produites par les enseignants- dans la phase de documentation et de recueil des données pour la présentation du travail dans la dernière rencontre – n'ont constitué des données pour l'analyse du point de vue de la recherche. Des notes et des enregistrements audio de la troisième séance de formation et les fiches des enseignants de préparation de l'activité et de réflexion sur son déroulement complètent les données recueillies.

Sensevy (2011) formule en termes de « jeu » l'action de l'enseignant et identifie ainsi la dialectique entre l'action de construire et celle de prévoir la réalisation d'une activité/leçon :

La manière dont le professeur « construit le jeu » (dans l'intention préalable et le système stratégique qu'elle suscite) détermine en grande partie la manière dont il le « fait jouer » : on ne pourrait saisir la manière dont le professeur régule l'action des élèves si l'on ignorait cette intention préalable. Mais l'action concrète qu'il met en œuvre suppose le passage de la règle stratégique, plus ou moins déclarative et détemporalisée, à des stratégies qui reposent sur le « sens du jeu » qu'il est capable d'actualiser. Ce sens du jeu, on peut le décrire dans ce qu'on modélise comme la perception chronogénétique et mésogénétique du professeur, dans ses conceptions topogénétiques, et plus généralement dans *l'esprit du jeu* (didactique) tel qu'il le conçoit pratiquement

Nous sommes d'accord avec cette position, qui confirme le résultat classique, considérant que, au niveau de la réalisation en acte, les prises de décisions de l'enseignant sont influencées davantage par les intentions préalables de son projet que par les transactions en acte de nature topogénétique. Ceci ne donne que plus force à notre double hypothèse quant à la position de l'enseignant, en termes de structuration des niveaux :

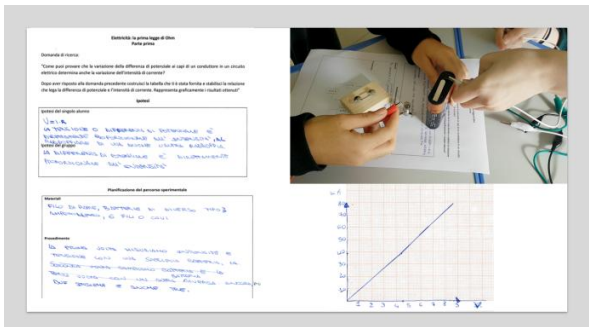
- le niveau  $E_1$  va influencer moins l'action que le niveau  $E_2$ , ayant le rôle de canevas pour l'action envisagé dans la construction.
- un manque de conscience du travail de prévision de l'action en fonction des réponses possibles ou attendue au niveau  $E_1$  va avoir des conséquences tant sur les possibilités d'action au niveau  $E_1$  comme d'un travail de réflexion au niveau  $E_2$

De ces faits découlent des indices du phénomène selon lequel, dans les transactions didactiques, les décisions de nature mésogénétique restent les plus profondes - à la conscience en acte - que celles de nature topogénétiques. Ce phénomène peut être un des facteurs de la difficulté des enseignants à prévoir différentes transactions possibles.

## Résultats

Nous allons appuyer les résultats sur le travail de deux enseignants<sup>8</sup> du niveau troisième qui ont travaillé en coopération et expérimenté la même activité dans leurs classes, l'une après l'autre. Notre synthèse ci-dessous de l'activité sur la loi d'Ohm dans la deuxième classe rend compte de ce travail.

### Extraits des documents de travail. La question initiale de l'activité

<p>L'électricité : la première loi d'Ohm. Question de recherche :</p> <p>"Comment pouvez-vous prouver que la variation de la différence de potentiel aux extrémités d'un conducteur dans un circuit électrique détermine également la variation de l'intensité du courant? Après avoir répondu à la question précédente, construisez le tableau qui vous a été fourni et établissez la relation qui relie la différence de potentiel à l'intensité du courant. Représentez graphiquement les résultats obtenus".</p>	
--	--

### Extrait d'une fiche de préparation de la réalisation de l'activité sur l'électricité

<p>ORGANISATION DE LA CLASSE ET DE L'ACTIVITÉ.</p> <p>OBSERVATION DES GROUPES DE TRAVAIL</p> <p>...</p> <p>Indiquer également :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- réponses de l'enseignant aux questions attendues des étudiants concernant la tâche;</li> <li>- d'éventuelles questions relatives à la stimulation de l'enseignant, adressées à l'élève ou au groupe à l'occasion de l'activité ;</li> <li>- réponses de l'enseignant aux éventuelles questions des élèves pendant l'activité.</li> </ul>	<p>Chaque élève disposera de 5 minutes pour planifier l'expérience. Par la suite, les 16 élèves, répartis en 3 groupes de travail (5 + 5 + 6), devront partager leurs hypothèses (...) La réponse à la première question est assez simple. Ils pourraient même utiliser l'ampoule et constater une augmentation de sa luminosité avec le nombre de piles connectées en série. Des difficultés peuvent survenir lors du branchement des piles en série.</p> <p>Observations des élèves :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La luminosité des ampoules n'augmente pas</li> <li>- L'intensité du courant ne change pas</li> </ul> <p>Questions de l'enseignant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ce que vous avez essayé est-il le seul moyen de connecter les piles ?</li> </ul> <p>L'enseignant répondra aux questions en encourageant les groupes à essayer d'autres solutions.</p> <p><b>La construction de la table obligera les enfants à utiliser le testeur.</b></p> <p>Les enfants devront mesurer à la fois la différence de potentiel V et la valeur relative de l'intensité du courant I car il est possible que certaines batteries ne soient pas complètement chargées. À cet égard, il est suggéré d'utiliser une alimentation universelle à switching afin de réguler la tension de sortie entre 3 et 12V. La lecture des résultats dans l'instrument peut poser problème, car même les mesures apparemment les plus précises pourraient être entachées d'erreurs (...)<sup>9</sup></p>
<p>DISCUSSION. Comment mener la discussion après l'expérience si la question d'enquête mène à réaliser un protocole expérimental? (...) Indiquez le critère de choix pour lancer la discussion (...) les interventions pertinentes des élèves et de l'enseignant</p>	<p><b>Les différents groupes présenteront librement leur hypothèse.</b></p> <p>La discussion n'aura lieu qu'après l'expérimentation.</p> <p>(...) <b>Après l'expérimentation, si aucun d'entre eux n'a été capable de trouver la relation mathématique de proportionnalité directe</b>, c'est l'enseignant qui guidera la réflexion par des questions de stimulation.</p>

<sup>8</sup> D'autres exemples au niveau du primaire vont faire l'objet de la communication orale.

<sup>9</sup> Une liste de questions attendues de la part des élèves, ainsi que des questions sur les savoirs de physique, complète cette partie de la fiche ; aucune prévision ne fait référence à des questions ou des réponses attendues sur les savoirs mathématiques.

L'analyse des enregistrements de la présentation - de la part des enseignants - confirme l'absence d'analyse au niveau épistémologique des liens mathématiques-physique. L'extrait montre comme l'enseignant prévoit de revenir aux mathématiques « après l'expérimentation ». Dans la fiche des « Réflexions finales des participants à la formation » l'enseignant écrit :

Les garçons ont immédiatement écrit la formule de la première loi d'Ohm mais ont trouvé difficile d'identifier à la fois l'hypothèse personnelle et du groupe. En fait, ils se sont limités à la transcription de la loi d'Ohm. Ils ont également eu du mal à identifier comment obtenir une variation de la différence de potentiel malgré le nombre de batteries disponibles. Il a alors été nécessaire d'intervenir avec des questions pratiques liées au cas d'un liquide (...). Comme je m'y attendais, ils ont observé qu'à mesure que la différence de potentiel augmentait, la luminosité de l'ampoule augmentait. Je devais leur rappeler qu'il était nécessaire de prendre des mesures pour construire le graphique demandé. (...) Comme on peut le voir sur la vidéo, le multimètre a fait une pause (...). Pour éviter ces inconvénients, tous les groupes ayant travaillé de la même manière, j'ai permis le partage des données collectées par un groupe. Les garçons ont répété qu'il y avait une proportionnalité directe entre la différence potentielle et l'intensité du courant, mais ce n'est que lorsqu'ils ont obtenu le graphique représentant la relation des données en leur possession qu'ils en ont compris la signification.

Les mots de l'enseignant confirment une *potentielle absence de dévolution* par rapport tant au savoir « mesure de la différence du potentiel » qu'à celui de la proportionnalité. N'ayant pas à disposition les données sur l'activité en acte, notre analyse ne peut pas prendre en compte la gestion en acte des erreurs, des obstacles et des difficultés des élèves de la part de l'enseignant. Reste une piste ouverte à bâtir notamment par rapport à une tendance de l'enseignant à évaluer plutôt qu'à interpréter les erreurs de l'élève que nous avons identifiée (Polo & Zan, 2006).

## **Collaboration enseignant-chercheur pour l'amélioration des pratiques ordinaires**

Améliorer, innover, et étudier les pratiques scolaires ordinaires, portent à l'esprit une référence à des sujets institutionnels et à des buts différents. Tout mouvement d'innovation vise l'entrée de nouveaux savoirs en tant qu'enjeu didactique ou de nouvelles stratégies ou méthodologies à la charge de l'enseignant. L'amélioration est souvent liée, dans les communautés scolaires et de formation, à un travail associé à une augmentation des performances des élèves ou à la réduction de l'abandon et de la dispersion scolaires. L'étude des pratiques renvoie à des domaines de recherche souvent très éloignés, mais qui montrent la nécessité d'un débat autour des études sur la *position de l'enseignant* et posent en premier plan la problématique des rapports entre enseignant et chercheur. Il s'agit de trouver, selon le cas, des formes de collaboration variées. L'innovation ne peut pas « s'imposer » et nécessite d'un dispositif institutionnel de développement professionnel de longue durée, où la coopération enseignant-chercheur/formateur puisse s'enraciner sur le plan épistémologique, pratique et personnel. L'amélioration des pratiques, considérée au sens large, doit prévoir un dispositif expérimental de recueil des données non limité aux performances des élèves et à la « réussite » scolaire, où le



professeur doit se détacher de sa position pour assumer celle d'enseignant-chercheur. Dans un travail plus proprement de recherche, une précaution majeure dans le rapport professeur-chercheur doit être prise - notamment en considération du rôle de l'observateur (participant ou non participant, externe ou non à la classe) - afin d'exercer un contrôle sur les perturbations de la pratique que le chercheur vise à étudier. La formation des enseignants a été pour nous un des terrains de recherche (Lai & Polo, 2002 ; 2012). Notre effort a été centré dans la double finalité de favoriser, d'une part la familiarisation des enseignants à la problématique du travail de recherche et d'autre part une participation active des enseignants pour un développement professionnel en tant que professeur-expérimentateur et professeur-chercheur. Le document de discussion de la 25<sup>ème</sup> étude de l'ICMI de 2019 qui porte sur « les professeurs de mathématiques travaillant et apprenant dans des groupes collaboratifs » et les travaux récents sur les « *Lesson Studies* » (Clivaz, 2018 ; Shimizu, 2014), posent l'accent sur de différentes communautés de pratiques dans lesquelles les enseignants s'expriment et se rencontrent. Ils montrent aussi un consensus sur l'importance de l'étude de ces pratiques, qui nécessite, à notre avis, le développement d'échanges théoriques entre les domaines de la Didactique des mathématiques, de la Didactique disciplinaire et générale, de la Pédagogie et de la Psychologie.

## Conclusion et questions ouvertes

Comment mieux étudier et comprendre l'action de l'enseignant dans les effets de la dialectique entre la prévision et la réflexion sur l'action ? Classiquement il est évident que l'anticipation et la prévision des réponses possibles par rapport au savoir ou aux savoirs en jeu dans une activité donnée va influencer la prise de décision en acte de l'enseignant et de l'élève. Mais, comment les prises de décisions sont-elles reliées à leurs "actions" avant, pendant et après le déroulement de l'activité en classe ? Par une action conjointe, TACD et Didactique disciplinaire, devient possible et nécessaire l'étude des deux dynamiques d'interaction entre enseignant et élève en situation scolaire : l'interaction didactique-relationnelle, dans laquelle le savoir est impliqué, et l'interaction pédagogique-relationnelle, qui identifie et interprète le rapport personnel entre l'enseignant et l'élève ou la classe. Quels contenus doivent faire partie de la formation des enseignants et quelles recherches faudrait-il mener sur le développement professionnel ?

La mise en place d'un travail commun, concernant de près le *concept de milieu et la position de l'enseignant*, en tant qu'outils d'analyse des pratiques et dans la formation, ainsi que la dialectique entre la relation didactique et celle pédagogique restent une piste de travail ouverte que la Théorie de l'Action Conjointe en Didactique va pouvoir contribuer à développer.

## Références bibliographiques

- Assude, T. & Grugeon, B. (2003). Enjeux et développements d'ingénieries de formation des enseignants pour l'intégration des TICE, Congrès ITEM, Reims 20-22 juin, 2003.
- Assude, T. & Mercier, A. (2007). L'action conjointe professeur-élèves dans un système didactique orienté vers les mathématiques. Gérard Sensevy & Alain Mercier. Agir ensemble. L'action didactique conjointe du professeur et des élèves, Presses Universitaires de Rennes, pp.153-185, 2007, 978-2-7535-0356-4.hal-01815396.
- Assude, T. Mercier, A. & Sensevy, G. (2007). L'action didactique du professeur dans la dynamique des milieux. *Recherche en didactique des mathématiques* 27 (32), 221–252.
- Clivaz, S. (2018). Développement des connaissances mathématiques pour l'enseignement au cours d'un processus de lesson study. In T. Barrier & C. Chambris (Eds.), Actes du séminaire national de didactique des mathématiques. Année 2016. Paris : ARDM, IREM de Paris 7.
- Étude ICMI-25, (2019, 20 mai). <http://icmistudy25.ie.ulisboa.pt/>
- Lai, S. & Polo, M. (2002). 'Un outil théorique d'analyse de la contingence : le concept de milieu à l'épreuve', CD annexe aux actes de la XIème École d'Été de Didactique des Mathématiques, Corps, 21 – 30 Août 2001, La Pensée Sauvage Éditions, Grenoble.
- Lai, S. & Polo, M. (2012). Construction d'une culture scientifique pour tous : engagement de l'enseignant et de l'élève dans la rupture de pratiques habituelles, Dorier J.-L., Coutat S. (Eds.) *Enseignement des mathématiques et contrat social : enjeux et défis pour le 21e siècle – Actes du colloque EMF2012* (GT9, pp. 1213–1226). <http://emf.unige.ch/actes-emf-2012/groupe-de-travail-9/>
- Lai, S. & Polo, M. (2018). DEI et éducation mathématique : nécessité et viabilité dans les pratiques des classes ordinaires, *Pré-Actes du colloque EMF 2018 - GT10*, pp. 43–50. (en publication dans les Actes). <https://emf2018.sciencesconf.org/resource/page/id/25>
- Polo M. (2013). Généralité et spécificité dans la formation des enseignants de mathématiques. Le cas de la formation continue, Proceedings CIEAEM 65 – Mathematics Education in a globalised environment, Editor B. Di Paola, Quaderni di Ricerca in didattica (Mathematics), Issue 23.1, 2013, pp. 302-307, G.R.I.M., University of Palermo, Italy.
- Polo M. (2017). The Professional Development of Mathematics Teachers: Generality and Specificity, G. Aldon, F. Hitt, L. Bazzini, U. Gellert (eds.), *Mathematics and Technology*, Advances in Mathematics Education, Springer International Publishing.
- Polo, M. & Zan, R. (2006). Teachers use of construct 'attitude'. Preliminary research findings, *Proceedings of the Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, (Chief editor Marianna Bosch) Sant Feliu de Guíxols, Spain – 17 - 21 February 2005. pp.265-275.
- Sensevy, G. (2011). *Le sens du savoir. Éléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique*. Bruxelles : De Boeck.
- Sensevy, G., Mercier, A. & Schubauer-Leoni, M. L. (2000). Vers un modèle de l'action didactique du professeur : à propos de la Course à 20. *Recherches en Didactique des mathématiques*, 20 (3) 263-304.
- Shimizu, Y. (2014). Lesson Study in Mathematics Education. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 358-360). New York: Springer.