

AIDE À L'ÉTUDE DE PROBLÈMES ADDITIFS DE TRANSFORMATION D'ÉTATS

EXEMPLE DE DEUX DISPOSITIFS

Christophe DRACOS

Conseiller pédagogique départemental mathématiques

Laboratoire ADEF

christophe.dracos@ac-aix-marseille.fr

Résumé

Cette communication porte sur deux dispositifs différents d'aide à l'étude dans la résolution de problèmes additifs de transformation d'états, mis en œuvre dans deux classes de CE2. Le premier est *un dispositif de type préventif* (Assude et al., 2016 a et b ; Millon-Fauré et al., 2018 a et b), qui se déroule lors d'une séance d'APC (Activités pédagogiques complémentaires). Habituellement, ces séances d'APC ont pour objectif de remédier à des difficultés constatées des élèves. Au contraire, il s'agit ici de préparer à une séance en classe entière, un groupe restreint d'élèves risquant de rencontrer des difficultés. Le deuxième dispositif comporte des séances de courtes durées portant sur la résolution de problèmes de transformation en anglais puis en français, avec recherche de l'état final (MENJ, 2020), dans le cadre d'un enseignement au sein d'une *DNL (Discipline Non Linguistique)*. Il concerne alors l'ensemble du groupe classe. Ces séances portent sur le lexique, les structures syntaxiques, la compréhension, la création de problèmes, la représentation et la modélisation de la situation du problème en anglais. Nous cherchons à étudier les effets de ces dispositifs sur l'activité mathématique des élèves.

I - INTRODUCTION

Enquêtes après enquêtes, qu'elles soient nationales et internationales, le constat reste similaire : les écoliers français sont en difficultés dans les tâches de résolution de problèmes. Bien que devant être au centre des activités mathématiques, la résolution de problèmes est un champ pour lequel les enseignants éprouvent des difficultés à construire un enseignement répondant aux besoins des élèves. Ceci n'est pas une particularité uniquement française, mais « les enquêtes nationales et internationales mettent régulièrement en lumière que la situation est inquiétante pour les élèves de France. » (MENJ, 2022, p. 8). Au-delà de la performance se pose la question de l'origine des difficultés, celles-ci sont multifactorielles, mais le premier obstacle rencontré par les élèves reste la compréhension du problème et sa modélisation. Ce que confirment les réponses de 54 enseignants de cycle 2 et 3 à un questionnaire à choix multiples donné lors d'un temps de formation continue dans l'académie d'Aix-Marseille, où 80 % des participants déclarent que la difficulté principale est de comprendre le texte de l'énoncé du problème. 43 % d'entre eux indiquent faire résoudre plusieurs problèmes par semaine et 36 % mettent en place une séance spécifique de résolution de problème par semaine.

Notre recherche porte sur des dispositifs d'aide à l'étude de problèmes additifs de transformation d'états et plus exactement leurs effets sur l'activité mathématique des élèves, particulièrement au niveau de la compréhension des problèmes et de la modélisation. Le champ d'étude se limite aux problèmes verbaux à données numériques, car ils sont omniprésents à l'école primaire, et plus exactement, pour cette communication, aux problèmes de transformations d'états. Le premier dispositif est de type préventif. Il ne concerne qu'un groupe restreint d'élèves repérés comme étant en difficultés en mathématiques par l'enseignante et il se déroule lors de séances d'APC (Activités pédagogiques complémentaires). Ces séances sont des temps qui se situent hors du temps en classe entière et qui sont, généralement, des temps de

remédiation, de reprise des objets étudiés avec le groupe classe. Elles interviennent donc a posteriori de l'introduction de nouvelles notions, il s'agit ici de préparer un groupe d'élèves en difficultés à une séance qui va se dérouler en classe entière. Quant au second dispositif, il comporte des séances courtes dans le cadre d'un enseignement en anglais au sein d'une discipline non linguistique (DNL), ici les mathématiques. Pour ce faire, nous menons une recherche collaborative avec deux enseignantes de CE2 d'écoles différentes.

Nous présentons d'abord nos appuis théoriques et notre méthodologie, avant d'analyser les effets de ces deux dispositifs sur l'activité mathématique des élèves.

II - CONTEXTE THÉORIQUE

1 La modélisation

Modéliser est l'une des compétences majeures en mathématiques. Cependant, plusieurs définitions cohabitent dans l'enseignement des mathématiques, il convient donc de préciser ce que nous entendons par le verbe « modéliser ». Chevallard (1989) identifie trois étapes dans le processus de modélisation : l'identification des variables pertinentes et la construction d'un modèle en établissant les relations entre ces variables (domaine de réalité du problème) ainsi que la production de connaissances sur le système en « travaillant » sur le modèle (domaine des mathématiques). Ainsi, nous définissons la modélisation comme étant l'identification des variables pertinentes pour l'étude du problème et l'établissement des relations entre ces variables permettant de traiter mathématiquement le problème afin de le résoudre.

2 Le dispositif préventif d'aide aux élèves en difficulté

Notre recherche se positionne dans le cadre plus général de la théorie anthropologique du didactique (Chevallard, 1998). Le premier dispositif d'aide a fait l'objet de plusieurs publications (Assude et al., 2016 a et b ; Millon-Fauré et al., 2018 a et b ; Theis et al., 2014 et 2016). Nous présentons, ici, seulement les éléments nécessaires à sa compréhension et renvoyons le lecteur vers ces autres articles pour plus de détails sur ce dispositif.

2.1 Les systèmes didactiques

Notre dispositif d'aide est composé de systèmes didactiques : un système didactique principal (SDP) et deux systèmes didactiques auxiliaires (SDA) au sens de Chevallard (1999). Le SDP est constitué du groupe classe, de l'enseignant, des enjeux de savoir et des relations entre les trois éléments du système didactique. Quant aux SDA, ils comportent un intervenant (ici l'enseignant de la classe) et un groupe restreint d'élèves. Dans cette étude, les deux SDA se déroulent durant les temps d'activités pédagogiques complémentaires (APC) : l'un en amont du SDP et l'autre en aval. Pour des questions pratiques, dans la suite, nous nommons SDA celui qui se situe avant la séance en classe entière et SDA post celui qui a lieu après (figure 1).

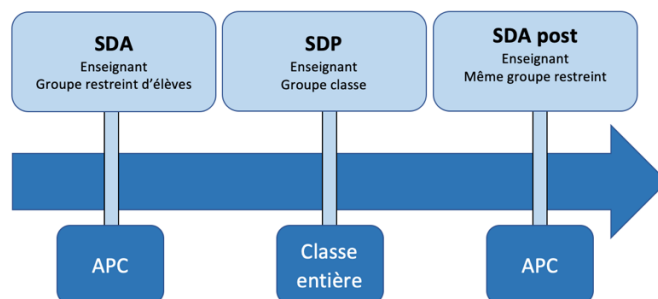


Figure 1. Organisation des dispositifs préventifs

Les systèmes auxiliaires dépendent du SDP au niveau des savoirs en jeu. Les séances habituelles d'APC font suite à une séance en classe entière et sont de la remédiation des objets étudiés lors des SDP. Ici, le SDA, au contraire, se situe avant le SDP. L'objectif est de préparer les élèves à entrer dans la situation qui sera

proposée en classe entière afin qu'ils engagent un processus de compréhension. Il ne s'agit pas de résoudre la tâche, ce sera l'objectif du SDP. Le SDA permet de découvrir « avant », le milieu de la situation du SDP et notamment les règles définitoires du problème : de quoi s'agit-il ? Que doit-on faire ? Ainsi, ces élèves en difficultés pourront s'engager, en même temps que le groupe entier, dans la compréhension de la situation proposée. Ils se synchronisent avec les autres élèves de la classe. L'objectif du SDA post se situe davantage dans le fait de s'assurer que les savoirs rencontrés sont bien assimilés et sont transférables. Pour cet article, nous nous focalisons sur le SDA et le SDP.

2.2 Les fonctions du dispositif

Parmi les fonctions du dispositif (Theis et al., 2014 et 2016 ; Assude et al., 2016 a et b), nous en distinguons particulièrement trois et nous utilisons le triplet des genèses (Sensevy, Mercier et Schubauer-Leoni, 2000) pour les décrire. Ces fonctions vont permettre d'étudier l'activité des élèves.

La fonction mésogénétique. Lors du SDA, les élèves découvrent le milieu de la situation et travaillent sur les objets de celle-ci. Ils peuvent évoquer les techniques possibles pour résoudre le type de tâches qu'ils rencontreront lors du SDP ou encore convoquer les savoirs anciens nécessaires à la compréhension afin de les rendre disponibles. Concernant ces derniers, l'enseignant considère que les élèves en ont un niveau d'acquisition suffisant pour les rendre mobilisables dans la résolution sans qu'il soit nécessaire de les convoquer explicitement en collectif ou de les réactiver par une tâche spécifique. En tant que tels, ces savoirs anciens peuvent donc servir de point d'appui aux élèves pour construire une praxéologie nouvelle relative au type de tâches considéré. Cependant, il a été observé que ce n'est pas toujours le cas pour les élèves identifiés comme étant en difficultés par les enseignantes.

La fonction chronogénétique. Les élèves en difficultés sont, en général, en décalage avec le temps didactique de la classe. Le SDA doit donc permettre à ces élèves de se synchroniser avec le reste de la classe lors du SDP, de connaître « un peu avant, mais pas trop », de leur donner de l'avance par rapport aux autres élèves, mais sans introduire de savoirs nouveaux. Ainsi, le temps didactique n'avance pas. Pour ce faire, durant le SDA, il ne doit pas y avoir de rétroactions de l'enseignant sur les techniques évoquées, ni du milieu et donc aucune institutionnalisation. Inversement, le temps praxéologique (Assude et al., 2016 b) progresse lors du SDA avec la découverte de la situation du problème du SDP et/ou une réflexion sur les techniques possibles. Nous mesurons donc la progression du temps didactique par l'évolution d'au moins l'une des composantes de la praxéologie (Chevallard, 1999) relative à un type donné de tâches : les techniques, les technologies ou encore les théories. Au sein de l'institution qu'est la classe, Tambone (2014) précise que « c'est en principe la valeur scolaire qui fonde la reconnaissance de soi à laquelle une personne peut s'attendre – lorsqu'elle y vient en position d'élève. » mais cette valeur scolaire « se gagne dans la classe en développant un rapport adéquat au temps didactique officiel » (Theis & al., 2014, p.163). Ainsi, dans nos observations, les élèves en difficultés ne sont pas identifiés comme pouvant faire avancer le temps didactique, ni par l'enseignant, ni par les autres élèves, ni par eux-mêmes bien souvent.

La fonction topogénétique. Ce dispositif contribue à aider les élèves à (re)prendre une place d'élève aussi bien dans le SDA qu'au sein du groupe classe. Ayant rencontré la situation en amont, les élèves du SDA peuvent proposer des techniques possibles. Ils changent souvent de position par rapport aux enjeux des phases collectives en y étant actifs, ou en tout cas davantage que dans leurs habitudes. C'est-à-dire retrouver de la « valeur scolaire » en étant davantage synchrone avec le temps didactique de la classe.

3 Le dispositif d'enseignement dans les disciplines non linguistiques (DNL)

3.1 Généralités

Dans cette partie, nous traitons un deuxième dispositif d'enseignement des mathématiques en DNL. Notre choix s'est porté sur ce dernier pour son potentiel déclaré dans les textes officiels : « La langue est un **outil** essentiel pour atteindre le but fixé, et [...] cet outil est à la fois **le moyen et l'objet d'apprentissage**. »

(MENJ, 2019, p. 5). De plus, la résolution de problèmes se prête bien « à un traitement discursif en langue étrangère et offre des possibilités de verbalisation, d'explicitation et de médiation (entre élèves ou entre le(s) professeur(s) et les élèves). » (MENJ, 2020, p. 42). Nous ne développons pas, dans cet article, les compétences liées à la langue, l'anglais dans notre cas, lors de la pratique de séances en DNL. Pour les mathématiques, l'attention et l'intérêt des élèves sont renforcés par la découverte ou la redécouverte de notions à travers l'utilisation d'une autre langue. En effet, dans notre étude, nous avons pu observer que la découverte d'un album en anglais puis la résolution de problèmes en anglais et en français ont été des situations motivantes pour les élèves. De plus, cette forme d'enseignement est propice à la pratique de l'oral en mathématiques. Dans certains cas, les termes mathématiques utilisés dans une autre langue peuvent même favoriser la compréhension et l'apprentissage de concepts, citons par exemple les nombres ayant 7 dizaines qui ont un mot spécifique en anglais (« seventy ») et ne sont pas une composition de deux mots déjà rencontrés par les élèves (« soixante » et « dix »), source de confusion en français.

L'enseignement dans une langue étrangère oblige l'enseignant à une nécessaire explicitation des situations-problèmes. Au-delà du lexique et des structures langagières, les éventuels implicites présents dans les textes, doivent être traités pour permettre aux élèves de comprendre la situation avec un étayage explicite. Dans ce dispositif, les objets enseignés sont introduits progressivement avec des activités ritualisées qui en assurent la maîtrise.

3.2 L'organisation des séances en DNL mathématiques

L'amorce se fait à partir d'un album de jeunesse qui va fournir le scénario, le lexique et les structures syntaxiques. Il s'agit d'un bus transportant des chiens et des chats qui montent ou descendent à chaque arrêt. Pour représenter la situation de l'album, l'enseignante utilise un schéma d'une ligne du temps avec un bus au départ, des arrêts, un bus à l'arrivée ainsi que des flèches qui symbolisent la montée ou la descente. Des espaces sont réservés, à chaque étape, pour écrire le nombre de personnages (figure 2)

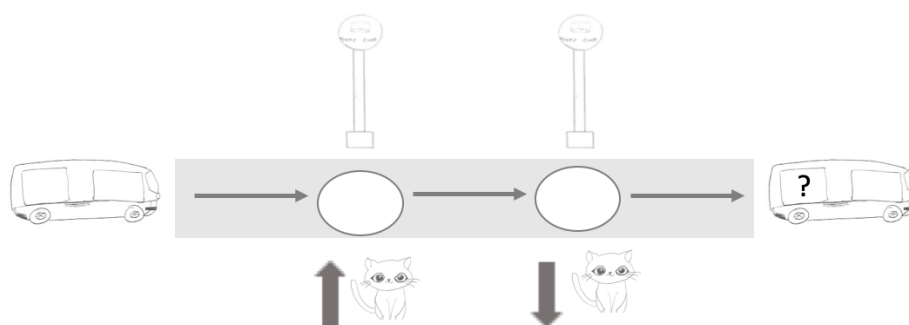


Figure 2. Schéma représentant deux étapes avec deux transformations (positive et négative) et recherche de l'état final (réalisé à partir du matériel utilisé en classe)

L'explicitation de la situation va prendre plusieurs séances en amont de la séance de mathématiques pour être analysée étape par étape, afin d'introduire le vocabulaire nécessaire, notamment avec l'utilisation du schéma décrit ci-dessus. Les élèves jouent la scène à l'aide d'images et de pictogrammes. Afin que les élèves soient en capacité de participer à une séance de mathématiques dans une langue autre que le français, l'anglais dans le cas présent, il est nécessaire qu'un travail préalable soit fait au niveau langagier. Ainsi, cinq séances de courtes durées ont été mises en place avec des objectifs langagiers, mais également un objectif mathématique de révision des nombres en anglais (annexe 1). Lors de ces séances, le lexique spécifique et les structures syntaxiques sont explicités, les situations sont mimées. Pour ce faire, l'enseignante introduit progressivement des pictogrammes (reproduits d'après les pictogrammes utilisés dans la classe) qui vont permettre aux élèves de comprendre et parler en utilisant des phrases en anglais (figure 3).

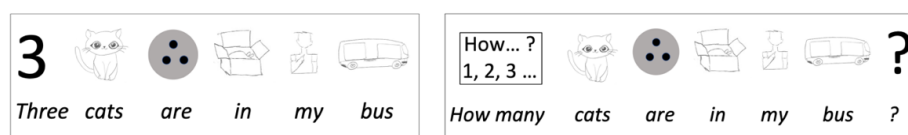


Figure 3. Pictogrammes permettant aux élèves de formuler des phrases en anglais

Les séances en anglais de cette séquence sont de courtes durées et ont un même format : rituel de début de séance – brassage de notions – découverte – retour réflexif sur ce qui vient d'être appris dans la séance. Chaque jour, l'enseignante propose un problème en anglais ou en français. Dans ce dernier cas, l'enseignante précise :

En français, je fais varier l'habillage du problème pour ne pas que les élèves associent je monte et je descends à ce type de résolution, il y a d'autres types de transformations. Donc on a fait des billes, j'ajoute ou j'enlève à une quantité, je perds ou je gagne...

Les séances 6, 8 et 9 (annexe 1) sont des séances de mathématiques, même si des objectifs langagiers sont toujours identifiés. À partir de la séance 6, l'enseignante introduit un schéma qui va permettre aux élèves de se représenter la situation du bus et être un support pour la création orale de problèmes mathématiques en anglais (figure 3). Ce schéma est décliné en plusieurs versions selon certaines variables des problèmes : nombre de transformations positives ou négatives et nombre d'étapes.

III - MÉTHODOLOGIE

1 Organisation générale

Notre étude collaborative s'est déroulée avec deux enseignantes de CE2 durant l'année scolaire 2022 – 2023. L'échantillon comprend 53 élèves au total (28 élèves pour la classe 1 et 25 pour la classe 2 qui se situe dans une zone d'éducation prioritaire). L'indice de position sociale (IPS) pour la rentrée scolaire 2021-2022 est de 97,5 pour la classe 1 et 84,3 sur 158 pour la classe 2. Il « permet d'appréhender le statut social des élèves à partir des professions et catégories sociales (PCS) de leurs parents. »¹ Chaque enseignante a été accompagnée de manière individualisée. L'enseignante de la classe 1 a été formée au dispositif préventif d'aide pour les élèves en difficultés. Ce temps a été pris en charge par un chercheur en appui sur des exemples concrets de mises en œuvre. Quant à l'enseignante de la classe 2, elle a été accompagnée par un chercheur et un conseiller pédagogique en langue vivante, au niveau de la conception de la séquence avec une formation sur l'enseignement de la résolution des problèmes de transformation : spécificité, obstacles prévisibles, progression des types de tâches. Des temps d'échanges entre enseignantes et chercheur, ont été programmés régulièrement. Les situations, en langue française, sont les mêmes dans les deux classes. Les problèmes étudiés se basent sur la classification de Vergnaud (1990). Nous considérons le type de tâches que nous nommerons *T* : résoudre un problème de transformation d'états avec recherche de l'état final. Les deux enseignantes ont accepté que les séances de classe et d'APC soient enregistrées pour être analysées. Afin de compléter les données pour cette communication, les productions des élèves ont été recueillies.

2 Les tests et les techniques de résolution des problèmes comme indicateurs des effets des dispositifs

L'étude porte sur les effets de deux dispositifs sur l'activité mathématique des élèves. Ainsi, plusieurs indicateurs sont analysés pour en mesurer la portée. Des prétests et post-tests ont été réalisés afin de mesurer les effets de chacun des dispositifs au sein d'une même classe (annexe 2). Ces deux tests portent

¹ DEPP - Ministère de l'éducation nationale et de la jeunesse - Données originales téléchargées sur <http://www.data.gouv.fr/fr/datasets/>, mises à jour du 2 juin 2023 métadonnées.

sur les problèmes de transformation d'états avec recherche de l'état final, de la transformation ou de l'état initial. Les énoncés des problèmes sont similaires dans les deux tests.

Puis, concernant plus spécifiquement le type de tâches T , la position des élèves dans la classe, le pourcentage de réussite dans la résolution des problèmes proposés en classe ainsi que les techniques utilisées par les élèves sont des éléments utiles à l'analyse des effets des dispositifs d'aide à l'étude.

IV - LA CLASSE 1 : LE DISPOSITIF PRÉVENTIF D'AIDE AUX ÉLÈVES EN DIFFICULTÉ

1 Les choix du SDA

Pour rappel, le SDA ne concerne qu'un petit groupe restreint d'élèves identifiés, par l'enseignante, comme étant en difficultés en mathématiques dans les tâches de résolution de problèmes. Il se déroule le même jour que le SDP, durant le temps d'APC. L'enseignante fait le choix de présenter aux élèves l'objectif du SDA, c'est-à-dire d'en savoir plus avant le travail avec les autres élèves, cependant « pas assez pour résoudre le problème, mais juste un petit peu pour vous permettre de rentrer dans le problème. ». Puis, elle précise : « On va faire 2 problèmes qui ressemblent à ce que vous allez voir après. ». Pour chacun des problèmes, le même procédé est engagé : lecture individuelle de l'énoncé, reprise du texte en groupe, explicitation du contexte du problème, représentation/modélisation du problème et résolution. L'enseignante précise : « j'ai pris des nombres simples car ce qui nous intéresse c'est de comprendre. ». Elle choisit le problème suivant qui est écrit sur une feuille A4, les élèves disposent de leur ardoise : « *Léo a 15 billes. À la récréation, il perd 7 billes. Combien a-t-il de billes après la récréation ?* »

Lors de l'échange en groupe, l'enseignante demande aux élèves de raconter l'histoire de ce problème.

E1 : « lui, Léo, il avait 15 billes et après, à la récréation il en prend 7 de billes.

PE : Est-ce que tu es d'accord avec (E1) ? » (E2 confirme par l'affirmative avec un signe de tête) « Il en prend, moi je ne vois pas qu'il en prend, je vois plutôt qu'il perd (l'enseignante entoure en rouge le mot perd), ça veut dire quoi, il perd ?

E3 (instantanément) : ah, il perd 7 billes.

PE : c'est-à-dire, que veut dire il perd, qu'est-ce qu'il s'est passé ?

E1 reprend son explication : en gros, il avait 15 billes au début et là, maintenant il perd 7 billes. Maintenant, on nous demande combien il a de billes maintenant. »

Cet échange a surpris l'enseignante qui avait créé un énoncé avec une seule reprise anaphorique (*il* pour remplacer *Léo*), pensant qu'aucun obstacle n'était présent dans la compréhension du texte et que la seule difficulté se situerait au niveau de la modélisation. Pourtant, bien que la signification du verbe *perdre* soit connue, cela a entraîné une interprétation erronée en première lecture.

PE : tu as raison, comment vous feriez pour résoudre ce problème ? »

E1 (spontanément) : on peut faire un calcul. [L'élève dessine un schéma en barres (figure 4a) par effet de contrat didactique car celui-ci a été étudié en classe.]

Les bandes qui sont dessinées par l'élève ne correspondent pas au contexte du problème. Les nombres sont écrits dans l'ordre d'énonciation. La perte de la visualisation de la chronologie dans ce schéma en barres est une difficulté et particulièrement pour les élèves du SDA qui l'utilisent tel qu'ils l'ont systématisé en classe avec la recherche du tout à partir de la connaissance de deux parties. L'enseignante débute donc une construction avec les élèves d'un schéma en barres, concordant avec la situation (figure 4 b), par une série de questions pour identifier la plus grande quantité : « est-ce qu'elle est connue ou est-ce que c'est ce que je la cherche ? ».

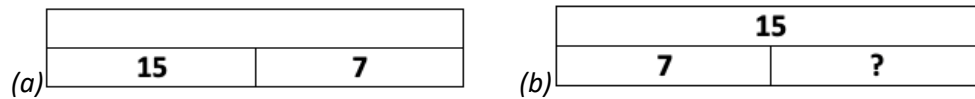


Figure 4.

(a) Schéma en barres proposé par un élève ; (b) Schéma 1 élaboré par le groupe restreint lors du SDA

Puis elle engage une discussion sur l'utilisation d'un tel schéma qui représente mathématiquement le problème. Devant les réponses très hésitantes des élèves, elle leur demande s'ils peuvent proposer une autre façon de représenter le problème. Bien que cette représentation ait été initiée par un élève, elle ne semble pas utile aux élèves du SDA qui n'arrivent pas à s'en emparer pour modéliser. E4 propose d'utiliser le tableau de numération qu'il possède en version réduite et plastifiée dans son bureau, mais n'arrive pas à trouver le résultat attendu, tandis que E2 propose un schéma avec des bulles que le groupe complète collectivement avec les données de l'énoncé. Dans la bulle symbolisant la transformation, E2 veut écrire 7. L'enseignant demande alors comment identifier s'il s'agit d'une perte ou d'un gain. E2 propose de mettre une croix. La négociation pour mettre des signes qui explicite la perte ou le gain conduit à la figure 5.

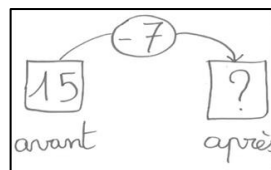


Figure 5. Schéma 2 élaboré par le groupe restreint lors du SDA

Trois techniques de calcul ont émergé que les élèves verbalisent :

E1 : ah oui, 8, 7+8

E2, j'ai fait 15 et j'ai tout mis à l'envers, 15, 14, 13...8 donc ça fait 8

PE : tu as fait 15-7

E1 : bravo (E2)

E3 : on peut aussi partir de 7 et aller jusqu'à 15.

Le deuxième problème traité se situe dans un contexte de bus et deux arrêts. L'enseignante fait le choix d'utiliser du matériel tangible (boîte et jetons) pour simuler le problème.

2 Les techniques des élèves lors du SDP

Lors de la séance en classe entière, les énoncés des problèmes sont donnés aux élèves avec pour consigne : « Vous devez résoudre les problèmes et écrire comment vous avez fait. Vous pouvez écrire un calcul, faire un schéma, ce que vous voulez ». Nous pouvons constater qu'une majorité d'élèves, en dehors des élèves du SDA, emploient des représentations symboliques pour tous les problèmes (figure 6).

Problème n°1 :

David avait 19 petites voitures. Il en donne 7 à Emmy.

Combien David a-t-il de petites voitures maintenant ?

Problème n°2 :

A la piscine, Diego jette 15 cerceaux dans l'eau.

Iris en récupère 6 et Zineb en récupère 4.

Combien reste-t-il de cerceaux dans l'eau ?

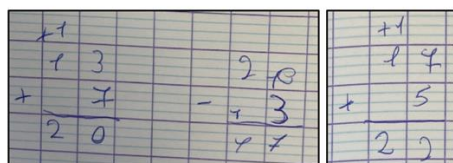
Problème n°3 :

Ce matin, Rachel avait 13 billes. Diego lui en donne 7.

A la récréation, elle en perd 3.

Pendant le temps cantine, elle en gagne 5.

Combien Rachel a-t-elle de billes maintenant ?

**Problème n°4 :**

Un bus part de Marseille en direction de Paris.

Il s'arrête à Aix en Provence et Lyon.

En partant de Marseille 18 personnes sont dans le bus.

A Aix en Provence, 3 personnes montent et 5 descendent.

A Lyon, 6 personnes montent et 3 descendent.

Combien y a-t-il de personnes dans le bus à Paris ?

$$18 + 3 - 5 + 6 - 3 = 19$$

Figure 6. Modélisations des élèves hors SDA pour T

Les énoncés des problèmes 1 et 2 comportent uniquement des transformations négatives avec une ou deux étapes. Les problèmes 3 et 4 utilisent des transformations positives et négatives avec plusieurs étapes. Ainsi, les problèmes 3 et 4, voire le 2, peuvent être qualifiés de problèmes complexes, au sens de Houdement (2017), en opposition au problème 1, basique, dont il peut être attendu un traitement automatisé à la fin du cycle 2. Concernant les élèves du SDA, E2 et E3 utilisent des représentations iconiques pour l'ensemble des problèmes alors que E1 et E4 essaient d'utiliser une technique institutionnalisée (schéma en barres) ou introduite lors du SDA (schéma utilisant des bulles qui représentent l'état initial et la transformation) (Tableau 1).

	Productions élèves	Commentaires
E1		L'élève E1 utilise un schéma en barres qu'il ne maîtrise pas pour le problème 1. Il s'est enfermé dans cette représentation et n'a pu en sortir. Il n'a traité qu'un seul problème sur les 6 proposés.
E2		La représentation utilisée pour le problème 2 est également iconique, mais avec un niveau d'abstraction supérieure car les cerceaux sont identifiés par de simples barres qui ne sont pas différenciées par des couleurs en fonction des personnages. E2 considère donc seulement la perte d'objets par rapport à la quantité de départ, indépendamment du personnage concerné. Il trouve un résultat correct.
E3		E3 utilise une représentation iconique dans le problème 2. Cependant, il a ressenti le besoin de dessiner un personnage et de simuler le problème en attribuant, à l'aide de couleurs différentes, des objets aux personnages. Il trouve un résultat correct pour ce problème.
E4		L'élève E4 tente d'utiliser le schéma étudié lors du SDA, mais n'arrive pas au bout du calcul du premier problème. Dans la suite, il fonctionnera uniquement en annonçant qu'il compte à rebours, même si la technique utilisée additionne des termes, avec des erreurs de calculs.

Tableau 1. Quelques schémas produits par les élèves du groupe restreint lors du SDA

Lors du SDA post, certains problèmes ont été repris en partant des schémas des élèves, pour les faire évoluer vers une modélisation des problèmes considérés.

3 Observations des élèves du SDA

Du point de vue topogénétique, lors de la séance en classe entière, les quatre élèves du SDA occupent une position d'élève qui est médiane, voire haute dans la classe. Deux élèves sur quatre sollicitent la parole

dans les phases d'échanges collectives, mais tous semblent investis dans ces temps collectifs, ce qui n'est pas leur cas d'habitude. Nous pouvons constater une synchronisation de trois élèves sur quatre du SDA avec les autres élèves du groupe classe. Ils sont entrés dans la recherche de la résolution des problèmes, même si les procédures de dénombrement sont omniprésentes pour les élèves E2 et E3. En revanche, les représentations mathématiques des problèmes pour les élèves E1 et E4 ne sont, globalement, pas pertinentes ; ils n'ont pas résolu correctement ces problèmes. E1 n'a traité que le premier problème et E4 les trois premiers. Contrairement aux autres élèves du groupe classe qui utilisent des représentations symboliques pour modéliser les situations, deux élèves du SDA utilisent des schématisations iconiques pour représenter les différentes situations des énoncés. Ces techniques doivent évoluer, mais elles leur ont tout de même permis de résoudre correctement les trois premiers problèmes. Ceci étant, l'enseignante indique que ces élèves du groupe restreint sont, d'ordinaire, très passifs et ne produisent quasiment aucune recherche dans les activités mathématiques de résolution de problèmes. Ce dispositif a permis pour, au moins 3 élèves, d'être actifs et de s'engager dans la résolution des problèmes avec des techniques de résolution de la tâche efficace pour deux d'entre eux.

La comparaison du prétest et du post-test montre une augmentation du taux de réussite lors du post-test (figure 7). On peut y voir les effets du dispositif préventif sur les élèves du groupe restreint. En effet, l'analyse des post-tests montre que, seul l'élève E1 n'a pas répondu correctement à la recherche de l'état final dans un problème de transformation car il a utilisé un schéma en barres non correct. E4 a utilisé un schéma similaire à celui étudié dans le SDA. E2 et E3 ont effectué uniquement un calcul et ont renoncé à dessiner ou symboliser les objets par des barres pour représenter la situation dans le cadre d'un problème basique à une étape.

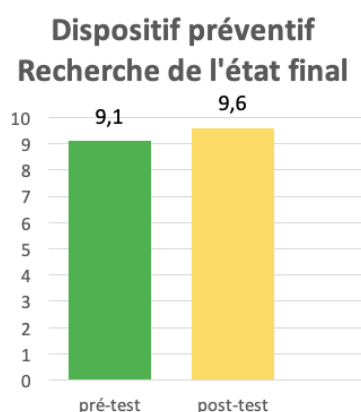


Figure 7. Prétest et post-test pour le type de tâche T dans le dispositif préventif

V - LA CLASSE 2 : LE DISPOSITIF DNL

1 Les séances 6, 8 et 9 de mathématiques du dispositif DNL

Dans ce dispositif, nous présentons uniquement les séances 6, 8 et 9 du dispositif (annexe 1) car ce sont des séances de mathématiques.

Lors de la séance 6, l'enseignante écrit un énoncé de problème au tableau :

This is my bus. There are 9 cats in my bus. At my first stop 2 cats get on my bus. At my second stop 7 cats get on my bus. At my last stop 3 cats get on my bus.

Les élèves vont, dans un premier temps, proposer une question en anglais à ce problème : *How many cats are in my bus?* Puis, le groupe classe entre dans une phase d'explicitation de la situation au travers de questions/réponses. Les questions de compréhension et les consignes sont énoncées en anglais par l'enseignante qui reprend des explications en français lorsque cela s'avère nécessaire. Les élèves répondent essentiellement en français. Après une recherche individuelle, une mise en commun va

permettre de mettre en évidence différentes procédures de résolution. Ensuite, les élèves s'entraînent à résoudre puis créer des problèmes de transformations. Pour ces tâches de création de problèmes, les élèves sont placés par binômes. À tour de rôle, l'un crée un problème en complétant une fiche support similaire à celle de la figure 3 et l'autre le résout. Les élèves utilisent les pictogrammes, qui ont été introduits progressivement dans les premières séances du dispositif, pour communiquer en anglais.

La séance 7 est une séance de langue qui introduit la transformation négative (gets/get off).

La séance 8 est similaire à la séance 6 avec des transformations positives et négatives. Lors de la mise en commun, les techniques utilisées par les élèves pour résoudre le problème sont institutionnalisées et hiérarchisées. Elles constituent une trace écrite relative à un problème de référence qui est distribuée à chaque élève au début de la séance 9. La séance 9 se déroule en langue française avec des énoncés qui sont similaires à ceux utilisés pour la classe 1 (figure 6). Les élèves vont résoudre des problèmes en français. Ils ont à leur disposition un schéma similaire à celui de la figure 3 et la trace écrite avec les techniques institutionnalisées (figure 8) qui a servi de mémoire de la classe pour faire un retour en début de séance sur le travail effectué précédemment. La recherche est individuelle.

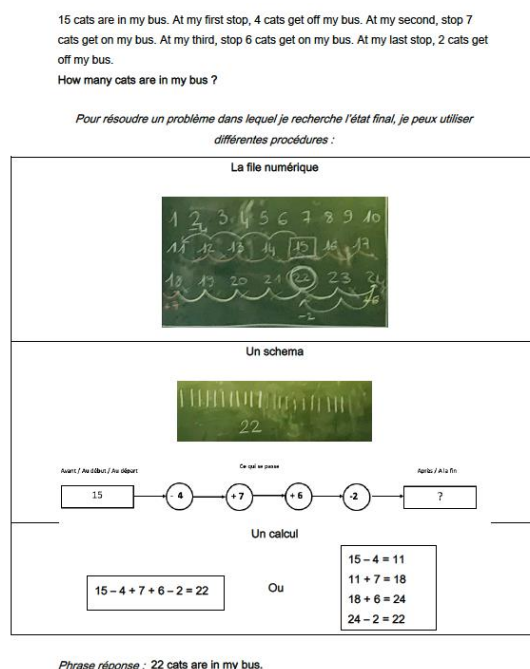


Figure 8. Trace écrite de différentes techniques de résolution d'un problème de référence dans le dispositif DNL

2 Les techniques utilisées par les élèves lors de la séance 9

Une majorité d'élèves recourent à des représentations symboliques, certaines proches des objets tangibles des énoncés et d'autres plus abstraites avec des schémas ou des écritures mathématiques (annexe 3). Une institutionnalisation a été faite avant cette séance (figure 8). Elle met en référence l'utilisation de différentes techniques de résolution : l'utilisation d'une file numérique, d'une représentation avec des barres associée à une procédure de dénombrement, d'un schéma avec des bulles et d'un calcul. Ainsi, les productions des élèves sont issues directement des schémas institutionnalisés pour le problème de transformation d'états de référence dans un contexte de bus avec des arrêts. L'analyse des productions des élèves montre qu'une partie des élèves continue d'utiliser des représentations analogiques, avec des barres, des croix ou des ronds, alors que d'autres emploient des représentations plus élaborées avec des schémas utilisant une ligne du temps et symbolisant les différentes étapes par des bulles, notamment pour les problèmes 3 et 4. Enfin, on peut relever que seulement quelques élèves utilisent des opérations en lignes ou en colonnes. Quel que soit le mode de représentation des énoncés

des problèmes, une majorité d'élèves symbolisent les étapes du problème au fur et à mesure de la lecture, voire les modélisent. Voici quelques exemples de productions d'élèves.

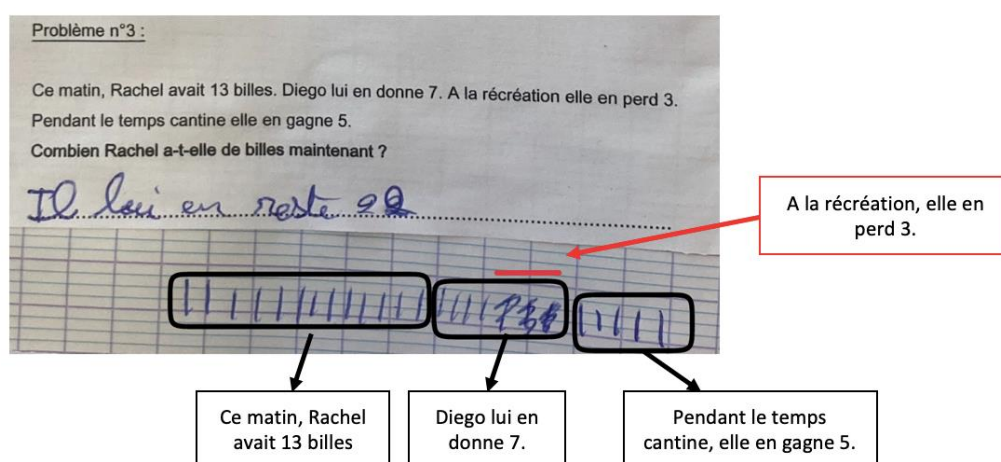


Figure 9. Production d'un élève pour la résolution du problème 3

Dans la figure 9, l'élève représente une bille par une barre. Il ajoute des barres lorsqu'il y a un gain et les hachure lorsqu'il y a une perte. Il suit l'ordre d'énonciation du texte et schématise les actions du personnage au fur et à mesure de l'histoire du texte du problème. Puis, il compte le nombre de barres restantes pour communiquer une réponse correcte.

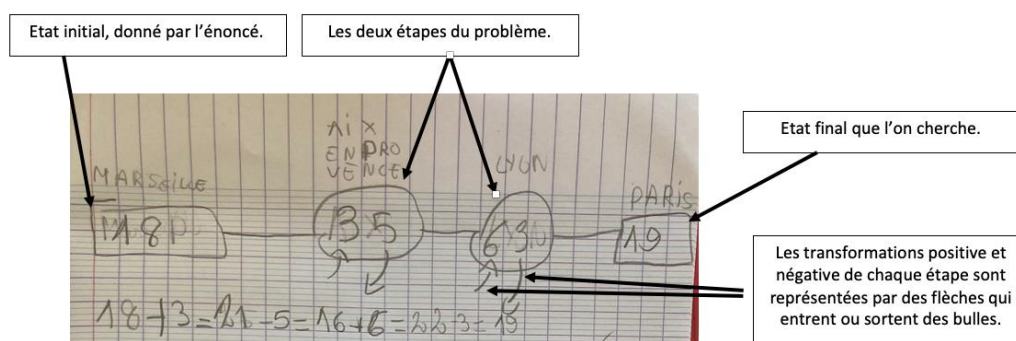


Figure 10. Production d'un élève pour la résolution du problème 4

La production de l'élève, dans la figure 10, montre l'utilisation d'une ligne du temps avec une représentation de l'état initial et de l'état final par des formes rectangulaires et des formes arrondies pour les deux étapes. Les transformations positives sont représentées par des flèches qui entrent dans les formes arrondies et les transformations négatives par des flèches qui en sortent. L'élève écrit une série d'opérations pour trouver le résultat correct qu'il écrit ensuite dans la case de l'état final. Ces calculs ne sont pas correctement écrits d'un point de vue strictement mathématiquement, mais ils traduisent le chemin de pensée de l'élève. En effet, ce dernier a calculé les résultats intermédiaires, à savoir le nombre de personnes présentes dans le bus après chacune des transformations. Ces écritures sont reprises ultérieurement par l'enseignante pour les faire évoluer vers des écritures correctes.

Nous pouvons relever la production d'un élève qui a résolu le problème 4 en langue française en utilisant le vocabulaire anglais (figure 11).



Figure 11. Production d'un élève pour résoudre le problème 4, donné en langue française

À la fin de la séance, certaines techniques sont reprises en collectif pour être explicitées et discutées quant à leur efficacité, notamment leur temps de réalisation. Puis, elles sont traduites par une écriture mathématique utilisant des symboles et des chiffres si ce n'était pas le cas.

Les élèves ont donc utilisé des techniques de résolution de la tâche T qui permettent une résolution des problèmes avec une efficacité de 100 %, 78 %, 64 % et 67 % respectivement pour les problèmes 1 ; 2 ; 3 et 4. La comparaison entre le prétest et le post-test (figure 12) montre une augmentation importante du taux de réussite pour les élèves de la classe 2 dans le dispositif DNL. Nous pouvons y voir un effet du dispositif. La forme des énoncés en anglais, les outils et les activités de compréhension de la situation des problèmes, l'utilisation d'un schéma pour représenter ou créer des énoncés des problèmes lors d'activités ritualisées, ont eu un impact sur l'élaboration de praxéologies pour le type de tâche T (résoudre un problème de transformation avec recherche de l'état final).

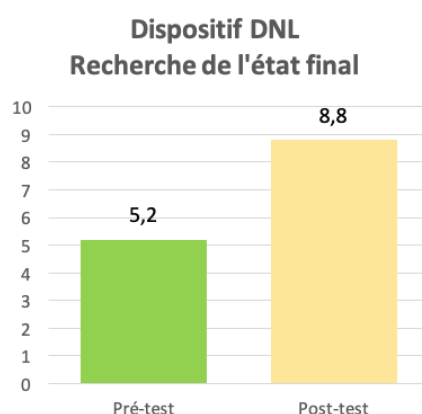


Figure 12. Prétest et post-test pour le type de tâche T dans le dispositif DNL

3 Les énoncés et les outils

En anglais, le nombre de mots connus des élèves est très limité, ainsi les textes des énoncés des problèmes en anglais sont constitués de mots simples et n'utilisent pas de reprises anaphoriques car ce vocabulaire n'est pas enseigné aux élèves à ce niveau de classe. Par conséquent, certains implicites, qui pourraient apparaître avec ces substituts, sont évités. Les énoncés sont donc, dans un premier temps en anglais, simples et n'utilisent aucun substitut pour évoluer, dans un deuxième temps en français, vers des structures plus complexes, notamment avec l'emploi de « en » comme substitut pour éviter des répétitions. Les structures langagières et le vocabulaire font l'objet de séances spécifiques en langue avant les séances de mathématiques. De plus, le travail dans la langue anglaise nécessite, pour que les élèves comprennent, que la situation du problème soit théâtralisée, à travers le mime par exemple. Ce qui contribue à lever des implicites dans la compréhension et expliciter les énoncés des problèmes. Des activités ritualisées sont donc mises en place où les élèves résolvent ou créent des problèmes en anglais. Pour ce faire, ils utilisent des pictogrammes qui leur permettent d'utiliser des phrases en anglais (répondre à une question, lire une question ou encore décrire une situation) et un schéma (figure 3) qui permet de visualiser l'ensemble des états et des transformations.

VI - ÉLÉMENTS DE CONCLUSION

1 Bilan des effets des dispositifs pour les élèves des deux classes

La comparaison entre les prétests et post-tests ainsi que l'analyse des productions des élèves dans la résolution des problèmes relatifs à T montrent que chaque dispositif a eu des effets positifs sur les performances des élèves dans la résolution de problèmes de transformation.

Dans le dispositif préventif, la rencontre avec des milieux similaires à ceux du SDP semble avoir permis à 3 élèves en difficulté sur 4 d'entrer dans la situation lors de la séance en classe entière alors qu'ils sont, à l'ordinaire, passifs lors des tâches de résolution de problèmes. Ces trois élèves se sont davantage synchronisés à l'ensemble du groupe classe en étant actifs et en entrant dans un processus de compréhension et de résolution. Les objets désensibilisés, considérés par l'enseignant, comme maîtrisés pour les élèves et pouvant servir d'appui, ne le sont pas complètement par ces élèves. Le travail en amont a permis d'en mobiliser certains pour une meilleure appréhension. Cependant, cela nécessite plus de temps et s'inscrit dans une démarche au long terme de réactivation et d'explicitation supplémentaire des objets déjà rencontrés en classe. Il semble également important de prendre en compte les obstacles liés aux calculs qui empêchent certains élèves en difficultés ne serait-ce que d'entrer dans les énoncés de problèmes. En effet, les élèves E1 et E4 sont persuadés qu'il est inutile d'essayer de résoudre un problème puisqu'ils ne maîtrisent pas les calculs qui sont travaillés en classe. Cela passe par un travail spécifique plus important sur les calculs, mais également par des adaptations ponctuelles (calculatrice, tables d'addition ou de multiplication...) qui allégeraient la tâche de l'élève, notamment lors des moments de première rencontre avec de nouveaux objets mathématiques.

Dans le dispositif DNL, l'ensemble de ce qui a été mis en place pour rendre possibles les séances de mathématiques en anglais a permis à un nombre conséquent d'élèves de la classe 2 de comprendre les situations des problèmes et d'élaborer des procédures efficaces pour la résolution de problèmes de transformation d'états avec la recherche de l'état final. Le nécessaire travail d'explicitation des séances en DNL au niveau du lexique, des implicites du texte et donc de la compréhension du problème a un impact sur le coût temporel total de l'ensemble des activités liées au type de tâches considéré. Cependant, cela a eu un effet sur les praxéologies élaborées par les élèves relativement à ce même type de tâches. Les techniques institutionnalisées, notamment celles liées au dénombrement, doivent cependant évoluer vers d'autres plus efficaces.

2 Que retirer de cette expérimentation ?

Cette étude montre que le travail dans les deux dispositifs a aidé les élèves à entrer dans la compréhension des énoncés. Il a eu un effet sur la résolution de problèmes et donc sur l'activité mathématique des élèves. Cependant, les schémas institutionnalisés tels que le schéma en barres dans la classe 1, n'ont pas été une aide pour des élèves qui sont en difficultés car ils n'en ont pas une maîtrise suffisante et l'utilisent parfois par effet de contrat didactique. Le travail dans le SDA du dispositif préventif a fait émerger une représentation d'un élève que le groupe restreint a fait évoluer pour la rendre efficace. Nous pouvons retrouver cette même idée de partir des représentations des élèves dans la classe 2 avec la trace écrite qui est proposée pour un problème de référence. En effet, celle-ci institutionnalise l'ensemble des procédures proposées par les élèves en les hiérarchisant de la moins experte à la plus experte. Il paraît très intéressant de partir des représentations et des procédures des élèves puis de les faire évoluer vers des modélisations plus efficaces. Les élèves pourraient choisir un type de représentations parmi un ensemble de possibilités sans qu'un schéma unique ne soit imposé. Le processus de modélisation doit donc s'inscrire dans un temps long pour l'ensemble du groupe classe. Ces objets pourraient ensuite être repris dans un système didactique auxiliaire tel que proposé dans le dispositif préventif pour des élèves identifiés comme étant en difficultés.

Dans le dispositif DNL, nous pouvons noter la multiplicité et la répétition des activités permettant aux élèves de s'approprier progressivement les étapes des problèmes de transformation ainsi que la création de problèmes et le brassage des notions dans des temps ritualisés en début de chaque séance. Lors d'un entretien, l'enseignante du dispositif DNL pointe le fait que, paradoxalement, les élèves rencontrent beaucoup moins de difficultés de lecture et de compréhension (décodage et implicite du texte) lorsqu'ils sont en anglais par rapport aux situations-problèmes qu'elles utilisaient en langue française car chaque étape est décomposée avant la séance de mathématique. De plus, les situations sont mimées et

représentées sur un schéma. Un travail langagier précède une séance de mathématiques et l'enseignante dispose donc de temps pour expliciter une notion ou un mot. Les énoncés utilisés dans ce dispositif emploient, dans un premier temps, un vocabulaire anglais simple et sans reprises anaphoriques pour évoluer vers des énoncés plus complexes en français, lorsque les élèves ont déjà acquis une certaine maîtrise de la résolution de ces problèmes. Les valeurs numériques utilisées en anglais sont inférieures à 25, ainsi les difficultés liées à la gestion des calculs sont diminuées.

Il semble donc que ces deux dispositifs apportent quelques éléments de réflexion à l'enseignement-apprentissage de la résolution de problèmes en général et plus particulièrement des problèmes de transformation d'états.

Cette étude collaborative a nécessité un suivi individualisé des enseignantes qui leur a permis de mener une réflexion sur la planification de l'enseignement et l'accompagnement de leurs élèves dans la compréhension et la modélisation de problèmes arithmétiques de transformation d'états. Cette expérimentation a été également l'occasion d'étudier les difficultés rencontrées par les enseignantes dans l'enseignement de la résolution de problèmes.

VII - BIBLIOGRAPHIE

- Assude, T., Koudogbo, J., Million-Fauré, K., Morin, M.-P., Tambone, J. et Theis, L. (2016 a). Mise à l'épreuve des fonctions d'un dispositif d'aide aux élèves en difficultés en mathématiques. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education* 16(1), 1-35.
- Assude, T., Million-Fauré, K., Koudogbo, J., Morin, M.-P., Tambone, J. et Theis, L. (2016 b). Du rapport entre temps didactique et temps praxéologique dans des dispositifs d'aide associés à une classe. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 36 (2), 197-226.
- Chevallard, Y. (1989). Le passage de l'arithmétique à l'algèbre dans l'enseignement des mathématiques au collège. *Petit x*, 19, 43-72.
- Chevallard, Y. (1998). Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques : l'approche anthropologique. *Actes de l'Université d'été*, 4 – 11 juillet 1998, La Rochelle, IREM de Clermont-Ferrand, 91-120.
- Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 19 (2), 221-266.
- Houdement, C. (2017). Résolution de problèmes arithmétiques à l'école. *Grand N*, 100, 59-78.
- Ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse. (2020). Guide pour l'enseignement des langues vivantes. Cycles 2 et 3. (ressource en ligne, consultée le 01/09/2023),
Url : <https://eduscol.education.fr/164/langues-vivantes-cycles-2-3-et-4>
- Ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse. (2020). Guide pour l'enseignement en langue vivante étrangère de l'école au lycée. (ressource en ligne, consultée le 01/09/2023), Url :
<https://eduscol.education.fr/366/guide-pour-l-enseignement-en-langue-vivante-etrangere-de-l-ecole-au-lycee>
- Ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse. (2022). La résolution de problèmes mathématiques au cours moyen. (ressource en ligne, consultée le 01/09/2023),
Url : <https://eduscol.education.fr/3107/guides-fondamentaux-pour-l-enseignement>
- Million-Fauré, K., Theis, L., Assude, T., Koudogbo, J., Tambone, J. et Morin, M.-P. (2018 a). Comparaison des mises en œuvre d'un même dispositif d'aide dans des contextes différents. *Éducation et didactique*, 12 (3), 43-64.
- Million-Fauré, K., Theis, L., Tambone, J., Koudogbo, J., Assude, T. et Hamel, V. (2018 b). Appropriation par un enseignant d'un dispositif d'aide pour l'enseignement des mathématiques. *Spirale, revue de recherches en Éducation*. Supplément électronique au N° 61, 41-56.

Sensevy, G., Mercier, A. et Schubauer-Leoni, 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.

Tambone, J. (2014). Enseigner dans un dispositif auxiliaire : le cas du regroupement d'adaptation et de sa relation avec la classe d'origine de l'élève. *Les sciences de l'Education-pour l'ère nouvelle*, 47(2), 51-71.

Theis, L., Assude, T., Tambone, J., Morin, M.-P., Koudogbo, J., et Marchand, P. (2014). Quelles fonctions potentielles d'un dispositif d'aide pour soutenir la résolution d'une situation-problème mathématique chez des élèves en difficulté du primaire ? *Éducation et Francophonie*, 42 (2), 160-174.

Theis, L., Morin, M.-P., Tambone, J., Assude, T., Koudogbo, J., et Million-Fauré, K. (2016). Quelles fonctions de deux systèmes didactiques auxiliaires destinés à des élèves en difficulté lors de la résolution d'une situation-problème mathématique ? *Annales de didactique et de sciences cognitives. Revue Internationale de Didactique des Mathématiques*, 21, 9-38.

Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10(2-3), 133-170.

ANNEXE 1 : EXTRAIT DE LA SÉQUENCE D'ENSEIGNEMENT DU DISPOSITIF DNL

	Objectifs langagiers	Objectifs mathématiques
Séance 1 Vocabulaire	Comprendre et utiliser le lexique : dog, cat, car, bus, in, my. Utiliser le pluriel des noms.	Révision : écrire les nombres en anglais de 1 à 5.
Séance 2 Découverte de l'album	Découverte de l'album. Connaître le lexique : at first, second, third, last, stop.	Écrire les nombres en anglais de 6 à 10.
Séance 3 « Gets/get on »	Comprendre la règle de formation du verbe à la troisième personne du singulier : to get on.	Écrire les nombres en anglais de 10 à 15.
Séance 4 « answer in a problem »	Comprendre la règle de formation de pluriel du verbe être : is/are. Connaître le lexique : and.	Écrire les nombres en anglais de 15 à 20.
Séance 5 « How many »	Utiliser la question du problème : how many cats and dogs are in my bus?	Champ additif jusqu'à 25.
Séance 6 Recherche de l'état final après transformations positives	Utiliser le vocabulaire et les structures grammaticales travaillées pour comprendre un énoncé.	Rechercher l'état final après plusieurs transformations positives : problème de référence. Champ numérique jusqu'à 25. Coder le champ numérique en utilisant des signes et des symboles mathématiques. Utiliser un schéma pour soutenir sa compréhension.
Séance 7 « Gets/get off »	Comprendre la règle de formation du verbe à la troisième personne du singulier : to get off. Produire un énoncé « Nombre + animal gets/get off my bus ».	Champ additif jusqu'à 25.
Séance 8 Recherche de l'état final après transformations négatives	Utiliser le vocabulaire et les structures grammaticales travaillées pour comprendre un énoncé.	Recherche de l'état final avec transformations positives et négatives : problème de référence. Champ numérique jusqu'à 25. Coder le champ numérique en utilisant des signes et des symboles mathématiques. Utiliser un schéma pour soutenir sa compréhension.
Séance 9 Recherche de l'état final après transformations positives et négatives	Utiliser le vocabulaire et les structures grammaticales travaillées pour comprendre un énoncé.	Utiliser les procédures dans la résolution de problème avec recherche de l'état final après transformation positive ou négative (une ou plusieurs étapes). Champ numérique 1 à 25. Utiliser un schéma pour soutenir sa compréhension.

ANNEXE 2 : PRE-TESTS ET POST-TESTS**Prêt test_Problèmes de transformation_CE2
(basés sur la classification de Vergnaud)**

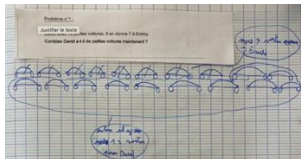
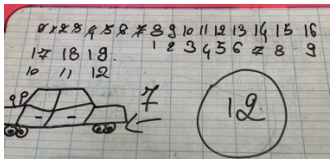
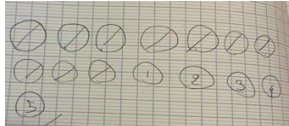
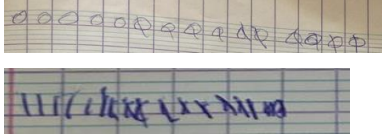
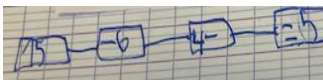
Types de problèmes	Recherche		Problèmes
Transformation état	Etat final (transformation positive)	P1	Léa a 80 billes ce matin. A la récréation, elle gagne 29 billes. Combien Léa a-t-elle de billes après la récréation ?
	Etat initial (transformation positive)	P2	Alex achète des bonbons. Il paie 43 € pour les bonbons. Après les achats, il lui reste encore 89 € dans sa poche. Combien avait-il d'argent avant d'acheter les bonbons ?
	Transformation (positive)	P3	Avant la cantine, Léo avait 112 billes. Après la cantine, il a 232 billes. Combien de billes a-t-il gagné ?
	Etat initial (transformation négative)	P4	Pierre avait des billes. Il a joué et perdu 55 billes pendant la récréation. Il a maintenant 130 billes. Combien avait-il de billes avant la récréation ?

**Post test_Problèmes de transformation_CE2
(basés sur la classification de Vergnaud)**

Types de problèmes	Recherche		Problèmes
Transformation état	Etat final (transformation positive)	P5	Léa a 100 billes ce matin. A la récréation, elle gagne 35 billes. Combien Léa a-t-elle de billes après la récréation ?
	Etat initial (transformation positive)	P6	A l'arrêt de bus, 54 personnes montent dans le bus. Après l'arrêt, il y a 95 personnes dans le bus. Combien y avait-il de personnes dans le bus avant l'arrêt ?
	Transformation (positive)	P7	Avant la récréation, Axel avait 120 billes. Après la récréation, il a 325 billes. Combien de billes a-t-il gagnées ou perdues ?
	Etat initial (transformation négative)	P8	Sarah avait des billes avant la récréation. Elle a perdu 75 billes pendant la récréation. Elle a maintenant 150 billes. Combien avait-elle de billes avant la récréation ?

ANNEXE 3 : PRODUCTIONS DES ÉLÈVES DE LA CLASSE 2 LORS DE LA SÉANCE 9 (DISPOSITIF DNL)

Problème n° 1 : David avait 19 petites voitures. Il en donne 7 à Emmy. Combien David a-t-il de petites voitures maintenant ?	Problème n° 2 : À la piscine, Diego jette 15 cerceaux dans l'eau. Iris en récupère 6 et Zineb en récupère 4. Combien reste-t-il de cerceaux dans l'eau ?
Problème n° 3 : Ce matin, Rachel avait 13 billes. Diego lui en donne 7. À la récréation, elle en perd 3. Pendant le temps de cantine, elle en gagne 5. Combien Rachel a-t-elle de billes maintenant	Problème n° 4 : Un bus part de Marseille en direction de Paris. Il s'arrête à Aix-en-Provence et Lyon. En partant de Marseille 18 personnes sont dans le bus. À Aix-en-Provence, 3 personnes montent et 5 descendent. À Lyon, 6 personnes montent et 3 descendent. Combien y a-t-il de personnes dans le bus à Paris ?

Problèmes		Productions d'élèves		
numéro	taux de réussite			
1	100 %			
2	78 %			
3			