PROCESSUS D'ACCESSIBILITÉ D'UNE TÂCHE COMPLEXE METTANT EN JEU LA PROPORTIONNALITÉ DANS UNE CLASSE DE 4E D'UN EREA

Stéphanie DEGONDE
PLC, EREA Toulouse Lautrec
stephanie.degonde@ac-versailles.fr

Florence PETEERS
MCF, CY Cergy Paris Université
LDAR, F-95000 Cergy-Pontoise, France
florence.peteers@cyu.fr

Cécile RAMECOURT
Formatrice éducation inclusive, CY Cergy Paris Université
cecile.ramecourt@cyu.fr

Résumé
Depuis 3 ans, le groupe IREM Accès Ô Maths analyse des tâches complexes existantes et les teste au collège (cycles 3 et 4) auprès d'élèves à besoins éducatifs particuliers (BEP). L'objectif est d'observer leur mise en œuvre en classe et d'identifier les leviers d'accessibilité. Dans cette communication, nous nous intéressons aux conditions d'accessibilité d'une tâche complexe mettant en jeu la proportionnalité dans une classe de 4e d'un EREA (Etablissement Régional D'enseignement Adapté). Sous le prisme de la double approche (Robert & Rogalski, 2002) ainsi que de la cible de Benoit catégorisée (Yvain-Prébiski & al., 2024), nous avons cherché à analyser les choix réalisés par l'enseignante dans le but de rendre accessible la tâche à l'ensemble de ses élèves et de dégager ses logiques d'action (en particulier en amont de la mise en situation sur la tâche complexe). Notre analyse nous permet d'identifier une « logique d'aplanissement des obstacles liés aux compétences périphériques et spécifiques », fortement pilotée par les besoins des élèves et pensée sur un temps long.

Cet article est le fruit du travail d'un groupe de travail de l'IREMS de Paris, le groupe Accès ô Maths[1] (https://irems.u-paris.fr/groupe-acces-o-maths/). Le groupe a été créé au printemps 2021 avec pour but d'identifier les leviers qui permettent de penser l'accessibilité de tâches complexes relevant de la fin du cycle 3 et du cycle 4 aux élèves en grande difficulté en mathématiques. Une des spécificités du groupe est de réunir des profils très variés : des enseignantes spécialisées (professeures des écoles ou de lycée et collège), une conseillère pédagogique, des formatrices et formateurs (en mathématiques ou école inclusive) et une chercheuse.

Nous présenterons dans cet article une analyse de cas en Etablissement Régional d'Enseignement Adapté (EREA) autour d'une tâche complexe mettant en jeu la proportionnalité. Tout d'abord, nous préciserons quelques éléments de contexte ainsi que les questions qui nous préoccupent. Nous poserons ensuite quelques éléments théoriques sur lesquels nous nous appuierons par la suite ainsi que la méthode

[1] Durant l'année 2023-2024, le groupe était constitué de Stéphanie Degonde, Bastien Faliu, Corinne Hallégot, Gilles Muller, Florence Peteers, Agnieszka Rabe, Cécile Ramecourt, Sophie Revellin, Gabriela Vayaboury et Magali Wydasz.

employée. Puis, nous présenterons l'analyse des pratiques déclarées et leurs effets attendus en termes d'accessibilité. Enfin, nous établirons un bilan et proposerons des perspectives du point de vue de la recherche ainsi que de la formation.

I - CONTEXTE ET QUESTIONS

Dans cette première section, nous exposerons quelques éléments relatifs à l'établissement, aux élèves, ainsi qu'à la tâche complexe qui sont au centre de notre travail.

1 Présentation de l'EREA

Une présentation de l'établissement s'impose, tant il est exceptionnel en France. L'EREA de Vaucresson, appelé « Lycée Toulouse Lautrec », est l'un des quatre-vingt-deux EREA de France et l'un des six scolarisant des élèves avec handicap moteur. C'est également l'unique EREA français qui accueille aussi des élèves valides. Il scolarise des jeunes du CP au BTS (brevet de technicien supérieur). L'établissement est associé au CSR (centre de soin et de rééducation) dépendant du ministère de la santé, dans lequel travaillent de nombreux professionnels médicaux et paramédicaux. Un internat, réservé aux élèves en situation de troubles moteurs, accueille 125 élèves, une partie de l'internat est médicalisé pour les élèves qui nécessitent une surveillance nocturne.

Les élèves en situation de handicap moteur accueillis dans l'établissement sont des élèves souffrant d'une forte dépendance, près de la moitié ont des troubles cognitifs associés à une dyspraxie sévère ou encore nécessitent des soins fréquents (de plusieurs fois par heure, à plusieurs fois par jour ou par semaine). L'inclusion en établissement ordinaire n'est souvent pas envisageable pour ces élèves, tant les soins sont importants ou la pathologie complexe. Parfois les élèves arrivent dans l'établissement lorsque l'inclusion ne répond plus ou répond mal à leurs besoins : par exemple, régression sur le plan moteur à cause d'une incapacité de suivre les séances de kinésithérapies quotidiennes nécessaires, ou bien régression sur le plan de l'autonomie dûe à l'absence de toilettes adaptées et de personnel étant formé pour gérer ce point. Les élèves valides sont souvent des fratries d'élèves scolarisés dans l'établissement, ou bien des élèves recherchant des classes à effectifs réduits, des élèves en difficulté scolaire, atteints de troubles du langage et des apprentissages ou de phobie scolaire. Certains viennent par choix de vie, partager leur scolarité avec des élèves en situation de handicap étant vécu comme une chance importante d'éducation à la diversité.

Une des spécificités de l'établissement est de n'accueillir aucun AESH (accompagnant d'élève en situation de handicap) dans les classes. L'objectif principal étant de développer l'autonomie des élèves, les cours sont adaptés afin de permettre aux élèves de se passer de leur aide durant les cours, les effectifs sont très allégés (de 8 à 14 élèves par classe). Des bénévoles viennent servir de secrétaires pour les évaluations, leur rôle est d'écrire exclusivement ce que les élèves leur dictent.

2 Les élèves

L'expérimentation porte sur les classes de Stéphanie qui est membre du groupe Accès ô Maths et co-autrice. Elle est PLC (professeure de lycée et collège) en mathématiques et également enseignante spécialisée. Nous nous intéresserons particulièrement à ses deux classes de 4ème, soit une vingtaine d'élèves. Ces élèves souffrent de pathologies variées, ont des troubles cognitifs variés aussi et près de la moitié ont des troubles des fonctions motrices qui excluent la possibilité de prendre des notes, d'écrire plus ou moins rapidement.

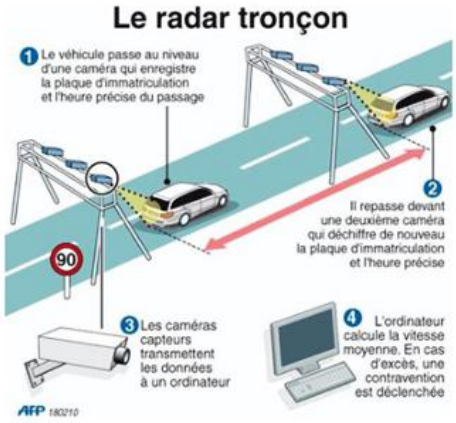
3 La tâche

La tâche complexe relative à la proportionnalité à laquelle nous nous sommes intéressés est une tâche issue de la ressource Eduscol « Mathématiques et quotidien »[2] intitulée « Le radar tronçon » (voir Figure 1). Cette tâche a également donné lieu à un cahier de lesson study rédigé par le groupe « Activités » de l'IREM de Rouen. Elle a été choisie par Stéphanie pour plusieurs raisons. Tout d'abord car elle fait intervenir des notions travaillées durant le cours de sciences (vitesses moyennes) et qu'il s'agit d'un fil rouge dans la construction de sa séquence sur la proportionnalité, comme nous le verrons par la suite. De plus, elle a accompagné des étudiants (MEEF 1 et MEEF 2, INSPE d'Evry) sur cette situation lors de l'animation d'une formation dans le cadre des Lessons Studies et était curieuse de voir la réaction de ses propres élèves face à cette situation.

Sur une zone de contrôle de 9 km, la vitesse est limitée à 90 km/h.

Pour contrôler la vitesse des véhicules, il existe un nouveau type de radar : **les radars tronçons**. Ce type de radar permet de mesurer la vitesse moyenne d'un automobiliste sur un tronçon de plusieurs kilomètres.

Un automobiliste a parcouru les cinq premiers kilomètres à la vitesse moyenne de 110 km/h. S'apercevant soudain qu'il est dans une zone contrôlée par un « radar tronçon », il décide d'abaisser sa vitesse à 60 km/h sur les quatre derniers kilomètres. On peut se poser au moins deux questions.



1. Sera-t-il verbalisé ?
2. À quelle vitesse moyenne maximale aurait-il pu rouler sur les quatre derniers kilomètres pour ne pas être verbalisé ?

Figure 1. Tâche du radar tronçon

Nous nous posons alors les questions suivantes : **Quels choix fait Stéphanie, en particulier en amont de la séance, pour rendre accessible la tâche des radars tronçons ? Comment catégoriser les effets attendus ?**

II - CONCEPTS, CADRE MÉTHODOLOGIQUE ET MÉTHODE

Dans cette section, nous préciserons ce que nous entendons par accessibilité et nous présenterons les éléments théoriques sur lesquels nous nous appuyons ainsi que notre méthode.

1 L'accessibilité comme fil conducteur

Dans l'article 1 du code de l'éducation[3], « le service public de l'éducation […] reconnaît que tous les enfants partagent la capacité d'apprendre et de progresser. Il veille à la scolarisation inclusive de tous les enfants, sans aucune distinction ». Pour permettre cette scolarisation inclusive :

[2] https://eduscol.education.fr/document/17206/download

[3] https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000043982767

> *Il apparaît dès lors que la prise en compte du continuum des besoins constitue un facteur déterminant pour l'émergence de pratiques scolaires de non-discrimination, en appui sur la notion d'accessibilité pédagogique et en relation avec une conception écologique, non médicalisée et scolairement située des difficultés d'apprentissage rencontrées par les élèves. Cette approche se présente comme le moyen de penser et de réaliser une école pour tous, sans recours à la catégorisation médicale et à l'enseignement séparé (Benoit, 2017, p. 23). Dans cette perspective nouvelle, le traitement pédagogique ou didactique, destiné à rendre accessible et par conséquent inclusive la situation d'apprentissage, se substitue au traitement institutionnel et curriculaire de la diversité des élèves.* (Benoit, 2020, p.67)

Le texte de Benoit illustre bien le changement de paradigme entre deux discours : celui médical (centré sur l'élève à besoins éducatifs particuliers) et celui inclusif. Pour parler de scolarisation inclusive, il est nécessaire de permettre à toutes et à tous les élèves de « prendre le même départ » donc de rendre accessible les apprentissages. Cette volonté doit être présente à différents niveaux : celle de l'enseignant·e seul·e dans sa classe, celle de la collaboration entre enseignant·es et celle, plus globale de l'organisation du système scolaire, son architecture. D'ailleurs la notion d'accessibilité universelle vient du domaine de l'architecture où cette conception universelle, appelée « Universal design »pense l'accessibilité physique en amont de la construction des bâtiments pour éviter les adaptions ou les compensations à postériori. Pour transposer ce concept de conception universelle à l'éducation, Kame'enui et Simmons (1999) emploient le terme de rampe cognitive. C'est une métaphore pour exprimer l'idée qu'il est possible de rendre compréhensible pour tous (ou presque) l'entrée dans les activités en évitant les obstacles inutiles. Rendre accessible ne veut pas dire simplifier. Pour rendre effective cette rampe d'accès cognitive, les enseignant·es, dans leur classe, avec les équipes pédagogiques des établissements et plus largement au sein de l'éducation nationale disposent de différents leviers. Ces leviers sont didactiques, pédagogiques, environnementaux. Le choix de la tâche, des objectifs, des supports, de la temporalité, de leur posture enseignante, des modalités de travail, des types de rendus, des aides disponibles ou encore de la gestion de l'espace sont des exemples de moyens d'actions pour penser cette accessibilité car ces actions s'adressent à tous et non pas à un élève en particulier (Assude et al, 2014). L'objectif de l'accessibilité d'une tâche collective est donc que tous les élèves se retrouvent engagés cognitivement, qu'ils puissent participer, partager et restituer ce qu'ils auront fait et découvert. Si c'est le cas, alors le processus d'apprentissage et de progrès est enclenché. Dans une démarche inclusive de l'enseignement, les aides individuelles peuvent bien sûr être nécessaires, mais pas en première intention.

2 Cadres théoriques

Pour analyser les pratiques de Stéphanie et les caractériser en termes d'accessibilité, nous nous sommes appuyés sur deux cadres théoriques précisés dans la suite de cette section : la double approche de Robert et Rogalski (2002) et la cible de Benoit catégorisée (Benoît, 2020, Yvain-Prébiski & al., 2024).

2.1 La double approche

Notre objectif étant d'analyser les pratiques enseignantes, nous nous appuierons sur le cadre théorique de la double approche développée par Robert et Rogalski (2002). Afin d'étudier la complexité de ces pratiques, Robert et Rogalski proposent une analyse en cinq composantes comme illustré sur la Figure 2.

Les trois premières composantes permettent de dégager les déterminants de ces pratiques en prenant en compte le métier et ses contraintes. Dans la composante personnelle, on retrouve les représentations que l'enseignant·e peut avoir sur ses élèves, sur l'enseignement des mathématiques, … La composante institutionnelle prend en considération les contraintes auxquelles est soumis l'enseignant·e (cadre législatif, programme, horaire, …). Enfin, la composante sociale relève de l'inscription de l'enseignant·e dans un collectif en tenant compte notamment des exigences et attentes de son établissement. Ensuite on a deux composantes liées à l'activité d'enseignement : la composante cognitive regroupe les analyses

liées au scénario d'apprentissage planifié par l'enseignant·e ainsi qu'à ses choix (tâches, modalités, supports, organisation, …). Elle nous renseigne sur l'itinéraire cognitif élaboré par l'enseignant·e. La composante médiative englobe les analyses relatives aux interactions entre les acteurs (discours de l'enseignant·e, aides, modalités de mise au travail, …).

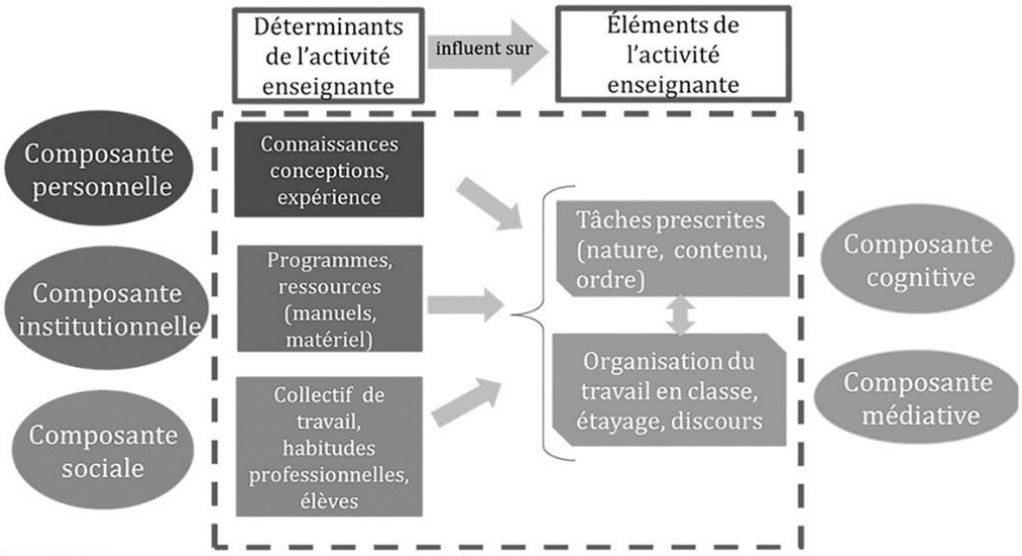


Figure 2. Les 5 composantes de la double approche (Bouard et al., 2022, p. 74)

2.2 La cible catégorisée

La cible de Benoit (Pôle inclusif 78, 2022) permet une hiérarchisation des enjeux de savoirs (voir Figure 3). Pour atteindre le cœur de cible, objectif d'apprentissage fixé par l'enseignant·e, l'élève doit mobiliser à la fois des compétences qui relèvent de la discipline (les compétences spécifiques) mais aussi de nombreuses compétences transversales : les compétences périphériques. Les compétences spécifiques, que les enseignant·es appellent aussi les prérequis, sont bien identifiées au niveau disciplinaire comme étant un déjà-là nécessaire à la réussite de la tâche. En classe, des outils matériels comme des affichages des traces écrites des cours précédents, des propriétés et des théorèmes déjà vus, des procédures et des faits numériques à mémoriser sont des exemples d'étayages qui participent entretenir une mémoire didactique liée à ces compétences spécifiques. En revanche, les compétences périphériques, restent souvent implicites pour les enseignant·es et donc aussi pour les élèves. Par exemple, il est nécessaire de prendre conscience que la longueur d'un énoncé de problème pour un élève petit décodeur est importante. En effet, si cet élève ne termine pas l'activité, ce n'est pas forcément parce qu'il n'a pas les connaissances disciplinaires. Mais que la charge cognitive pour la lecture du texte sera telle qu'après le processus de compréhension de ce texte cet élève ne sera peut-être plus en capacité d'être actif cognitivement pour les processus liés à la résolution de problème, notamment la mise en relation des grandeurs. Autre exemple, l'utilisation des outils géométriques pour des élèves ayant des difficultés de motricité fine ne devrait pas être un obstacle à la compréhension de la construction de figures. Les compétences périphériques prennent souvent le statut d'obstacles impensés à l'atteinte du cœur de cible.

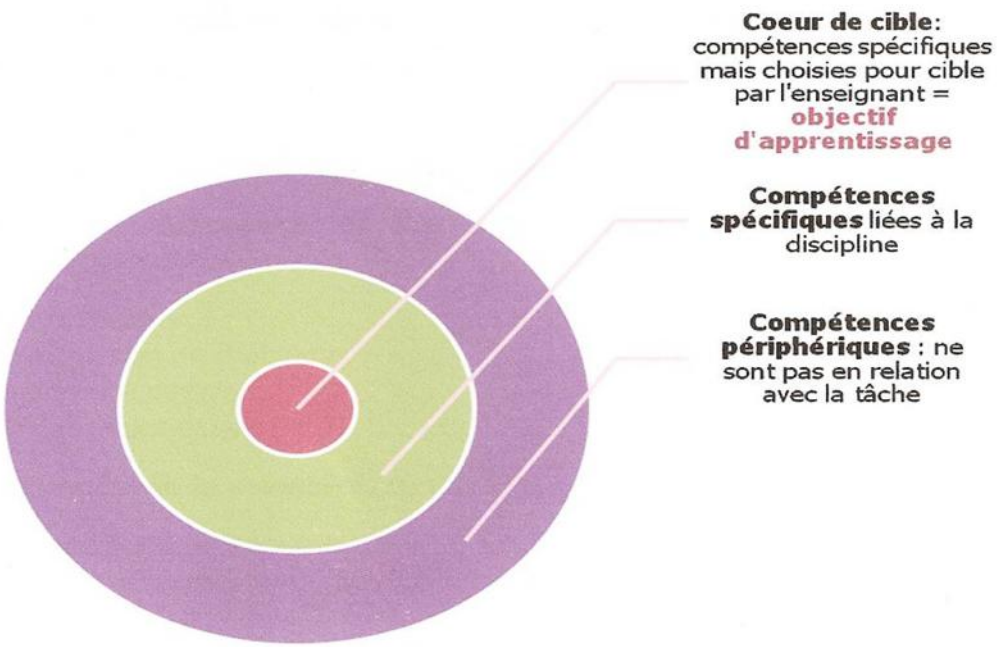


Figure 3. La cible de Benoit

La catégorisation de la cible de Benoit permet d'aller plus loin car elle enclenche :

> *(...) un processus d'analyse de la tâche pour identifier les leviers d'accessibilité. Le terme de processus est essentiel car la cible n'est pas une « photo figée » comme un tableau qu'on remplirait. Elle permet de mettre en évidence les liens et les interactions entre l'entrée par le savoir : « qu'est-ce que l'enseignant·e veut que les élèves apprennent ? », la catégorisation des compétences mobilisées dans la tâche et l'identification des obstacles associés.* (Yvain-Prebiski & al., 2024, pp. 3-4)

Nous avons repris une idée d'Isabelle Dubernard et le référentiel des potentialités et des besoins de Barry (2011) en faisant le choix de prendre en compte au sein de la cible les champs ci-après et de leur donner la signification suivante (voir Figure 4) :

- Le champ cognitif qui correspond à la mobilisation des fonctions cognitives (anticipation, planification, inhibition, mémoire de travail, récupération en mémoire des informations, attention, repérage visuo-spatial, raisonnement, inférences, auto-contrôle, métacognition…) que ce soit dans les compétences spécifiques (liées à la discipline, ici les mathématiques) ou que ce soit dans les compétences périphériques (transversales).
- Le champ des savoirs et des procédures qui lui est lié aux compétences de la discipline travaillée.
- Le champ culturel qui n'est ici pas utilisé dans le sens de Barry (2011), mais qui fait référence aux expériences personnelles et culturelles. Il est souvent associé aux compétences périphériques mais il peut aussi affecter les compétences spécifiques. Prenons comme exemple l'utilisation de patterns peu utilisés en France mais qui est potentiellement intéressant pour développer le sens des nombres et la pensée algébrique.
- Le champ moteur qui est associé aux fonctions sensori-motrices (motricité fine, déplacements, vue, l'ouïe…).
- Le champ relationnel qui revêt la signification de Barry, c'est-à-dire toutes les relations à soi, aux autres, à l'apprentissage, à l'apprentissage avec les autres. Il inclut donc les compétences psycho-sociales.
- Pour finir le champ langagier qui regroupe les différents langages (mathématiques, informatique, linguistique) et le codage, le décodage mais aussi la compréhension d'un écrit.

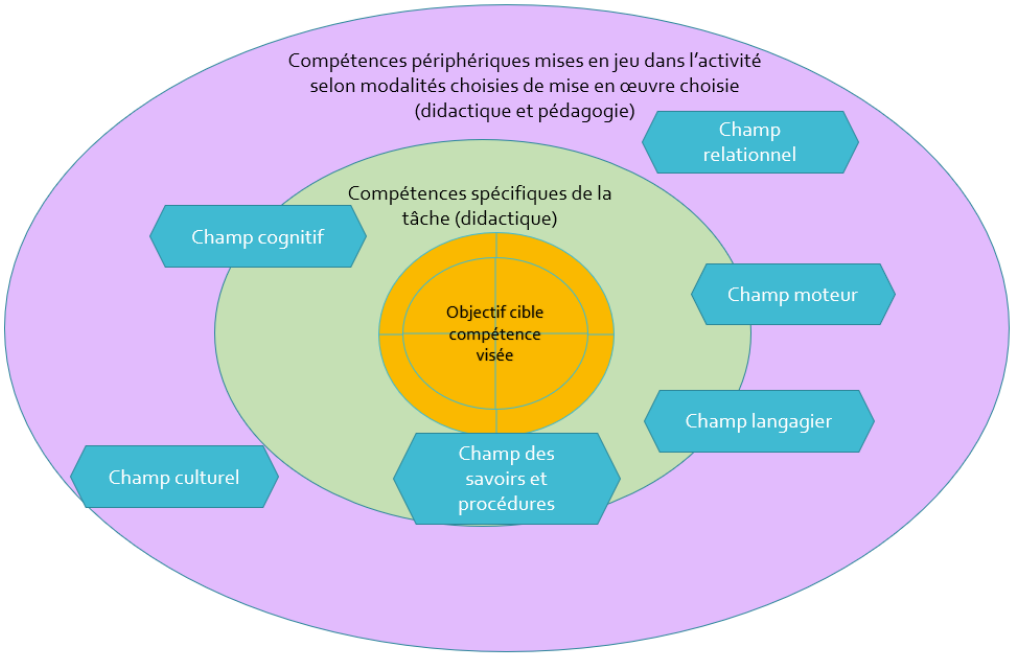


Figure 4. Cible de Benoit catégorisée

La catégorisation permet alors de visualiser l'origine de certains obstacles récurrents dans les champs cognitif, langagier, relationnel ou culturel. Par exemple, en fonction des expériences personnelles des élèves, parfois très éloignées de la culture scolaire, ou de leur représentation mentale, des malentendus peuvent surgir et sont de véritables freins à l'apprentissage. Les champs des savoirs et procédures, cognitifs, langagier et moteur ont été placés à l'intersection des compétences spécifiques et périphériques car en fonction de la tâche les compétences mobilisées dans ces champs peuvent être spécifiques ou périphériques.

Nous avons utilisé la cible catégorisée pour analyser la tâche du radar tronçon. La démarche proposée fait donc référence aux travaux d'Hervé Benoit, de Valérie Barry et a été expérimentée et modélisée par l'équipe de formateurs en éducation inclusive de l'INSPE de Cergy. Elle permet de mener un processus de réflexion en trois temps :

- L'analyse des compétences mobilisées dans la tâche
- L'analyse des obstacles potentiels de la tâche par rapport à l'objectif poursuivi
- L'anticipation de sa mise en œuvre, des aménagements et étayages possibles pour la rendre accessible à tous les élèves

Nous pouvons, sans avoir une volonté d'exhaustivité, proposer dans un premier temps une catégorisation des compétences mobilisées pour réussir la tâche (voir Figure 5).

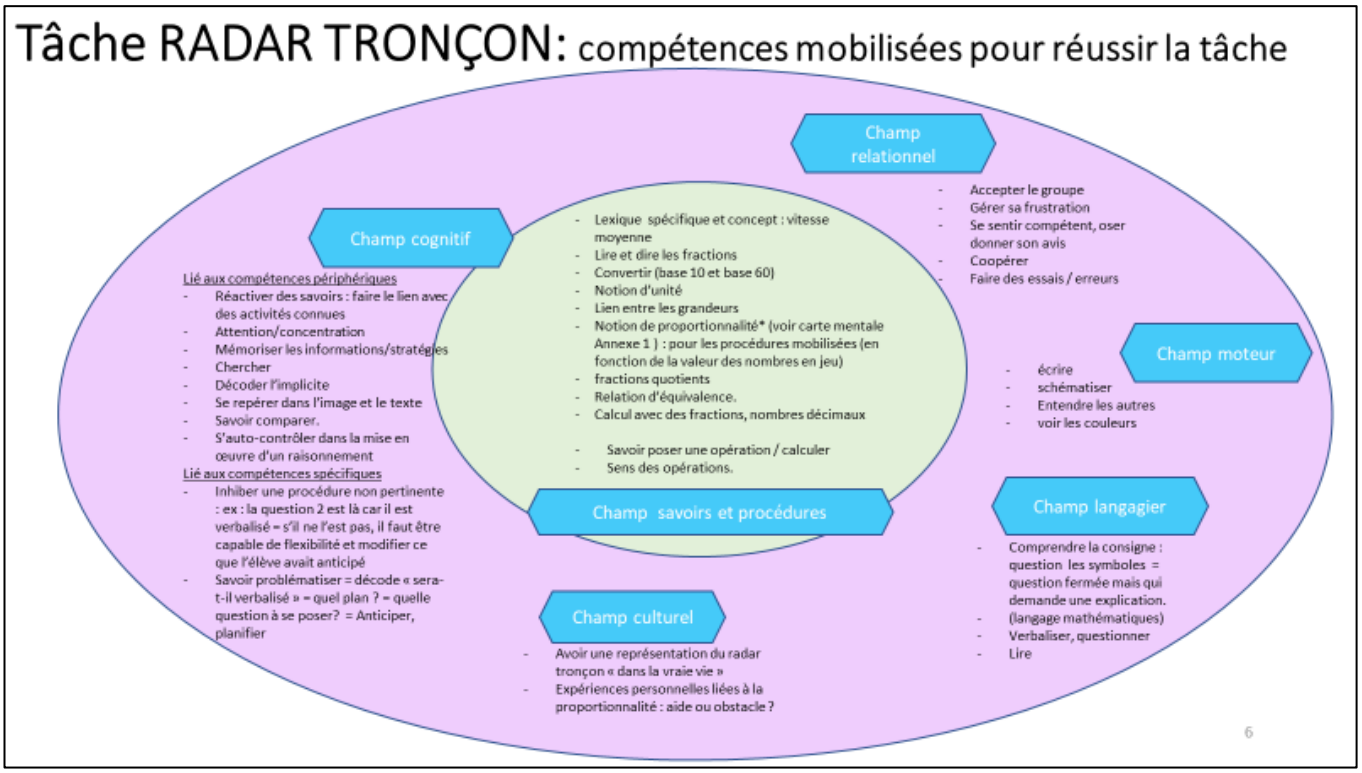


Figure 5. Mise en œuvre de la cible de Benoit catégorisée : compétences en jeu

Sur base des compétences en jeu, nous pouvons ensuite anticiper les obstacles potentiels au regard de l'objectif d'apprentissage (voir Figure 6) ainsi que les étayages possibles pour rendre la tâche accessible (voir Figure 7).

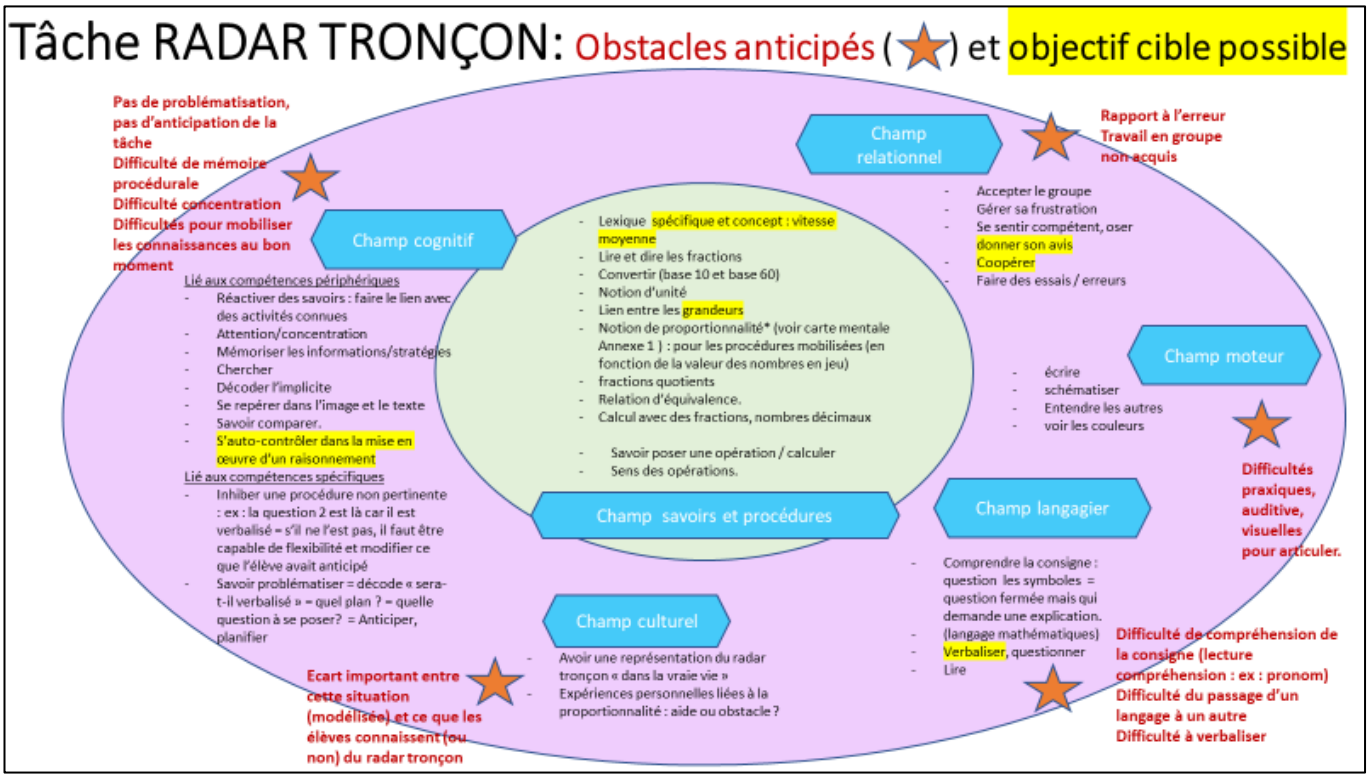


Figure 6. Mise en œuvre de la cible de Benoit catégorisée : obstacles anticipés et objectif cible possible

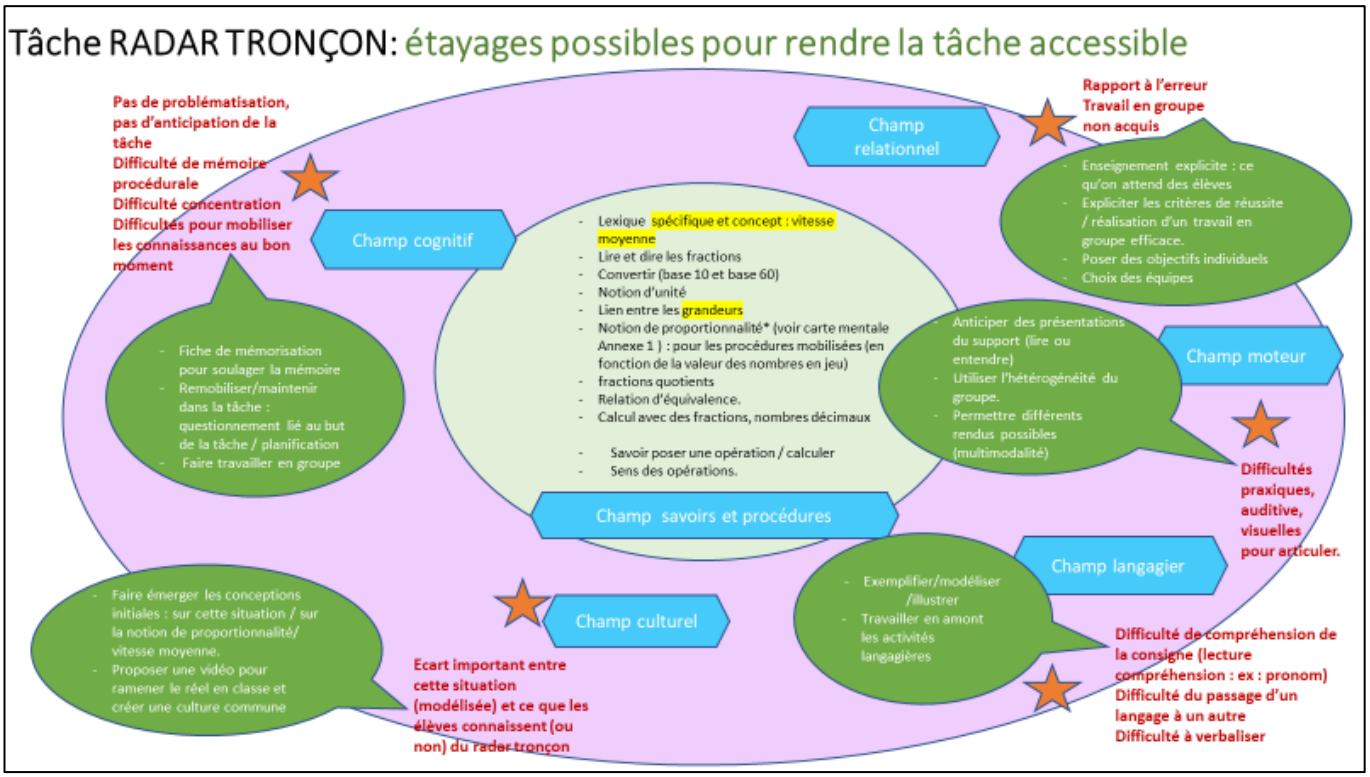


Figure 7. Mise en œuvre de la cible de Benoit catégorisée : étayages possibles pour rendre la tâche accessible

La figure 8 présente une synthèse avec les questions à se poser relativement à l'accessibilité de la tâche du radar tronçon.

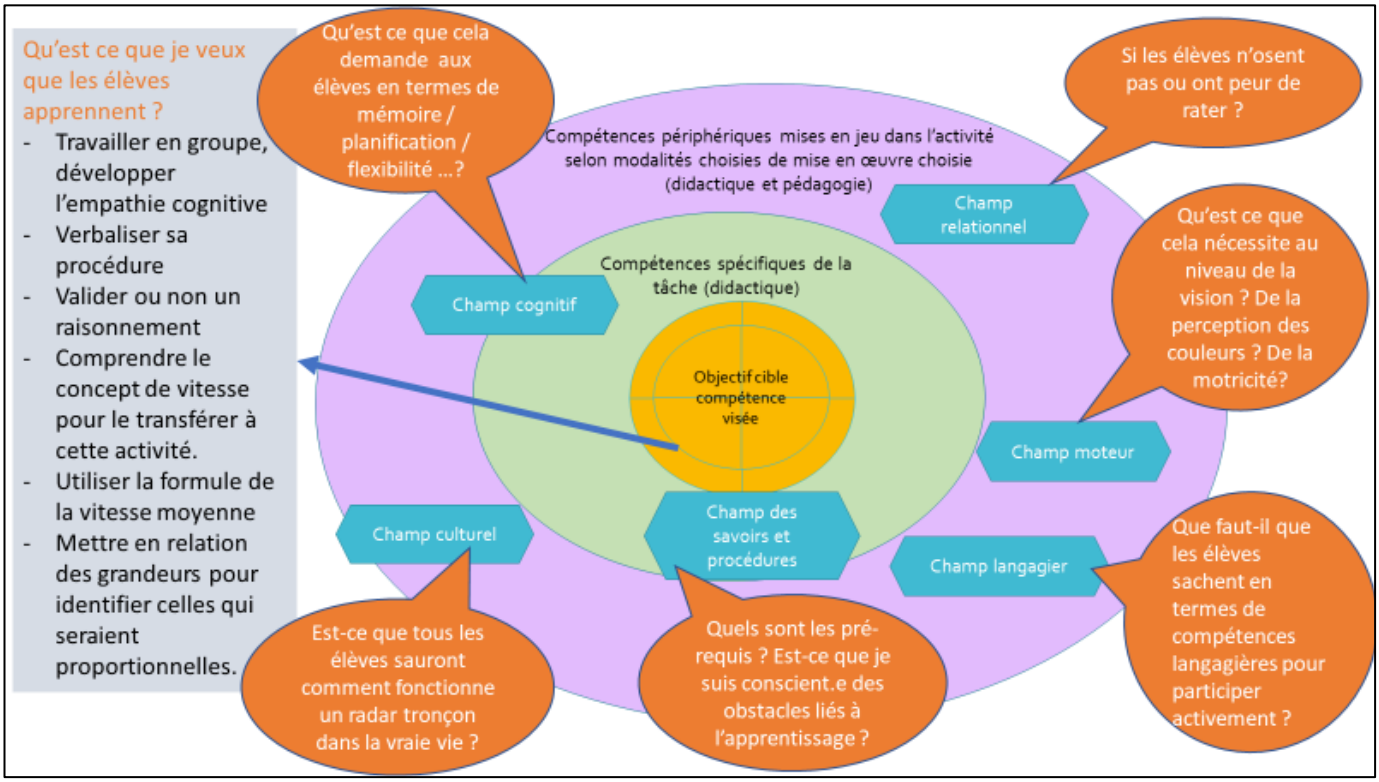


Figure 8. Mise en œuvre de la cible de Benoit catégorisée : synthèse

3 Méthode

Nous disposons déjà d'éléments nous permettant d'identifier les déterminants de l'activité de Stéphanie (ou du moins en partie). En effet, au niveau de la composante personnelle, Stéphanie a un profil assez expert à la fois au niveau mathématique, au niveau didactique et au niveau de de la prise en charge des élèves à besoins éducatifs particuliers puisqu'elle est PLC, titulaire du 2CA-SH (Certificat complémentaire pour les enseignements adaptés et la scolarisation des élèves en situation de handicap) et du CAPPEI (certificat d'aptitude professionnelle aux pratiques de l'éducation inclusive) et qu'elle a suivi un master en didactique. Au niveau institutionnel, nous avons vu que le projet d'établissement était centré sur l'autonomie et qu'il y avait une volonté forte de ne pas s'écarter des programmes du cycle 4 malgré les difficultés des élèves. Et puis au niveau social, il y a cette particularité des classes de l'établissement qui sont très hétérogènes et accueillent environ 80% d'élèves à besoins éducatifs particuliers.

Afin de caractériser les pratiques en amont de la réalisation de la tâche du radar tronçon, nous nous sommes intéressés aux pratiques globales liées au cours de mathématiques, à la séquence sur la proportionnalité menée en octobre 2023 et au scénario prévu pour les séances prévues autour du radar tronçon qui a eu lieu après la séquence, mi-novembre 2023. Pour identifier les éléments de l'activité enseignante à ces trois moments, et plus particulièrement la composante cognitive, nous disposons de documents de cours et d'entretiens avec l'enseignante. Pour chaque moment, nous décrirons ce qui est proposé par Stéphanie et puis nous interpréterons en termes d'effets attendus sur l'accessibilité en croisant avec les obstacles anticipés sur la cible catégorisée.

III - ANALYSE DES PRATIQUES DECLAREES ET EFFETS ATTENDUS EN TERMES D'ACCESSIBILITÉ

Dans cette section, nous présenterons des éléments d'analyse relatifs aux pratiques de Stéphanie et à leurs effets potentiels sur l'accessibilité de la tâche du radar tronçon.

1 Le cours de mathématiques

Certains éléments caractéristiques des pratiques de Stéphanie ne sont pas spécifiques à la notion de proportionnalité qui nous intéresse mais impactent l'ensemble de ses cours de mathématiques. Ce sont ces éléments qui sont décrits et analysés ci-dessous.

1.1 Description des pratiques

La langue mathématique est présentée par Stéphanie aux élèves comme une langue dont l'écrit est extrêmement rigoureux et l'oral plus ambigu. Dès le début de l'année, elle s'appuie sur Géninet (2015) pour qualifier cette langue mathématique de « très ancienne, doublement polysémique, discrète, minimaliste, cachotière et pour toutes ces raisons, sont trompeuses » (Géninet, 2015, p.33). Ancienne car elle puise ses origines dans l'histoire des mathématiques, et le premier sens attribué à un mot courant s'est trouvé enrichi, complexifié (par exemple, le mot « développer » a été introduit au XIIème siècle mais n'est apparu dans la langue mathématique qu'au XXème siècle). Elle est doublement polysémique car, d'une part il peut y avoir conflit entre le sens courant et le sens savant (par exemple le mot « hauteur ») et d'autre part, un même mot ou un même symbole peut désigner plusieurs sens (dans 222, le chiffre 2 prend trois sens différents selon sa position). C'est une langue discrète car en peu de symboles elle décrit des objets bien différents ([AB], (AB) ou $f(x) = 2x + 3$). Géninet (2015) décrit aussi cette langue comme minimaliste. En effet, avec 10 chiffres, on peut écrire une infinité de nombres et ces nombres auront toujours un sens (par opposition aux 26 lettres de l'alphabet qui ne permettent que d'écrire un nombre limité de mots). Lorsqu'elle présente cette langue comme cachotière, elle fait référence aux chiffres cachés (par exemple, on dira « mille » au lieu de « un mille »), ou ceux qui n'apparaissent pas dans le nombre écrit (comme « quatre-vingt ») ou encore comme la fraction qui se lit dans l'ordre inverse des

deux actions qu'elle symbolise, ou encore le centimètre carré (qui n'a rien à voir avec une table carrée...). Les obstacles de compréhension et de mémorisation des concepts sont pensés comme des obstacles épistémologiques linguistiques, en écho à Baruk : « Un mot mathématique est déjà un concept : pour constituer son domaine propre, il est généralement nécessaire de le situer dans ses relations avec la langue ordinaire » (Baruk, 2008, p.2). Avant de construire le cours, il apparait comme essentiel à Stéphanie de rechercher dans quel ensemble (mathématique, scientifique, empirique) la notion en jeu a été acquise, rencontrée et de s'interroger sur les représentations que les élèves en ont. Cela lui permet d'identifier si ces représentations seront utilisables et de réfléchir à la manière dont elle pourra s'en détacher si besoin. Les notions étudiées sont souvent introduites sous l'angle de l'histoire des mathématiques (« je leur explique que le saut dans l'abstraction des concepts et du langage mathématique a mis tant de temps dans l'histoire de l'humanité qu'il est normal qu'elle ne se fasse pas rapidement chez eux »).

Les élèves ont l'habitude de travailler en groupe, ils ont été formés à l'écoute, au respect de l'autre et au respect de l'erreur. L'erreur est proposée comme un sujet d'étude et est analysée sans jugement en classe, elle est valorisée et débattue en groupe. Les petits effectifs permettent aux enseignant·es d'écouter, de comprendre les élèves, de reformuler leurs idées, de les laisser exposer leurs approches, leur logique. Dans la classe de Stéphanie, les objets mathématiques sont proposés comme des « objets de pensée » et les erreurs comme des « objets d'étude ». L'erreur est toujours étudiée dans une triple temporalité : passé, présent, futur. Elle est présentée comme normale, utile et est analysée sans jugement, avec curiosité en groupe classe. L'objectif de cette analyse de l'erreur est de se projeter dans le futur pour ne plus la refaire dans d'autres situations similaires. Un grand travail est effectué pour faire conscientiser à l'élève ses actions, la manière dont il la réalise et les raisons pour lesquelles il la réalise. Stéphanie les a familiarisés aux deux modes de pensées, suggérés à l'origine par les psychologues Keith Stanovich et Richard West et repris par David Kahneman sous le nom de « système 1 » et « système 2 » :

> *Le système 1 fonctionne automatiquement et rapidement, avec peu ou pas d'effort et aucune sensation de contrôle délibéré. Le système 2 accorde de l'attention aux activités mentales contraignantes qui le nécessitent, y compris des calculs complexes. Le système 2 est souvent associé à l'expérience subjective de l'action, du choix, et de la concentration.* (Kahneman, 2012, p. 33)

L'objectif est que les élèves arrivent petit à petit à distinguer si les erreurs sont liées à l'impulsivité (erreurs non liées aux aspects mathématiques en jeu mais a une réponse automatisée, sans prise de réflexion) ou s'il s'agit d'un autre type d'erreur (calcul, raisonnement, mauvais choix d'opération, ...). Ce travail a permis de réintroduire du temps de réflexion en classe et de lutter contre l'idée « le meilleur est celui qui répond en premier ». D'après Stéphanie, cette habitude de s'intéresser aux erreurs a généré une baisse importante du stress chez ses élèves et a augmenté la participation. Elle a permis aussi une baisse du nombre d'erreurs dues à la précipitation.

1.2 Effets attendus sur l'accessibilité

L'objectif premier de Stéphanie n'est pas que les élèves réussissent mais qu'ils apprennent toutes et tous en mathématiques quel que soit leurs besoins particuliers. Et cela nécessite que les élèves s'engagent vraiment, tâtonnent dans l'activité mathématiques. Dans la description de ses pratiques, nous voyons qu'elle agit dans tous les champs dépliés de la cible catégorisée et avec une temporalité flexible.

<u>Dans tous les champs de la cible catégorisée :</u>

Les implicites liés au langage mathématique sont nombreux et génèrent des malentendus maintes fois détaillés dans la littérature de recherche (par exemple Hache, 2015). Stéphanie pose explicitement des particularités de la langue mathématiques qui est une langue « à part » (Géninet, 2015). Cette action, qui peut sembler anodine, est en fait essentielle. Elle agit sur l'environnement en disant à l'élève : « si tu te trompes, c'est normal, le langage mathématique est complexe, je vais te donner les moyens de faire attention et de progresser ». Selon la cible catégorisée, ce travail sur le champ langagier va avoir une

répercussion sur le champ culturel et sur le champ relationnel. En effet, la classe s'est créé une culture commune qui fait sens et que toutes et tous les élèves seront en mesure d'utiliser ou d'aider d'autres élèves à utiliser. L'élève qui ne se voit plus comme quelqu'un de « nul en maths, ou qui ne sait jamais », mais comme quelqu'un qui a les moyens d'apprendre à ne plus se tromper, a une relation à soi et à l'apprentissage qui est positive. De plus le fait de d'apprendre à prendre conscience que nous avons tous un mode de pensée intuitif, rapide mais qui nous joue parfois des tours favorise le développement de la fonction cognitive d'inhibition.

Avec une temporalité flexible :

Chaque élève apprend avec une vitesse qui lui est propre (Postulats de Burns, 1972). Le raccourci de se dire : c'est simple, il suffit de s'adapter à chaque élève et de proposer quelque chose de différent pour chacun, est souvent fait. Mais quand la classe compte 30 élèves, l'enseignant·e s'organise comment ? C'est bien une approche environnementale, donc d'accessibilité et non individuelle qu'il faut viser. Stéphanie, utilise différentes temporalités pour permettre à tous, à un moment, d'avoir accès aux connaissances, aux capacités et attitudes qu'elle attend des élèves. Par exemple, le travail qui consiste à inhiber les réponses impulsives est un travail sur un temps long. Toutes et tous les élèves n'ont pas eu Stéphanie les années précédentes. Elle reverbalise le comportement attendu dès que le contexte y est propice. Il n'y a pas de moment « décroché » où les élèves écoutent « la bonne parole » de ce qui est attendu en mathématiques et qui sera résumé dans une fiche qui s'appellerait « méthode et attitude en mathématiques ». Ces postures enseignantes et élèves sont travaillées en contexte d'apprentissage.

2 La séquence sur la proportionnalité

La mise au travail des élèves sur la tâche du radar tronçon est précédé d'une séquence sur la proportionnalité dont les choix de conception sont détaillés et analysés ci-dessous.

2.1 Description des pratiques

Suite à une discussion avec le professeur de physique alertant sur la mauvaise performance des élèves en proportionnalité, Stéphanie a choisi de travailler cette notion en collaboration avec lui. Un sondage a tout d'abord été proposé à l'ensemble des élèves du collège et du lycée sur ce que représentait pour eux la proportionnalité, il a été aussi présenté à quelques professeurs afin de connaître leurs représentations. Le cours sur la proportionnalité a donc été construit en tenant compte des difficultés repérées par le professeur de physique et par les commentaires des questionnaires. Les exemples ont été choisis, en corrélation avec le cours de sciences. La proportionnalité n'est pas supposée acquise et comprise par toutes et tous en classe de 4ème, mais en cours d'acquisition, avec des temps d'acquisition très différents chez les uns et les autres. Dans le cours, la notion de proportionnalité est réévoquée comme une notion ancienne qui s'enrichit chaque année. Vue assez tôt dans les problèmes multiplicatifs (par exemple, « j'ai deux fois plus de billes que toi »), la définition et les propriétés sont rarement mémorisées et sont donc repris. La notion est également enrichie tout au long de l'année lorsque sont abordées les fonctions linéaires, les triangles semblables, Thalès ou la trigonométrie par exemple.

La progression choisie pour la séquence sur la proportionnalité présentée par Stéphanie est la suivante : définition de deux grandeurs proportionnelles (via linéarité multiplicative, voir Simard, 2012), définition du coefficient proportionnalité (définition via le tableau et exemple sur les conversions heures/minutes), recherche d'une quatrième proportionnelle avec le produit en croix, applications aux pourcentage, aux échelles, introduction de la représentation graphique et applications à la physique (masse volumique et vitesse moyenne).

Dans cette séquence vont être travaillés deux éléments qui vont spécifiquement servir d'appui aux élèves pour la réalisation de la tâche du radar tronçon. Le premier c'est que pour illustrer le coefficient de proportionnalité, l'enseignante utilise comme exemple la conversion des heures en minutes. Et le

deuxième c'est que dans les applications à la physique qu'elle choisit, il y a toute une partie consacrée à la vitesse moyenne avec une série d'exemples de résolution de problèmes basiques (au sens de Houdement, 2017) associés (calcul de durée de trajet, de vitesse et de distance parcourue). Un autre élément qu'il semble important de souligner est qu'il y a une diversité de procédures qui sont présentées (utilisation du coefficient de proportionnalité, de l'égalité des rapports, du produit en croix, de la représentation graphique). Les problèmes sont presque systématiquement modélisés via un tableau mais aucune procédure ne lui est spécifiquement attachée et il n'a pas été présenté comme une fin en soi. Enfin, les contextes d'application sont variés (pourcentages, conversions, échelles, situations empruntées à d'autres disciplines).

2.2 Effets attendus sur l'accessibilité

Ce que propose Stéphanie ne se limite pas à une réactivation du déjà là des savoirs et des procédures, à ce qui est souvent appelé « les pré-requis ». Ces pré-requis, nécessaires pour résoudre la situation proposée, sont souvent présentés sous forme de « fiche outils » ou « fiche méthode » ou encore sous forme de « cahier de stratégies ». Ces moyens d'aides peuvent être pertinents, encore faut-il que les élèves aient conscience qu'ils existent et qu'ils sachent les utiliser au bon moment. Ce n'est pas parce que l'enseignant·e a montré l'outil et précisé qu'il fallait l'utiliser que l'élève le fera. Trop souvent, ce sont des raccourcis, accessibles cognitivement à l'élève que ce dernier mobilise. Par exemple, le classique « je vois un tableau donc c'est de la proportionnalité ». Un travail d'anticipation des obstacles dans le champ cognitif est donc indispensable. C'est ce que Stéphanie fait en proposant explicitement une diversité de procédures et en parallèle en n'enfermant pas le symbolisme du tableau au concept de proportionnalité. C'est l'étayage, sur un temps long, qui est à l'œuvre, pour passer du « je ne sais pas faire » à « comment je vais pouvoir m'aider, avec quel outil » ? Sans oublier, dans ce processus d'apprentissage, le désétayage « comment je vais faire seul », comme précisé par Lescouarch (2014) :

> *Un étayage trop marqué par la présence active de l'encadrant au côté du tutoré lors de la réalisation de sa tâche peut maintenir l'élève dans une situation de dépendance dans son rapport à l'apprendre et aux savoirs et aller à l'encontre du processus d'autonomisation visé si le désétayage n'est pas pensé dans une phase ultérieure.* (Lescouarch, 2014, p. 137)

Ce point non détaillé ici, met en œuvre des temps de questionnement, de verbalisation, de mémorisation qui entrent dans le processus d'institutionnalisation (Brousseau, 1998). En plus de ce travail sur les procédures, un travail d'anticipation a également été réalisé sur des notions spécifiques qui vont intervenir dans la tâche complexe : conversions heures/minutes et familiarisation avec le calcul de vitesse moyenne.

3 La tâche du radar tronçon

La tâche du radar tronçon a été proposée aux élèves à l'issue de la séquence décrite précédemment. Les éléments relatifs à l'anticipation de la mise au travail de cette tâche en classe sont présentés et analysés ci-dessous.

3.1 Description des pratiques

Le travail sur cette tâche est prévu sur deux séances. Pour la première séance, il est prévu un temps collectif avec la lecture de l'énoncé. Stéphanie a fait le choix de ne pas adapter l'énoncé. Les données numériques ont notamment été conservées même si elles ne facilitent pas les calculs. Il s'agit cependant de rester proche du travail réalisé dans les cours de physique où les élèves travaillent fréquemment avec des données numériques issues de résultats de mesures et donc non arrondies. La lecture de l'énoncé est accompagnée du visionnage d'un extrait de journal télévisé expliquant le fonctionnement du radar tronçon. Cela est suivi d'un temps de recherche en groupe avec pour objectif de réaliser une affiche pour présenter à la séance suivante à l'ensemble de la classe, les essais et impasses du groupe ainsi que les éléments qui ont permis au groupe de rejeter une piste erronée. Les groupes sont pensés pour qu'il y ait

au moins un élève scripteur par groupe. Il est prévu de présenter explicitement aux élèves que l'objectif n'est pas d'obtenir la solution au problème le plus rapidement possible mais bien d'entrer dans une démarche de recherche. Lors de la deuxième séance, il est prévu que chaque groupe vienne au tableau présenter le cheminement de leur réflexion autour du problème en appui sur l'affiche réalisée. Il s'agit de faire travailler aux élèves leur capacité à écouter les autres, ne pas les juger et essayer de comprendre leur logique.

3.2 Effets attendus sur l'accessibilité

Le cœur de cible est explicite pour chaque séance. Dans la première séance, il s'agit, à partir d'un exemple de la vie réelle, de comprendre un modèle pour identifier les grandeurs proportionnelles et dans la seconde, de communiquer sa démarche. La multimodalité proposée permet aux élèves de s'appuyer sur 3 types d'informations : texte, image et vidéo. Même si des points de vigilance subsistent (non congruence entre texte et image), nous pouvons faire l'hypothèse que cela permettra de lever des obstacles dans le champ langagier, notamment au niveau de la compréhension de la consigne. Le choix de la constitution des groupes, avec un élève scripteur par groupe, permet également d'anticiper des obstacles au niveau du champ sensori-moteur (difficultés praxiques).

Si l'on regarde les obstacles anticipés par Stéphanie sur les trois niveaux étudiés (généralités liées au cours de mathématiques, séquence sur la proportionnalité, scénario prévu pour la tâche du radar tronçon), on constate que ceux-ci concordent avec les obstacles anticipés au préalable (voir Figure 6).

IV - BILAN & PERSPECTIVES

Sur base de ces premiers éléments, on voit que les choix de Stéphanie sont pilotés par différents éléments notamment les programmes et les recherches en didactique, donc tout ce qui est lié à la composante personnelle et institutionnelle mais aussi et surtout par les besoins des élèves. La prise en compte de ces besoins semble prioritaire dans les choix réalisés. Ce qui apparait ici pourrait être qualifié de « logique d'aplanissement des obstacles liés aux compétences périphériques et spécifiques » pour amener les élèves à aller directement à l'objectif visé.

Dans cette logique, l'accessibilité nécessite de rendre aussi explicite les compétences à mobiliser dans les champs culturel (identification des expériences personnelles), cognitif (aide à l'anticipation). Et elle se pense sur le long terme, au niveau de la séquence en amont mais aussi dès le début d'année et l'installation du contrat didactique.

Nous identifions différentes perspectives à ce premier travail, à la fois au niveau de la recherche mais également de la formation. Au niveau des perspectives de recherche, il nous faudrait étudier les conduites des élèves en situations pour renseigner la composante médiative et voir si l'anticipation sur les obstacles et l'étayage en cours de séance par Stéphanie sont suffisant pour que l'objectif cible soit effectivement atteint par toutes et tous. A ce sujet, nous disposons de verbatims d'élèves lors de la phase de recherche collective et de présentation à la classe que nous projetons d'exploiter. Sur un temps plus long, il s'agirait également d'analyser les pratiques d'autres enseignant·es dans d'autres contextes (section d'enseignement général et professionnel adapté, Unités localisées pour l'inclusion scolaire, ...) pour comparer les pratiques et tenter d'identifier différentes logiques d'action. D'autres traces (entretiens formels, captation vidéo, …) pourraient également être envisagées de façon à étudier en situation les pratiques effectives. En ce qui concerne les perspectives de formation, l'utilisation de la cible catégorisée pour l'analyse de tâche nécessite d'identifier clairement l'objectif cœur de cible et ses obstacles au niveau des compétences périphériques et spécifiques dans les différents champs (langagier, relationnel, moteur, culturel, cognitif, savoirs et procédures). Cette identification peut ensuite permettre de dégager un cheminement pour atteindre l'objectif sans le modifier ainsi que les leviers à développer chez les

enseignant·es et chez les élèves. Cet outil pour penser l'accessibilité est actuellement proposé à différents niveaux de formation : formation de formateurs (voir Yvain-Prébiski & al., 2024), formation CAPPEI (certificat d'aptitude professionnelle aux pratiques de l'éducation inclusive), formation initiale premier et second degré en diplôme inter universitaire (DIU), en formation continue d'enseignant·es du premier et du second degré. Il s'agirait à présent d'analyser comment les formés s'en emparent et avec quel impact sur les apprentissages des élèves.

BIBLIOGRAPHIE

Assude, T., Perez, J.-M., Suau, G., Tambone, J., & Vérillon, A. (2014). Accessibilité didactique et dynamique topogénétique : Une étude de cas. *Recherches en Didactique des Mathématiques, 34*(1), 33-57.

Barry, V. (2011). *Identifier des besoins d'apprentissage : fondements, méthodologie, études de situations*. Paris : L'Harmattan.

Baruk, S. (1997). *Dico de mathématiques.* Seuil Jeunesse.

Benoît, H. (2020). Les besoins éducatifs particuliers sont-ils un frein ou un levier dans la lutte contre les discriminations scolaires ? *Les cahiers de la lutte contre les discriminations, 11*, 61-82.

Bouard, R., Canac, S., & Kermen, I. (2022). Modélisation des transformations chimiques : mise en regard d'un programme et de pratiques enseignantes. *Recherches en didactique des sciences et des technologies, 25*, 69-100.

Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée sauvage.

Burns, R. W. (1972). *Essor des didactiques et des apprentissages scolaires.* J. P. Astolfi. 1995.

Géninet, A. (2015). *Faites-les réussir en maths : De l'école à l'entrée au lycée*. Lyon : Chronique sociale.

Hache, C. (2015). Pratiques langagières des mathématiciens, une étude de cas avec "avec". *Petit x*, *97*, 27-43.

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

Kahneman, D. (2012). *Système1/Système2, les deux vitesses de la pensée*. Flammarion.

Kame'enui, E. J., & Simmons, D. C. (1999). *Toward Successful Inclusion of Students with Disabilities: The Architecture of Instruction. Volume 1: An Overview of Materials Adaptations*. ERIC/OSEP Mini-Library. Council for Exceptional Children, 1920 Association Drive, Reston, VA 20191-1589.

Lescouarch, L. (2014). Les dimensions de l'accompagnement dans le travail du maître E : postures et enjeux. *La nouvelle revue de l'adaptation, 66,* 127-142.

Pôle inclusif 78. (2022, 5 décembre). *Conférence CUA – Hervé Benoit* [Vidéo]. Tube Action Education. https://tube-action-educative.apps.education.fr/w/15Tg26Xkd3Eqb3SqP9i9X8

Robert, A. & Rogalski, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche. *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies, 2*(4), 505–528.

Simard, A. (2012). Fondements mathématiques de la proportionnalité dans la perspective d'un usage didactique. *Petit x, 89*, 51-62.

Yvain-Prébiski, S., Ramecourt, C. & Muler, G. (2024). Une modalité de formation de formateur.trices.s pour la prise en compte des enjeux de l'école inclusive dans la formation initiale à l'enseignement des mathématiques dans le premier degré. Dans *Actes du 49e colloque international sur la formation en mathématiques des professeurs des écoles (COPIRELEM)* (p. 704-720). IRES d'Aix-Marseille.